TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

NOTULEN DER VERGADERINGEN, VERHANDELINGEN.

INSTITUUTSJAAR

1888–1889.

BATAVIA,
OGILVIE & Co.

1890.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

NOTULEN DER VERGADERINGEN, VERHANDELINGEN.

INSTITUUTSJAAR

1888–1889.

BATAVIA,
OGILVIE & Co.
1890.

De platen, behoorende bij de 3e en 4e verhandeling, zijn achteraan geplaatst, afzonderlijk genummerd en gemerkt T/G.

De platen, behoorende bij de 3e en 4e verhandeling, zijn achteraan geplaatst, afzonderlijk genummerd en gemerkt T/G.

INHOUD.

Bladz.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

Algemeene Vergadering, gehouden den 3 October 1889. I
Bijlage I. Missive van de Vereeniging tot bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in Nederlandsch-Indië. II
Bijlage II. Missive van het *Elisabeth Thompson Science fund*. IV
Bijlage III. Idem. IV
Algemeen Verslag betreffende de werkzaamheden van 1 April 1888 — 1 April 1889. V
Naamlijst der leden op 1 April 1889. VI
Verslag van den penningmeester van 1 April 1888 — 1 April 1889 VII
Rekening en Verantwoording van 1 April 1888 — 1 April 1889. IX

Bladz.

VERHANDELINGEN EN MEDEDEELINGEN.

Bevloeiing uit de Kali Kening in de districten Djatirogo en Singahan van de afdeeling Toeban der Residentie Rembang 1
Tunnel nabij Gombong op de grens der Residentie's Bagelen en Banjoemas 17
De overbrugging van het Tjisaät-Ravijn in den Staatsspoorweg Tjitjalengka-Garoet 22
Overgang der kleine bergstroomen en waterloopen in het baangedeelte Nagrek-Leles in den Staatsspoorweg Tjitjalengka-Garoet. 31
De hervorming van het reizigerstarief op de Hongaarsche Staatsspoorwegen 34
Iets betrekkelijk de luchtverversching van gebouwen op de hoofdplaatsen van Java. 38

INHOUD.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

Algemeene Vergadering, gehouden den 3 October 1859. I
Bijlage I. Missive van de Vereeniging tot bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in Nederlandsch-Indië II
Bijlage II. Missive van het Elisabeth Thompson Science Fund IV
Bijlage III. Idem IV
Algemeen Verslag betreffende de werkzaamheden van 1 April 1858 — 1 April 1859 V
Naamlijst der leden op 1 April 1859 VI
Verslag van den penningmeester van 1 April 1858 — 1 April 1859 VII
Rekening en Verantwoording van 1 April 1858 — 1 April 1859 IX

VERHANDELINGEN EN MEDEDEELINGEN.

Bevoeiing uit de Kali Kening in de districten Djatinegara en Singaban van de afdeeling Toeban der Residentie Rembang 1
Tunnel nabij Gombong op de grens der Residentie's Bagelen en Banjoemas 17
De overbrugging van het Tjisaät-Ravijn in den Staatsspoorweg Tjilatjap-Garoet 29
Overgang der kleine bergstroomen en waterloopen in het baangedeelte Nagrek-Ledas in den Staatsspoorweg Tjilatjap-Garoet 31
De hervorming van het reinigerstarief op de Hongaarsche Staatsspoorwegen 34
Iets betrekkelijk de luchtverversching van gebouwen op de hoofdplaatsen van Java 39

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

ALGEMEENE VERGADERING GEHOUDEN OP WOENSDAG, 3 OCTOBER 1889, DES AVONDS TEN 9 URE IN HET VEREENIGINGSLOKAAL.

Aanwezig de bestuursleden: L. J. Resner, G. P. A. Renaud, J. E. de Meijier, J. G. H. de Voogt en D. H. Havelaar (het bestuurslid A. D. J. Groenemeijer had kennis gegeven verhinderd te zijn) en de gewone leden A. Mijer, J. C. C. peereboom en H. Th. Wijnhof.

De President opent de vergadering en deelt mede, dat in April de gewone algemeene vergadering niet is gehouden met het oog op de Februari-vergadering.

Aangezien de notulen dezer laatste vergadering bereids in druk zijn verschenen, wordt het voorlezen daarvan overbodig geacht en aangezien ter zake geene bemerkingen worden gemaakt, worden zij door den President gearresteerd.

Door den Wd. Secretaris wordt opgave gedaan van de navolgende boekwerken, periodieken, enz. waarmede sinds de Februari vergadering van dit jaar de bibliotheek der afdeeling is verrijkt:

a. ten geschenke ontvangen van de Regeering: 1 Ex. van de met de H. H. Boissevain, Ruijs en Tegelberg gesloten overeenkomst voor de bediening der paketvaart in Ned. Ind. Archipel.

Jaarboek van het Mijnwezen 1887 Tweede gedeelte;

b. ontvangen van den schrijver.

M. J. van Bosse. Over locaalspoorwegdiensten op Java;

c. ontvangen van de genootschappen, waarmede de afdeeling van edita wisselt:

Annales de l'école polytechnique de Delft Tome IV 1re et 2me livraison.

Natuurkundig tijdschrift voor Ned. Indië, uitgegeven door de Kon. natuurkundige vereeniging.

Notulen der vergaderingen van het Bataafsch genootschap van kunsten en wetenschappen.

Geneeskundig tijdschrift voor Ned. Indië, uitgegeven door de vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen.

Bijdrage tot de taal-, land- en volkenkunde van Ned. Indië, uitgegeven door het Kon. Instituut voor taal-, land- en volkenkunde van Ned. Indië.

Tweede gedeelte van de reis van Dr. Bock in Oost- en Zuid-Borneo, uitgegeven door id.

Indian Engineering;

d. de Ingenieur, jaargang 1888, waarop de afdeeling geabonneerd is.

Sinds de laatste algemeene vergadering hebben de volgende mutatiën onder de leden plaats gehad.

Aangenomen als lid:

C. J. van Loon, mijningenieur.

L. van der Tas, architect B. O. W.

Aangesloten bij de afdeeling:

A. Scheers, architect B. O. W.

J. H. W. Freijtag, opzichter B. O. W.

J. K. E. Triebart ingenieur B. O. W.

Bedankt met ingang van het jaar 1889—1890:

H. La Fontaine, opzichter B. O. W. (buitengewoon lid).

J. S. Redeker, 1e Luitenant der Genie.

J. Hardeman, architect B. O. W.

Jhr. E. C. Siberg, 2e Luitenant der Genie.

Afgevoerd op grond van art. 20 van het reglement:

N. Plantenga, 2e Luitenant der Genie.

R. F. Reijneke ED$^{zn.}$, opzichter B. O. W.

Vertrokken naar Europa:

J. Frenkel, 1e Luitenant der Genie.

J. A. Hooze, mijningenieur.

H. Messer, architect B. O. W.

Aan de orde is de behandeling van het financieel verslag, dat door den Penningmeester wordt voorgelezen en in het tijdschrift der afdeeling Ned. Indië 1887—1888 is opgenomen.

Dit verslag geeft tot geene bemerkingen van de zijde der leden aanleiding.

De President dankt den Penningmeester voor het gevoerde beheer en de zorg aan het verslag besteed en stelt voor, zooals tot heden gebruikelijk was, eene commissie van verificatie uit de leden aan te wijzen, waartoe door den President aan de vergadering worden voorgedragen de leden J. J. E. van Bergen en J. B. Hubenet. Dienovereenkomstig wordt besloten.

Aan de orde is verder de benoeming van een vice president ter vervanging van den aftredenden titularis A. D. J. Groenemijer, de benoeming van een Secretaris in plaats van den afgetreden Secretaris J. Frenkel en de benoeming van een bestuurslid in plaats van het aftredend lid van het bestuur D. H. Havelaar, dat verzocht heeft niet meer in aanmerking te komen.

Het resultaat der stemming is: de benoeming van A. D. J. Groenemeijer tot vice president met algemeene stemmen, tot Secretaris J. C. C. Peereboom met 7 stemmen, 1 stem op het lid H. T. Wijnhof en tot bestuurslid A. Mijer met 7 stemmen, 1 stem op het lid J. W. Th. van Schaik.

De leden Peereboom en Mijer, ter vergadering aanwezig, verklaren de benoeming aan te nemen; gelijke mededeeling werd later van het lid Groenemeijer ontvangen.

De President deelt verder den leden mede, dat het Elisabeth Thompson Science Fund de aangevraagde ondersteuning ter zake van de onkosten, verbonden aan de prijsvraag, op hare eerste vergadering in behandeling zal nemen, en dat van de geneeskundige vereeniging bericht is ontvangen, dat zij volkomen instemt met den vorm van het prijsvraag-programma.

Voorts deelt de President mede, dat voor het in bewerking zijnde tijdschrift van de afdeeling 1887—88 zijn ingekomen de navolgende verhandelingen:

Over de vervaardiging van portland cement tegels door het lid de Voogt.

Over een oven voor pannenbakkerij door idem.

Over het Marine etablissement te Soerabaia, door het lid IJpes.

Terwijl voorts nog zijn ingekomen en in behandeling zijn bij de commissie van redactie of aan den schrijver met enkele bemerkingen zijn teruggezonden:

Eene verhandeling over ventilatie, door het lid van het moederinstituut Koomans;

Eene verhandeling over den tunnelbouw te Gombong door het lid Sweep;

en twee verhandelingen ter plaatsing aangeboden door den Directeur der B. O. W.

Van deze laatste vier verhandelingen zal vermoedelijk een gedeelte gereserveerd blijven voor het volgende afdeelingstijdschrift.

Door het lid de Meijier wordt de slechte opkomst der leden ter vergadering ter tafel gebracht en het kwijnend bestaan, dat de afdeeling lijdt ten opzichte der gewone maandelijksche bijeenkomsten.

Voor zooveel mogelijk zal daarin verandering worden gebracht en het houden eener bijeenkomst aan het einde der maand wordt besproken, waarbij het lid de Meijier zich bereid verklaart eenige mededeelingen van technischen aard te doen.

Verder niets meer aan de orde zijnde, sluit de President de vergadering.

De President,
L. J. RESNER.
De Wd. Secretaris,
D. H. HAVELAAR.

BIJLAGE I.

Vereeniging tot bevordering
der
Geneeskundige Wetenschappen
in
Nederlandsch-Indië.

BATAVIA, *den* 8 April 1889.

No. 1627.

Aan
Het Koninklijk Instituut
van Ingenieurs
Afdeeling „Nederlandsch-Indië."

In antwoord op Uw schrijven dd. 23 Maart jl. No. 10 hebben wij de eer U mede te deelen, dat in de laatste algemeene vergadering der „Vereeniging tot Bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in *N. I.*," het programma der prijsvraag voor de handleiding over bouw hygiène ter tafel is gebracht, en dat onze Vereeniging instemt met den vorm, waarin bedoeld programma is opgesteld.

Namens het Hoofdbestuur,

De President,
(Wg.) Dr. KLOOS.
De Secretaris,
(Wg.) Dr. WINKLER.

BIJLAGE II.

Elizabeth Thompson Science Fund
Board of Trustees.

Harvard Medical School,
Boston, Mass.

July 24th 1888.

To Lt. Col. Resner
Koninklijk Instituut van Ingenieurs
Batavia,

Dear Sir:

I have the honour to acknowledge the receipt of your application for a grant of 200 dollars in aid of the attempts of the Royal Institution of Engineers and the Association for the advancement of Medical Science in Batavia to secure a suitable Manual of Building Hygiene.

Permit me to state that your communication will receive thorough and careful consideration from the Board of Trustees at their next meeting.

I have the honour to remain,

Very respectfully yours,
(Wg.) C. S. MINOT.
Secretary.

BIJLAGE III.

Elizabeth Thompson Science Fund.
Board of Trustees.

Harvard Medical School,
Boston, Mass.

Dec. 20th 1888.

To Lt. Col. Resner
Koninklijk Instituut van Ingenieurs
Batavia.

Dear Sir:

I have the honour to inform you that your application for a grant was carefully considered bij the Board of Trustees at their last meeting. I regret to state that it was deemed by the Trustees inexpedient to make the grant you request. This decision does not by any means necessarily indicate an unfavorable opinion as to the value of your proposed researches, but is the result of numerous complex and often conflicting considerations.

I have the honour to remain,

Yours very respectfully,
(Wg.) CHARLES S. MINOT.
Secretary.

ALGEMEEN VERSLAG BETREFFENDE DEN TOESTAND EN DE WERKZAAMHEDEN VAN DE AFDEELING NED.-INDIË VAN HET K. I. v. I., VAN 1 APRIL 1888 TOT 1 APRIL 1889.

I. Bestuur.

In het bestuur hadden de volgende mutatien plaats:

In de October vergadering werd de heer A. D. J. Groenemeijer herkozen als vice-president, terwijl in plaats van den Secretaris J. Frenkel, die naar Europa vertrok, gekozen werd de heer J. C. C. Peereboom. Voor het aftredende bestuurslid D. H. Havelaar, die niet voor herkiezing in aanmerking verzocht te komen, werd de heer A. Mijer tot bestuurslid gekozen.

II. Leden.

Het aantal leden bedraagt volgens de ledenlijst op 1 April 1889, 166 tegen 172 op 1 April 1888.

III. Financiën.

Blijkens de balans bedraagt het kapitaal der Afdeeling op 1 April 1889 *f* 12159.35⁵ tegen *f* 10.269.04 op 1 April a°. p°.

Behalve eene wijziging in de wijze van belegging der fondsen (zie het verslag van den penningmeester) valt hieromtrent niets bijzonders te melden.

IV. Vergaderingen.

In October van het vorige jaar had eene algemeene vergadering plaats, terwijl bovendien eenige maandelijksche bijeenkomsten werden gehouden.

V. Bibliotheek.

Van de Regeering, van sommige vereenigingen, en ook van particulieren werden enkele boekwerken ten geschenke ontvangen.

VI. Tijdschrift.

Het tijdschrift 1887—88 met de notulen der vergadering van 22 Februari 1888 zag in Maart 1889 het licht.

BATAVIA, *den* 1ᵉⁿ April 1889.

De President,

L. J. RESNER.

De Secretaris,

J. C. C. PEEREBOOM.

KONINKLIJK INSTITUUT van INGENIEURS, Afdeeling NEDERLANDSCH-INDIË.

Naamlijst der Leden op 1 April 1889.

J. André de la Porte.	Medan.
W. B. C. de Bas.	Batavia.
W. F. Batenburg.	Lahat.
S. W. Becking.	Modjokerto.
G. van de Beek.	Palembang.
J. A. Beijerinck.	Laboean Deli.
H. E. van Berckel.	Tegal.
J. J. E. van Bergen.	Batavia.
J. D. Berkhout.	Salatiga.
C. van der Bijl.	Probolinggo.
C. J. N. Bijvanck.	Bandjar Negara.
R. Birckenhauer.	Willem I.
B. G. de Blauw.	Djambi.
R. A. de Boer.	Djember.
J. de Booij.	Poerworedjo.
J. Bouwens.	id.
J. G. J. Breijman.	Tjepper.
J. C. de Bruijn.	Semarang.
W. H. M. de Bruijn.	Kasrie.
H. G. Burkunk.	Soerabaja.
Dr. Th. J. van Buuren.	id.
G. J. Cambier	Semarang.
J. G. M. A. Carlier.	Soerakarta.
L. J. J. Caron.	Pekalongan.
E. M. Collard.	Batavia.
Th. C. Colenbrander.	Padang pandjang.
J. G. Cook.	Soerabaja.
M. Cornelissen.	Bezoekie.
G. C. E. van Daalen.	Soerabaja.
Th. F. A. Delprat.	Fort de Kock.
H. A. G. von Dentzsch.	Padang.
J. D. Donker Duijvis.	Semarang.
H. G. C. van Dorp.	Atjeh.
J. H. Duppen.	Batavia.
J. J. Dijkstra.	Soerabaja.
W. Elenbaas.	id.
J. Ph. Ermeling.	Buitenzorg.
L. J. C. van Es.	Padang.
E. A. C. F. von Essen.	Soerabaja.
M. C. Fauel.	Atjeh.
J. C. H. Fischer.	Willem I.
H. W. Fischer.	Tjilatjap.
F. W. L. H. Francke.	Soerakarta.
J. H. W. Freijtag.	Bali.
L. J. R. Geene.	Willem I.
Th. F. E. Gerdes.	Pekalongan.
Z. H. Prins Hario Goendosiwoijo.	Soerakarta.
W. B. van Goor.	Kasrie.
A. D. J. Groenemeijer.	Soerabaja.
C. de Groot Jr.	Medan.
J. Groothoff.	Biliton.
J. F. de Gijselaar.	Padang.
A. Vroesom de Haan.	Pekalongan.
J. Hardeman.	Palembang.
D. H. Havelaar.	Batavia.
A. W. Hein.	Koedoes.
Th. W. C. Herckenrath.	Pekalongan.
W. F. Heskes.	Batavia.
A. A. van Heurn.	id.
J. C. Heijning.	Gombong.
B. A. Hildebrand.	Telok Betong.
L. G. Krol van der Hoek.	Loeboe Sekapeng.
B. V. E. Houthuijsen.	Koedoes.
J. B. Hubenet.	Batavia.
A. Huidekoper.	Krawang.
J. Ilcken.	Cheribon.
E. F. Intveld.	Poerwodadi.
W. de Jongh Dz.	Tjitjalengka.
L. L. Ch. H. Jonkergouw.	Demak.

J. K. Kempees.	Bandong.
J. A. Kerkhoven.	Padang pandjang.
I. G. Kerlen.	Padang.
B. Kersjes.	Sidajoe.
W. Klaus.	Batavia.
H. H. van Kol.	Brebes.
W. P. H. de Bruijn Kops.	Mr. Cornelis.
J. P. Kruimel.	Fort de Kock.
J. F. van Lakerveld.	Semarang.
A. G. Lamminga.	Pekalen.
G. Lebret.	Pasoeroean.
K. J. Leeflang.	Padang.
P. Lichthart.	Siboga.
D. R. J. baron van Lijnden.	Garoet.
P. A. van der Made.	Batavia.
T. A. G. Mallinckrodt.	Soerabaja.
J. W. van Marle.	Buitenzorg.
A. P. Melchior.	Medan.
H. P. Mensinga.	Europa.
J. Merghart.	Gempol.
J. E. de Meijier.	Batavia.
J. J. A. Muller.	Padang.
A. Mijer.	Batavia.
J. Nuhout van der Veen.	Pamalang.
S. J. Numans.	Padang.
A. Oltmans.	Semarang.
G. Oosting.	Koedoes.
F. J. van Oppen.	Poerworedjo.
S. J. G. van Overveldt.	id.
C. L. J. Palmer van den Broeck.	Painan.
J. H. C. de Pauly.	Cheribon.
J. L. Pierson.	Soerabaja.
A. N. Pieters.	Kraksaän.
P. Th. L. Grinwis Plaat.	Padang.
J. P. van der Ploeg.	Batavia.
J. J. Proost.	Medan.
F. C. Proper.	Magelang.
M. M. E. A. Hollingerus Pijpers.	Soerabaja.
F. Raaijmakers.	Willem I.
J. J. R. Raat.	Batavia.
J. S. Redeker.	Atjeh.
G. P. A. Renaud.	Batavia.
P. J. A. Renaud.	id.
J. C. Ribbers.	Sidoardjo.
P. Richter.	Batavia.
J. Ph. van Roosmalen.	Demak.
E. B. E. Ruempol.	Padang.
Th. A. M. Ruijs.	id.
A. H. Saltet.	Bandjar Negara.
J. H. P. Saijers.	Gemoe.
A. Schadee.	Batavia.
J. W. Th. van Schaik.	id.
J. Schalij.	Soerabaia.
J. Scheffer.	Batavia.
A. Scheers.	Bezoekie.
F. R. Scherius.	Semarang.
H. W. Scheuer.	Batavia.
J. C. Schippers.	Djocjokarta.
C. J. Schotel.	Bandjar Negara.
M. C. A. Seijfarth.	Tegal.
Jhr. E. C. Siberg.	Atjeh.
L. H. Slinkers.	Demak.
R. H. J. Spanjaard.	Bandong.
J. J. Staal.	Batavia.
T. W. C. van der Staaij.	Willem I.
D. J. Stam.	Bandong.
D. T. Stoll.	Semarang.
J. M. Sweep.	Padang.
J. K. E. Tribart.	Indramajoe.
C. F. H. Tuckerman.	Fort de Kock.
J. van Velzen.	Probolingo.
A. Verburgh.	Bandong.
H. J. Verdam.	Soerabaja.
J. Vogelenzang.	Batavia.
J. G. H. de Voogt.	id.
H. Vrendenberg.	Blitar.
H. R. de Vries.	Bandjermasing.
J. W. P. Vrijbergen.	Magelang.
F. W. van Bloemen Waanders.	Batavia.
J. G. Westenberg.	Tjiandjoer.
J. Wilke.	Demak.
T. Wind.	Banjoemaas.
N. Wing Easton.	Batavia.
W. van der Worff.	Macassar.
H. Th. Wijnhoff.	Batavia.
R. P. O. D. Wijnmalen.	Padang.
C. W. Weijs.	Kasrie.
M. IJpelaar.	Sitobondo.
H. IJpes.	Pandong.
M. J. IJserman.	Madoera.
J. W. IJzerman.	Padang.

VERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET TIJDVAK, LOOPENDE VAN 1 APRIL 1888 TOT 1 APRIL 1889.

Uit de als bijlage overgelegde winst- en verliesrekening blijkt, dat de geldmiddelen der Afdeeling in het afgeloopen jaar met *f* 1214.66 zijn vooruitgegaan, zoodat het kapitaal thans geschat wordt op *f* 11.483.70 (waaronder *f* 2465.— aan nog te innen contributies.)

Contributie.

De *f* 480.— die blijkens het vorige verslag over het boekjaar 1886/87 te innen bleven, werden geheel aangezuiverd.

Van de *f* 1625.—, die over 1887/88 nog moesten ontvangen worden, is *f* 670.— te vorderen gebleven.

Over het jaar 1888/89 werd *f* 4175.— als te ontvangen contributie geboekt, namelijk:

161	gewone leden à	*f* 25.—	=	*f* 4025.—
5	buitengewone leden à	" 15.—	=	" 75.—
	mailsurplus van 13 leden à	*f* 5.—	=	" 65.—
	Bijdrage van een lid, die in Nederland had betaald.....		=	" 10.—
				f 4175.—

Hierop *f* 2380.— geind, zoodat er op 1 April 1889 nog *f* 1795.— moest ontvangen worden.

De bijdrage der afdeeling aan de Instituutskas beliep *f* 1660.— zijnde *f* 10.— voor elk der evenbedoelde 166 leden.

Deposito en Effecten.

Aangezien de Factorij der Nederlandsche Handelmaatschappij bij hare circulaire van 20 September 1888 No. 180 alle deposito's tegen Ult° December 1888 opzegde, en deze slechts in het vervolg tegen veel verminderde rente en voor een voorafbepaald tijdvak op nieuw wilde aannemen, werd besloten voor de aldaar belegde gelden eene andere plaatsing te zoeken. Dit is geschied als volgt; er werden aangekocht:

2	Javasche bank- aandeelen elk groot *f* 500.— nominaal à 150 %	*f* 1500.—
3	Aandeelen N. I. Escompto Maatschappij elk groot *f* 1000.— nominaal voor 92½ %	" 2775.—
2	Certific: Ned. Handel maatschappij elk nominaal van *f* 1000.— à 120 %	" 2400.—
	Voorts werd gedeponeerd:	
	Bij de Ned. Ind. Escompto maatschappij	" 1500.—
	In de Bataviasche spaarbank	" 500.—
	Te zamen	*f* 8675.—

Rente.

Behalve een bedrag van *f* 236.57 dat over 1888 werd ontvangen van het deposito bij de Factorij, hetwelk op weinig na tot Ult° December aldaar in bewaring bleef, kon nog een bedrag van *f* 270.— op dit hoofd worden geboekt wegens de dividenden over 1888 der gekochte aandeelen, een bate die men als eene vermindering van den koopprijs kan beschouwen.

Premiën.

Het voor premiën beschikbare bedrag onderging dit jaar geene verandering.

Bibliotheek en Meubilair.

De uitgaven bedroegen *f* 21.— aan bindwerk, doch wegens de noodzakelijke waardevermindering van een en ander werd *f* 98.— afgeschreven, zoodat dit hoofd nog een waarde van *f* 500.— vertegenwoordigt.

Instituutskas in Nederland.

Ter voldoening van het saldo werden twee wissels respectievelijk van *f* 750.— en *f* 1250.— naar *Nederland* overgemaakt. Na vereffening van de frankeerkosten der tijdschriften en andere posten, bedroeg het saldo ten laste der afdeeling *f* 173.63⁵.

Frankeer- en expeditiekosten.

Op het bedrag van *f* 340.— ten vorigen jare gereserveerd voor de laatste afleveringen 1887/88 werd zooveel minder uitgegeven, wegens de nieuwe wijze van verzending, dat thans voor hetzelfde doel slechts *f* 175.— is bestemd. In het geheel werd *f* 329.68 uitgegeven. Hiervan was *f* 288.25 in verrekening met den Raad van Bestuur voor in Nederland gedane uitgaven. De rest betrof het Afd: tijdschrift, briefporten, en andere frankeerkosten.

Afdeelingstijdschrift 1887/88.

De kosten van het afdeelingstijdschrift bedroegen dit jaar iets meer dan het vorige namelijk *f* 662.14 omdat voor eenige stukken honorarium werd vergoed.

Vergaderingen en locaal.

De uitgaven beliepen *f* 613.92 Hierin is een bedrag van *f* 480.— aan huur voor het locaal begrepen. Het overige werd gebruikt voor verlichting, bediening, schoonhouden, enz.

Diverse uitgaven.

Een belangrijk gedeelte van de onkostenrekening ad *f* 238.36 werd ingenomen door de kosten van advertentie's, circulaires, enz. ten behoeve van de uitgeschreven prijsvraag over de *Bouwhygiène.* Daar de latere uitgaven hieraan verbonden nog al belangrijk zullen wezen, wordt dit bedrag groot *f* 141.60 al vast afzonderlijk vermeld.

Kassa.

Het saldo in kas bedraagt op heden *f* 249.35⁵.

BATAVIA, 1 April 1889.

De Penningmeester,

(w. g.) J. E. DE MEIJIER.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

1 April 1888 tot 1 April 1889.

WINST- EN VERLIESREKENING.

Debet.			**Credit.**		
Contributie bijdrage 1888/89 aan de Instituutkas in Nederland	*f*	1660.—	Per contributie rekening 1887/88 nagekomen	*f*	25.—
Afschrijving van de contributie van een lid over 2 jaar en van een lid die verkeerdelijk als gewoon lid was geboekt	"	65.—	" overige contributie rekeningen, afschrijvingen ten deele door den Raad van Bestuur overgenomen	"	50.—
Afschrijving op de Bibliotheek en meubilair	"	98.—	" contributie rekening 1888/89	"	4175.—
Diverse uitgaven (w. o. de reeds gemaakte onkosten voor een prijsvraag ad *f* 141.60)	"	238.36	" rente rekening	"	442.07
Afdeelingstijdschrift 1887/88	"	662.14	" toevallige baten	"	24.69
Vergaderingen en locaal	"	613.92			
Frankeer- en expeditiekosten	"	164.68			
Aan kapitaalrekening overgebracht saldo	"	1214.66			
	f	4716.76		*f*	4716.76

BALANS.

Aan effecten- en deposito rekening	*f*	8675.—	Per kapitaal rekening	*f*	11483.70
" bibliotheek en meubilair	"	500.—	" premie rekening	"	327.02
" rente rekening	"	270.—	" frankeer- en expeditie kosten	"	175.—
" contributie rekening 1887/88	"	670.—	" Raad van Bestuur	"	173.63⁵
" idem 1888/89	"	1795.—			
" kassa	"	249.35⁵			
	f	12159.35⁵		*f*	12159.35⁵

Gezien en goedgekeurd:

De Commissie van verificatie,

(w. g.) E. M. COLLARD.

(") VAN SCHAIK.

Aldus opgemaakt te BATAVIA, den 1sten April 1889.

De Penningmeester,

(w. g.) J. E. DE MEIJIER.

BEVLOEIING

UIT DE

KALI KENING

IN DE DISTRICTEN

DJATIROGO EN SINGAHAN VAN DE AFDEELING TOEBAN

DER

RESIDENTIE REMBANG.

(Met 17 platen.)

Algemeene beschrijving van den toestand binnen het stroomgebied der Kening (zie Plaat I).

De kali *Kening* in de residentie *Rembang* ontspringt in het district *Sedan* der afdeeling *Rembang*, loopt in Z. O. richting door de districten *Djatirogo* en *Singahan* van de afdeeling *Toeban* en valt tegenover *Bodjonegoro* in de *Solorivier*.

Hare waterscheiding met andere rivieren of affluënten van de *Solorivier* wordt gevormd door zeer laag gebergte van gemiddeld 150 à 200 meter hoogte; het hoogste punt daarvan is de in den N. W. hoek van het stroomgebied gelegen *Boetak* met eene hoogte van 677 M.

De oppervlakte van haar stroomgebied boven *Bodjonegoro* bedraagt 826 KM².

In het district *Sedan* en grootendeels ook in het district *Djatirogo* is de rivier tusschen hooge gronden besloten. Eerst in het zuidelijk gedeelte van laatstgenoemd district nabij de dessa *Bangilan* beginnen hare oevers over eene groote uitgestrektheid uit vlak terrein te bestaan, en dus moet ongeveer op die hoogte het begin der kunstmatige bevloeiing gelegen zijn.

Uit de heuvels, die het terrein omringen, ontspringen een tal van grootere en kleinere riviertjes, die allen in de kali *Kening* uitloopen. Vooral van de linkerheuvelrij wordt veel water afgevoerd, en dewijl de rivier vrij nabij deze heuvels haren weg neemt, zoo kan de daar tusschen gelegen strook grond steeds voldoende van levend water voorzien worden.

Bij de dessa *Ngladjoe* buigt zich de rivier verder van de noordelijke heuvels af en neemt zij ongeveer drie palen lager op den linkeroever haar meest vermogende affluënt, de kali *Nglirip* op, van welke rivier, even boven den bekenden waterval van dien naam, een gedeelte water voor bevloeiing wordt afgeleid.

Bij een in 1880 door den Ingenieur HAMMING ingesteld onderzoek is gebleken, dat nagenoeg alle gronden aan den linkeroever van de kali *Kening* gelegen, bij eenige zorg van het Bestuur, steeds ruim van levend water voorzien kunnen worden.

Voor een klein gedeelte, waar somwijlen gebrek aan water bestond, is daarin in 1880 voorzien door het maken van een duikersluisje in het reeds sedert jaren bestaande reservoir nabij de dessa *Boengoer*, (Gouvernements Besluit van 26 September 1879 No. 17).

Geheel anders is het met de gronden, aan den rechteroever der *Kening* gelegen, gesteld. Dit terrein, dat eene groote uitgestrektheid beslaat, is door hooge gronden ingesloten en hoewel ook van die heuvels door tal van stroompjes water wordt afgevoerd, is die hoeveelheid, in verhouding van de groote uitgestrektheid, die tot sawahs gemaakt kan worden, zoo gering, dat slechts eene smalle aan de hooge gronden grenzende strook, eenigszins nut daarvan trekken kan.

De inlandsche dammen in de twee voornaamste dier riviertjes, de *Kedjoeron* en de *Senorie*, gelegd voorzien hierin zooveel mogelijk.

De groote vlakte evenwel, begrensd door de *Kening* en den rijweg van af *Bangilan* over *Semorie* naar *Kedongkebo*,

is bijna geheel van regens afhankelijk. Wel wordt hierin een weinig tegemoet gekomen door het opdammen der uit de heuvels komende riviertjes, ter plaatse waar deze in de vlakte komen, doch, daar de riviertjes reeds hooger zijn opgedamd, is er alleen sprake van watertoevoer, wanneer zij bij vele en landurige regens — dus in tijden, dat er minder behoefte bestaat — veel water afvoeren.

Dewijl verder deze opdammingen geheel volgens inlandsche wijze geschieden, namelijk door totale afsluiting der riviertjes, zoo hebben zij tevens het nadeel dat òf de dammen bij bandjirs wegslaan, òf al het bandjirwater over de velden loopt, dikwijls tot groot nadeel van het te veld staande gewas.

Behalve het boven vermelde bandjirwater der onderscheidene riviertjes van de westelijke en zuidelijke heuvels komende, treedt ook meestal eens of meermalen per jaar de kali *Kening* buiten hare oevers. Hoewel zij boven vrij hoog de oevers overstroomt en deze overstroomingen meermalen plaats hebben, zoo treedt zij beneden *Sotto* slechts zelden buiten hare oevers en dan tot gemiddeld 1 meter boven de oevergronden. Beneden *Bangilan* houden de overstroomingen nagenoeg op en blijft bij hooge waterstanden de rivier binnen hare oevers.

De tijd van het overstroomen der oevers is zelden langer dan 4 à 6 uren en de bandjirs hebben alzoo een snel verloop.

De gronden bestaan hier allen uit vrij vette klei en leveren voor het grootste gedeelte uitmuntenden bouwgrond op, hetgeen blijkt uit de opbrengst dier gronden in jaren, waarin voldoende regen gevallen is.

De resultaten van een in der tijd door den Ingenieur HAMMING ingesteld onderzoek naar de opbrengst der gronden bij voldoenden watertoevoer zijn in den hier volgenden staat verzameld:

DISTRICT.	NAMEN DER DESSA'S.	Aantal bouws sawahs.	GEMIDDELDE OPBRENGST VAN PADI PER BOUW. in natte jaren: pikol.	GEMIDDELDE OPBRENGST VAN PADI PER BOUW. in droge jaren: pikol.	OPBRENGST IN GELD PER BOUW. in natte jaren.	OPBRENGST IN GELD PER BOUW. in droge jaren.	Verschil in opbrengst per bouw.	Totaal verschil in opbrengst.
Singahan.	Wangloekoelon	332	20	11.5	*f* 60.—	*f* 34.5	*f* 25.5	*f* 8466.—
	Sendang	337	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 8593.5
	Senorie	122	17	8.5	„ 51.—	„ 25.5	„ 25.5	„ 3111.—
	Wangloewetan	276	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 7038.—
	Kaliegedé	40	17	5.5	„ 51.—	„ 16.5	„ 34.5	„ 1380.—
	Djatie	92	17	14.5	„ 51.—	„ 43.5	„ 7.5	„ 690.—
	Medalem	211	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 5380.5
	Léran	200	14.5	11.5	„ 43.5	„ 34.5	„ 9.	„ 1800.—
	Tapen	195	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 4972.5
	Banarang	172	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 4386.—
	Ngladjo	415	20	11.5	„ 60.—	„ 34.4	„ 25.5	„ 10582.5
Djatirogo.	Wadegan	76	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 1938.—
	Doengbaijo	152	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 3876.—
	Medèn	116	17	8.5	„ 51.—	„ 25.5	„ 25.5	„ 2958.—
	Poeloet	20	8.5	7.	„ 25.5	„ 21.—	„ 4.5	„ 90.—
	Kebloekan	177	20	11.5	„ 60.—	„ 34.5	„ 25.5	„ 4513.5
	Kedjoeran	182	14.5	8.5	„ 43.5	„ 25.5	„ 18.	„ 3276.—
	Klakéh	54	14.5	8.5	„ 43.5	„ 25.5	„ 18.	„ 972.—
	Batik	50	14.5	8.5	„ 43.5	„ 25.5	„ 18.	„ 900.—
	Banaran	15	8.5	5.5	„ 25.5	„ 16.5	„ 9.	„ 135.—
	Ngradja	150	20	14.5	„ 60.—	„ 43.5	„ 16.5	„ 2475.—
	Tolok	51	20	14.5	„ 60.—	„ 43.5	„ 16.5	„ 841.5
	Péréng	84	17	14.	„ 51.—	„ 32.—	„ 19.—	„ 1596.—
	Bangilan	149	14	8.5	„ 42.—	„ 25.5	„ 16.5	„ 2458.5
	Doengwaroe	202	16.5	11.5	„ 49. 5	„ 34.5	„ 15.	„ 3030.—
		3870						*f* 76993.5

Daaruit blijkt, dat bij beschikking over eene voldoende hoeveelheid regenwater op eene gemiddelde opbrengst van ± 20 pikols padie per bouw te rekenen valt, en dat het verschil in opbrengst van de 3870 bouws sawah der verschillende dessa's in natte en in droge jaren ongeveer eene waarde van *f* 77000.— vertegenwoordigt.

In den westmoesson worden bij het invallen der regens bijna alle gronden tot sawahs ingericht en met padie beplant; slechts eenige smalle strooken in het midden, de oude door menigvuldige opdammingen verloopen beddingen van rivieren vormende, blijven in de natte maanden onbeplant en zijn dan rawahs; eerst in Maart kunnen deze lage gronden beplant worden.

Daar de regens in deze streek vrij laat invallen en

hiermede de aanvang der bewerking van de gronden verband houdt, kunnen deze eerst tegen het einde van December worden beploegd en zijn eerst tegen het midden van Februari alle velden, met uitzondering der rawahs, beplant.

De gronden nabij de dessa's gelegen worden in den drogen moesson met tweede gewassen of polowidjo beplant, hoofdzakelijk bestaande uit tabak, djagoeng en ketella.

Het terrein heeft een vrij geregelde en vrij sterke helling van West naar Oost.

De meestal onvoldoende hoeveelheid water, door de voornaamste der afflenten van *Kening*, n. m. de *Kedjoeron* en de *Senorie* afgevoerd, had de bevolking al sedert tal van jaren er toe genoopt om te trachten, door middel van opstuwing der kali *Kening* zelve, de gronden aan hare oever te bevloeien; doch immer waren de daartoe ingestelde pogingen nutteloos geweest. Bij elke bandjir van eenige beteekenis sloegen de gelegde dammen weg en was dan de arbeid van tienduizenden heerendienstplichtigen te vergeefs geweest. Van hoeveel belang het benutten van dit kaliwater door de bevolking werd geacht, blijkt uit het feit, dat, hoeveel leergeld zij reeds betaald had, het haar nimmer verdroot, om elk jaar op nieuw te trachten dammen aan te leggen.

Sedert 1878 zijn die pogingen echter gestaakt, daar men eindelijk den moed opgaf en ook omdat men van de toen aangevangen opneming meer afdoende hulp verwachtte.

Reeds herhaalde malen toch had zich het geval voorgedaan dat bij eenigszins langdurige droogte het grootste gedeelte van den oogst mislukte, en dat, zoo al geen hongersnood, dan toch nijpend gebrek aan levensmiddelen daarvan het gevolg was geweest.

Dit is onder anderen in de jaren 1877 en 1881 ondervonden.

Het aanleggen van meerdere irrigatiewerken van blijvenden aard werd daarom ook voor deze streken als hoogst wenschelijk beschouwd.

Aanvang der opnemingen in het belang der verbetering van de bevloeiing en van den waterafvoer.

De wenschelijkheid tot het aanleggen van meer permanente bevloeiingswerken in die streek ook door de Regeering erkend wordende, werd de Ingenieur HAMMING met drie opzichters in de residentie *Rembang* geplaatst, speciaal voor het doen van opnemingen in het belang der irrigatie, en in het laatst van 1878 door genoemden ingenieur de opneming voor de bevloeiing uit de kali *Kening* aangevangen.

Van het geheele aan den rechteroever der *Kening* gelegen en hierboven bedoelde terrein, dat voor bevloeiing uit die rivier in aanmerking kwam, werd eene kaart verwaardigd (Plaat II), waarop de hellingen van het terrein door tranches, die de hoogteverschillen in halve meters aangeven, waren aangeduid.

Verder werden zoo spoedig mogelijk de dagelijksche waarnemingen omtrent waterstanden en afvoeren van de *Kening* aangevangen.

De waarneming geschiedde nabij de dessa *Modjo*, alwaar eene zeer geschikte plaats voor het doen van stroomdrijvingen werd gevonden. Dit punt was ook daarom gekozen, omdat de Ingenieur HAMMING aanvankelijk meende, dat daar ongeveer ook de meest geschikte plaats voor de opdamming der rivier te vinden was. Later is evenwel gebleken, dat de wateropstuwing iets lager, n. l. boven de dessa *Moendrie*, moest geschieden.

Bepaling van het vermogen der Kening.

Van de van 15 December 1878 af tot 24 April 1880 door den Ingenieur HAMMING verkregen uitkomsten omtrent het vermogen der *Kening* is eene graphische voorstelling (Plant III) gemaakt.

Beschouwen we daarop de maanden Januari tot en met April van de beide jaren 1878/79 en 1879/80, in welke maanden, na het tot stand komen van het irrigatieplan, de velden gerekend kunnen worden allen beplant te zullen zijn, en dus de grootste hoeveelheid water noodig te zullen hebben, terwijl daarentegen de maanden November en December voor het bewerken der gronden en het uitzaaien der bibit benut zullen moeten worden, en in die maanden dus slechts een gedeelte van de later benoodigde hoeveelheid water beschikbaar zal moeten zijn.

Uit de bovengenoemde graphische voorstelling kan het volgende staatje worden opgemaakt.

MAANDEN.	**1879.** aantal dagen van elke maand dat de afvoer der Kening heeft bedragen.			**1880.** aantal dagen van elke maand dat de afvoer der Kening heeft bedragen.		
	van 2 tot 4 M³.	van 4 tot 6 M³.	meer dan 6 M³.	van 2 tot 4 M³.	van 4 tot 6 M³.	meer dan 6 M³.
Januari. . . .	6	3	11	7	7	17
Februari. . .	2	6	15	1	—	28
Maart.	—	3	28	—	7	24
April.	3	2½	24½	11½	9	3½

N.B. van 21 Januari tot 5 Februari 1879 zijn geene waarnemingen verricht kunnen worden, omdat bij de in den nacht van 21 op 22 Januari 1879 plaats gehad hebbende geweldige bandjir, de brug, waaraan de peilschaal bevestigd was, wegsloeg, en eerst op 5 Februari daaraanvolgende eene nieuwe peilschaal gesteld was.

Wij zien uit bovenstaande cijfers, dat de meeste dagen der behandelde maanden een watermassa van meer dan 6 M³ opleverden, zoodat het debiet, dat voor de irrigatie benuttigd kan worden, ongeveer op die hoeveelheid is te stellen.

Maximum afvoer.

Zooals hierboven is gezegd, treedt de rivier bij hooge bandjirs enkele malen over eene groote uitgestrektheid buiten hare oevers, en dewijl inde nabij heid van de plaats der drijvingen geen punt te vinden was, waar het water bij de hoogste bandjirs binnen hare oevers bleef, moest de maximum waterafvoer bij benadering berekend worden.

De hoogst bekende waterstand op de plaats der drijvingen, nabij de dessa *Modjo*, is geweest + 7.40 M op de peilschaal aldaar. Dat cijfer werd bereikt in den nacht van 22 Januari 1879 bij een bandjir, die, volgens getuigenis der inlanders, de hoogste was, die zij ooit hadden bijgewoond. Boven de dessa *Ngladjoe* was de rivier toen overal buiten hare oevers getreden; nabij *Modjo* werden de beide oevers over eene gemiddelde breedte van 600 M tot 1 M hoog overstroomd.

Het afvoercijfer der rivier bij die gelegenheid werd door HAMMING benaderd bepaald op ± 400 M³.

Op andere dagen van het bovengenoemde waarnemingstijdperk werden de volgende hooge afvoeren gemeten:

Op	10	Mei	1879	een afvoer	van	127 M³.
„	18	„	„	„	„	102 „
„	23	„	„	„	„	173 „
„	17	Juni	„	„	„	137 „
„	11	Februari	1880	„	„	155 „
„	17	Maart	„	„	„	126 „

Resultaten van latere waarneming.

In 1886 zijn tijdens den bouw van het hoofdkunstwerk (de prise d'eau) der *Kening*-irigatiewerken, en tijdens de verdere voorbereiding van de ontwerpen voor de verdeeling en leiding van het opgestuwde water, de waarnemingen omtrent waterstanden en daarbij behoorende afvoeren van de *Kening* door den Ingenieur DEVAL hervat, en zij worden sedert geregeld voortgezet.

De resultaten dier waarnemingen omtrent den afvoer gedurende de jaren 1886 en 1887 zijn door eene andere graphische voorstelling op Plaat III verduidelijkt.

Maakt men uit die gegevens een staatje als voor de jaren 1879 en 1880 is gedaan, dan vindt men:

MAANDEN.	1886. aantal dagen van elke maand dat de afvoer der Kening heeft bedragen				1887. aantal dagen van elke maand dat de afvoer der Kening heeft bedragen			
	0 tot 2M³.	2 tot 4M³.	4 tot 6M³.	meer dan 6M³.	0 tot 2M³.	2 tot 4M³.	4 tot 6M³.	meer dan 6M³.
Januari.....	9	6	4	4	4	5	8	3
Februari.....	2	3	—	10	—	5	3	20
Maart.....	—	6	3	22	—	3	3	25
April.....	—	9	1	20	—	4	2	24
Mei.....	16	8	3	4	—	3	14	14

N.B. In Januari 1886 zijn geen waarnemingen verricht van 1 t/m 7 en op 25 Januari.

In Februari 1886 zijn van 9/21 geen waarnemingen verricht.

In 1887 zijn de waarnemingen eerst aangevangen op 12 Januari.

Van de in die jaren waargenomen hooge bandjirs zijn belangrijk:

die van	28	Februari.	1886,	waarbij de afvoer	bedroeg	138 M³.
„ „	17 op 18	Maart.	„	„	„	148 „
„ „	18 op 19	April.	„	„	„	244 „
„ „	15	Maart. . .	1887	„	„	300 „
„ „	28 op 29	Maart.	„	„	„	205 „

De grootste der tot nog toe waargenomen bandjirs is dus geweest die van 21 op 22 Januari 1879, toen een afvoer van 404 M³. werd bevonden, hetgeen, daar het stroomgebied der *Kening* ter plaatse van de waarnemingen nabij de dessa *Moendrie* ± 317 KM² bedraagt, dus per KM² stroomgebied 1.26 M³ geeft.

Beschrijving van het irrigatieontwerp.

Zooals reeds boven gezegd is, loopen tot de dessa *Bangilan* de heuvels op korten afstand van de *Kening*. Daar verwijderen zij zich in zuidelijke richting, terwijl de rivier in meer Oostelijke richting doorloopt. Daar begint ook de groote vlakte en komen de gronden in aanmerking om kunstmatig bevloeid te worden. De rijweg van *Bangilan* naar *Senorie* loopt nagenoeg evenwijdig aan de tranches van het terrein (zie plaat II); terwijl van *Senorie* tot *Kedongkebo* de tranches nagenoeg loodrecht door den rijweg gesneden worden.

Het door bovenbedoelden rijweg en de kali *Kening* ingesloten terrein heeft eene oppervlakte van ongeveer 4100 bouws; en daar voor de irrigatie ± 6 M³ water in de *Kening* beschikbaar is, kan men dus per 1000 bouws op ± 1,5 M³ per secunde rekenen, een hoeveelheid, die in verband met de geaardheid van den grond voldoende is te achten.

Bij het ontwerpen der hoofdleiding is later gebleken dat een gedeelte der bovengenoemde 4100 bouws door hooge ligging niet uit die leiding te irrigeeren is, en het aantal bouws tot 3810 teruggebracht moet worden, en voor deze dus ongeveer 1.6 M³ per 1000 bouws beschikbaar komt.

De gronden, die ten westen van het ontworpen hoofdkanaal uit de *Kening* gelegen zijn, zullen later bevloeid moeten worden uit de riviertjes *Kedjoeron* en *Senorie*.

Het spreekt van zelf dat bij de veranderlijke watermassa, die de *Kening* afvoert, de watertoevoer voor de bevloeiing naar omstandigheden moet kunnen geregeld worden. Hieruit volgt dat bij den stuwdam in de *Kening* eene inlaatsluis met beweegbare waterkeering moest komen.

Verder is het terrein door de riviertjes, die het doorsnijden, en die als de natuurlijke afvoerwegen van het regen- en irrigatiewater zijn aangewezen, van zelf in

verscheidene vakken van grootere of kleinere afmetingen verdeeld, en was daardoor ook met behulp van de op de kaart getrokken hoogtelijnen, de algemeene richting der secundaire leidingen, die het water aan het hoofdkanaal ontnemen, van zelf aangegeven.

Elk der secundaire leidingen is aan hare aanmonding in het hoofdkanaal van een kunstwerk (inlaatsluis) voorzien; terwijl daar in het hoofdkanaal schotbalk-inrichtingenz ijn ontworpen, waardoor men het in de macht heeft om elk afzonderlijk terreinvak, onafhankelijk van het geheel, naar goedvinden van water te voorzien. Dit is vooral wenschelijk om in tijden van weinig afvoer in de *Kening* door eene zuinige waterverdeeling het bewerken der velden mogelijk te maken.

Een hoofdvereischte van het irrigatieplan was, dat het ook een behoorlijken waterafvoer verzekerde, zoodat geen nadeel van overstroomingen meer ondervonden werd.

Wel is waar valt hierdoor nu en dan het voordeel weg, dat de velden met vruchtbaar slib worden bezet, doch het is niet mogelijk voor het goed in stand blijven der kunstwerken en van het leidingnet te zorgen, wanneer nu en dan alles door geweldige watermassa's wordt overstroomd.

Trouwens bij de berekening der irrigatieleidingen is getracht in deze eene zoodanige snelheid te behouden, dat nederzetting van het medegevoerde slib in die leidingen voorkomen wordt, zoodat altijd een gedeelte daarvan op de velden zal worden gebracht.

Plaats van de stuw.

Hoe wenschelijk het ook was om den dam tot opstuwing van het *Kening*-water op eene plaats te leggen, waar het omliggend terrein bij hooge waterstanden niet geïnundeerd wordt, zoo was het onmogelijk eene zoodanige plaats te vinden, om de eenvoudige reden dat boven de dessa *Bangilan* de hooge bandjirs het aangrenzende terrein overal onder water zetten, en de stuwdam natuurlijk boven de genoemde dessa moest liggen, zullen reeds dáár de gronden bevloeid kunnen worden.

Zelfs al werd de dam gelegd op eene plaats, waar geene overstroomingen meer voorkomen, dan zou, daargelaten het verlies van bevloeibaar terrein, door de onvermijdelijke verhooging van den waterspiegel bovendams, het nu bandjirvrije terrein toch overstroomd worden, omdat nu reeds overal het water bij de hoogste standen tot maaiveldshoogte reikt. Ten einde nutteloos grondverzet te vermijden en de lengte van de leiding, van de stuw af tot aan de plaats, waar het water op de velden komt, tot een minimum te brengen, is getracht de stuw zoo dicht mogelijk bij de bevloeibare gronden te brengen. De geschikte plaats werd gevonden even boven de dessa *Moendrie*, waar eene bocht in de rivier eene uitstekende gelegenheid aanbood om het kunstwerk in den drooge te bouwen, en door vergraving van den grond later het water over de stuw te voeren.

De hoogte van het terrein is hier ongeveer — 5.50 M. en het water bereikt bij bandjirs eene hoogte van — 4.50 M (1).

Bepalingen der stuwhoogte.

Bij *Bangilan* is de hoogte der sawahgronden ongeveer — 7.70 M.

Stelt men nu de volgende eischen:

1e. dat het water in de hoofdleiding ter hoogte van *Bangilan* met die sawahgronden aldaar moet overeenkomen.

2e. dat de waterdiepte in het hoofdkanaal moet bedragen 1.35 M.

3e. dat de taluds der leiding moeten zijn $1^1/_2$ op 1.

4e. dat de gemiddelde snelheid van het doorstroomende water, ter voorkoming van slibneerzetting, moet bedragen 0.70 M per secunde.

5e. dat het kanaal over dat eerste gedeelte van zijn loop in maximum moet kunnen afvoeren 6.2 M^3,

dan vindt men, dat aan het kanaalprofil eene bodembreedte van 4,50 M moet gegeven worden, en dat het verhang moet zijn 0.000338, gevende over 1800 M. een verval van 0,60 M.

De waterstand in de leiding onmiddelijk achter de inlaatsluis moet dus zijn — 7.70 + 0.60 = — 7.10 M.

Verder voor het noodige drukverlies in de sluis een hoogte van 0.25 M aannemende, dan moet de waterstand vóór de sluis, en dus de bovenkant van de stuw liggen op — 7.10 + 0.25 = — 6.85 M.

Dit laatste cijfer is dan ook voor de hoogte van den bovenkant der stuw aangenomen.

Bij den afvoer van 6.2 M^3. door de *Kening* moet dus al het rivierwater door de hoofdleiding worden opgenomen.

De lengte van den stuwdam is aangenomen op 60 M, nadat uit eene ingestelde berekening gebleken was, dat, om bij bandjirs zoo weinig mogelijk verandering in bestaande toestanden te weeg te brengen, d. w. z. om het aantal overstroomingen der oevers door het maken van de stuw niet te vermeerderen, aan dien dam eene lengte van ongeveer 54 M. moest gegeven worden.

In het eerste door den ingenieur HAMMING opgemaakte ontwerp van den stuwdam was gerekend, dat ook bij de hoogst te verwachten bandjirs al het rivierwater over de eigenlijke stuw zou gevoerd worden, en dus geene zijdelingsche afstrooming van het water zou kunnen plaats hebben.

Daarvoor zou het noodig zijn geweest om, in aansluiting met den stuwdam, eene bedijking van de lage aangrenzende gronden te maken. Op den rechteroever zou dit geen bezwaar opleveren, omdat dáár de heuvelgronden onmiddelijk aan de kali sluiten.

Aan den linkeroever evenwel zou eene vrij lange bedijking noodig zijn geweest en wel bovenstrooms van de stuw af tot aan den grooten weg en benedenstrooms van de stuw tot aan den weg van *Bangilan*.

(1) Tot algemeen waterpasnulvlak is aangenomen de bovenkant van den bout in den steenen paal der dessa Modjo.

Bij het Departement der Burgerlijke Openbare Werken werd het nut van dien maatregel niet ingezien en vermeend, dat, indien door ophooging van het terrein of door het maken van een kleinen dijk gezorgd werd dat het water niet onmiddelijk achter de stuw kon loopen, de overstroomingen bij de allerhoogste standen (die nu óók voorkomen) niet veel kwaad kunnen doen, daar het water over lage gronden loopt en weer in de rivier terugstroomt. Afsluiting van dien weg voor het bandjirwater moet hoogere en landuriger overstroomingen van de dessa *Sotto* ten gevolge hebben.

In het eindontwerp voor de prise d'eau, door den Ingenieur DEVAL opgemaakt, is dan ook de bedijking op den linkeroever weggelaten, waardoor bij grooten toevoer van water niet alles over den stuwdam zal loopen, maar een gedeelte, evenals vóór het tot standkomen van den stuwdam gebeurde, zich over het maaiveld verspreiden zal.

Zooals op Plaat IV te zien is, heeft de stuw eene kruinsbreedte van 1 M, een ojiefvormig stortvlak, opgemetseld van bergsteen in basterd tras, aan de oppervlakte voorzien van eene éénsteens rollaag van waalklinkers in portland cement. Deze rollaag wordt door twee banden hardsteen in drie vakken verdeeld, ten einde, bij mogelijke beschadigingen, deze plaatselijk te beperken. De damkruin wordt geheel met hardsteen belegd en de teen van het stortvlak van eene 0.44 M breede strook van hetzelfde materiaal voorzien.

De grondlaag, waarop het damlichaam is ontworpen, is van voldoende vastheid om onmiddellijk het kunstwerk te dragen; alleen is, ter voorkoming van onderloopschheid, zoowel aan de vóór- als aan de achterzijde eene rij damplanken en daartegen aan een 1 M dikke koffer aangebracht.

Het geheele stortvlak is de stuwdam medegerekend, 20 M. breed. De benedenste 10 M bestaan uit eene 0.90 M. dikke laag metselwerk van bergsteen, aan het benedeneinde afgesloten door een koffermuur, die tot ÷ 13 M. reikt.

Die laag metselwerk is door 1 M. dikke muren, die tot op ÷ 12 M. gefundeerd en van boven door éénsteenrollagen van Europeeschen steen afgedekt zijn, in vakken verdeeld, die in verband verspringen.

Sluitende aan het stortvlak is eene stortkom gemaakt, ten einde de kracht van het over de stuw stortende water gelegenheid te geven zich in die kom uit te putten en de vernielende werking van dat water, die altijd aan den teen van dergelijke ojiefvormige stortvlakken te verwachten is, tegen te gaan.

Beneden de stortkom zijn over eene lengte van 5.50 M. de bodem en de taluds der rivier verdedigd door eene steenstorting, besloten tusschen in verband verspringende rijen perkoenpalen, welke voorziening ook tegen de taluds der rivier ter zijde van de stortkom is aangebracht.

Inlaatsluis.

Ter berekening van de wijdte der inlaatsluis, is gebruik gemaakt van de formule.

$$Q = \mu\ a\ b\ \sqrt{2g\ [H\text{-}h]}$$

waarin Q is de door de sluis af te voeren hoeveelheid water = 6.2 M³.

μ de contractiecoëfficient, te stellen op 0 60.

a de hoogte van de doorstroomingsopening of de afstand van den drempel der sluis tot den onderkant van den bovenaanslag, hier = 1.35 M.

b de breedte van de doorstroomingsopening.

g de versnelling van de zwaartekracht.

$H\text{-}h$ het verschil in waterstand vóór en achter de schuiven (zoo als hierboven gezegd is, aangenomen op 0.25 M).

Deze waarden substitueerende, verkrijgt men $b = 3.46$ M, waarvoor zijn genomen 2 openingen, elk wijd 1.75 M. of te zamen 3.50 M.

De inlaatsluis is (zie Platen IV en V) zoo nabij de monding van het hoofdkanaal geplaatst als mogelijk is, om de nadeelige gevolgen van een voorkanaal, dat altijd opslibt, te voorkomen.

Voor de beweegbare waterkeeringen zijn genomen plaatijzeren schuiven, die haar aanslag op de sluisvloer vinden op een daarin ingemetseld ⊤ ijzer, terwijl ook voor de zijaanslagen sponningen van ijzer zijn aangebracht.

Bij de samenstelling, zoowel van de schuiven, aanslagen en sponningen als van de windwerken, is die van de beweegbare waterkeeringen, welke bij de *Sampean* in *Besoeki* toegepast zijn, gevolgd en de détails daarvan zijn op Plaat VI nader aangegeven.

Het geraamte van elk der schuiven bestaat uit 3 horizontaal aangebrachte getrokken I ijzers in het midden, en twee ⊔ ijzers aan de boven- en benedenzijde. De onderlinge afstanden dezer ribben bedragen van beneden naar boven respectievelijk 0.35, 0.30, 0.45 en 0.50 M.

Aan de rivierzijde zijn tegen de flenzen dezer ribben 2 verticale ijzeren platen aangebracht, die in het midden door eene laschplaat met elkander vereenigd zijn.

Vóór de schuiven zijn de sluismuren van sponningen voorzien, ter aanbrenging van schotbalken, als de ijzeren schuiven of de sluisvloeren herstelling vorderen.

Onder de waterkeeringen van de sluis is een koffer aangebracht, die tusschen damplanken opgesloten is en over de volle lengte van den frontmuur doorloopt.

Ook aan het benedeneinde van de sluis is een dergelijke koffer aangebracht.

Elk der sluisopeningen, 5 M lang, 1.75 M breed en tot aan de geboorte van het gewelf 1.35 M hoog, wordt door een tweesteen dik segmentvormig gewelf van waalklinkers in portland cement overdekt en daarboven voorzien van eene aanrazeering van bergsteen in portland cement.

De sluisvloer bestaat uit een éénsteen dik omgekeerd gewelf, eveneens van waalklinkers in portland cement; zij

is naar achteren 5 M. verlengd en aan weerszijden voorzien van zijmuren, reikende tot — 6.10 M.

Zooals op de situatieteekening (Plaat IV) is te zien is de inlaatsluis aan den rechteroever der *Kening*, op ongeveer 140 M bovenstrooms van den stuwdam, om haar buiten het bereik der vóór dien stuwdam te verwachten opslibbing te houden.

Na voltooing dezer beide kunstwerken wordt in de oude bedding van de *Kening* op het smalste gedeelte van de bocht een aarden afsluitdijk gelegd met eene kruinsbreedte van 10 M en taluds van 2 op 1. Deze aarden dam wordt door keerdijken met den stuwdam en de inlaatsluis verbonden.

Voor verdere bijzonderheden van de samenstelling der werken aan de prise d'eau der *Kening*leiding wordt naar de Platen IV en V verwezen.

Hoofdleiding met daartoe behoorende kunstwerken.

Zooals hierboven reeds is gezegd, heeft de hoofdleiding, met een maximum vermogen van 2.6 M³ per secunde, over het eerste gedeelte van haar loop een verhang van 0.000338 en heeft zij daarvoor eene bodembreedte van 4.50 M, taluds van $1^1/_2$ op 1 en eene waterdiepte van 1.35 M.

Spuiinrichting bij K. M. 1,850.

Op 1850 M beneden de inlaatsluis, is eene spuiinrichting ontworpen, ten einde in de gelegenheid te zijn het eerste gedeelte der hoofdleiding, waar gewoonlijk de meeste neerzetting van vaste stoffen te verwachten is, die bij hoogwater in de *Kening* en weinig geopende schuiven de inlaatsluis binnendringen, te kunnen spuien. In de hoofdleiding zelve is, in aansluiting met die spuiinrichting, een schotbalksluis ontworpen (zie Plaat VII), waardoor dat bovenpand van de hoofdleiding geheel van het overige gedeelte afgesloten en dus het door de inlaatsluis binnengelaten water door de spuisluis weer geheel op de *Kening* geloosd kan worden.

Worden dan bij die gelegenheid in dat bovenpand van de leiding koelies met patjols geplaatst, die de op den bodem der leiding bezonken stoffen losmaken en in beweging houden, dan kan op deze wijze het schoonmaken der leiding zeer gemakkelijk en snel geschieden.

Overal waar daartoe gelegenheid bestond, zijn ook bij de overige kunstwerken inrichtingen getroffen om de hoofdleiding op verschillende afstanden te kunnen spuien.

Inlaatsluis bij K. M. 2.330 voor de secundaire leiding I_1.

Bij kilometer 2.330 heeft de eerste aftapping uit de hoofdleiding plaats ten behoeve van het stuk gemerkt I_1 groot 700 bouws. Daartoe is op den linkeroever van de hoofdleiding eene inlaatsluis ontworpen, in staat om 1.1 M³ per secunde door te laten bij de aangenomen waterdiepte van 1.35 M in de hoofdleiding. In aansluiting met die inlaatsluis is in de hoofdleiding weder eene schotbalkinrichting ontworpen (zie Plaat VII) ten einde zooals hierboven reeds opgemerkt is, de gelegenheid te hebben om, ook bij onvoldoenden toevoer van water, beurtelings elk der te irrigeeren vakken van besproeiingswater te kunnen voorzien.

Beneden K. M. 2.330 gaat de hoofdleiding, tot aan de tweede aftapping daaruit, met een vermogen van 6.2 — 1.1 = 5.1 M³ door; de waterdiepte is op 1.35 M en eveneens de gemiddelde snelheid 0.70 M. gebleven; de bodembreedte is echter van 4.50 M overgegaan in die van 3.40 M

Syphonduiker bij K. M. 3.690 onder de kali Kedjoeron.

Bij K. M. 3.690 moet de hoofdleiding de kali *Kedjoeron* kruisen, en dit kan, wegens de in de rivier voorkomende hooge waterstanden, niet anders geschieden dan door de hoofdleiding door middel van een syphon onder de *Kedjoeron* heen te voeren.

Ten einde de kosten van dat kunstwerk zoo gering mogelijk te maken is de koker van die syphon van beton ontworpen, waarin eene gemiddelde snelheid van 1.50 M. veilig toe te laten is. De doorsnede der syphon is cirkelvormig genomen en moest dus zijn

$$F = \frac{Q}{V} = \frac{5.1}{1.5} = 3.4 \text{ M}^2$$

en derhalve de diameter of $D = 2.08$ M.

Aan den bovenmond van de syphon is [zie Plaat VIII] een stortkom ontworpen, waarin de door het water medegevoerde vaste stoffen kunnen bezinken, zoodat zij niet in den koker worden gevoerd.

Eveneens is aan het benedeneinde van de syphon eene ruime kom ontworpen, waarin de overtollige snelheid van het water gebroken wordt, alvorens dit verder door de hoofdleiding gaat.

De toepassing van de syphon heeft natuurlijk een vervalverlies in de leiding ten gevolge, dat hier ongeveer 0.28 M. bedraagt, samengesteld als volgt:

1e. drukverlies door de storting van het water in de kom aan den bovenmond, daarbij is

$$Q = \mu\, b\, \sqrt{2g} \left\{ {}^2/_3 \left[(h_1 + k)^{3/2} - k^{3/2} \right] + (h - h_1)(h_1 + k)^{1/2} \right\}$$

Voor $Q = 5.1$, $b = 4$, $h = 1.35$, $\mu = 0.8$ en

$$k = \frac{0.72}{2g} = 0.025$$

wordt $h_1 = 0.05$ M.

2e. drukverlies, noodig voor het teweeg brengen der snelheid van 1.50 M. in den syphonkoker, waarbij wegens de ruime stortkom, de snelheid van het aankomende water verwaarloosd wordt:

$$h_2 = \frac{v^2}{2g} = \frac{2.25}{19.6} = 0.12$$

3e. drukverlies aan den mond van den syphonkoker (contractie bij den profilsovergang)

$$h_3 = \mu \frac{v^2}{2g}$$

waarin μ voor goed afgeronde monding op 0.085 kan gesteld worden:

$$h_3 = 0.085 \frac{2.25}{19.6} = 0.01 \text{ M.}$$

4e. drukverlies ter overwinning van de wrijving in den syphonkoker.

$$h_4 = \alpha \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2g}$$

waarin volgens Darcy

$$\alpha = 0.01989 + \frac{0.0005078}{d}$$

voor nieuwe buizen. Wegens later te verwachten aanzettingen is het, volgens Darcy, beter een zekerheidscoëfficient 2 te nemen en dan wordt,

daar $l = 39$ M $d = 2{,}08$ M
en $v = 1{,}5$ M is

$$h_4 = \left(0.03978 + \frac{0{,}001056}{2.08}\right) \times \frac{39}{2.08} \times \frac{2.25}{19.6}$$

waaruit $h_4 = 0.0866$ zegge 0.09 M.

5e. eindelijk eenig drukverlies, door de bochten te verwachten, uitgedrukt door

$$h_5 = \mu_1 \frac{v_2}{2g}$$

waarin $\mu_1 = 0.9457 \sin^2 \frac{\delta}{2} + 2.047 \sin^4 \frac{\delta}{2}$ gevende voor $v = 1.5$ en $\delta = 10°15'$ $h_5 = 0.008$ of ongeveer 0.01 M.

Het totale drukverlies of het verschil in boven- en beneden waterstand bij den syphon is dus:
$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 0.05 + 0.12 + 0.01 + 0.09 + 0.01 = 0.28$ M.

Zooals uit de teekening te zien is, bestaat de eigenlijke syphonkoker uit beton van portland cement, omgeven door metselwerk in breuksteen en van boven afgedekt door een rollaag van gebakken inlandschen steen.

Bij de boven- en de beneden-stortkom zijn sponningen aangebracht, waarin schotbalken gelaten kunnen worden, ten einde den syhonkoker gemakkelijk te kunnen droogleggen en nazien.

Bij de bovenste schotbalkinrichting is aan den linkeroever in den zijmuur de aanmonding van eene ijzeren buis van 0.40 M. middellijn ingemetseld, die door eene beweegbare schuif is afgesloten; hierdoor is gelegenheid tot spuiing op de *Kedjoeron* gegeven.

Inlaatsluis bij K. M. 4.180 voor de secundaire leidingen I_2. en I_3.

De hoofdleiding gaat na het verlaten van den syphonduiker met het oorspronkelijk profiel door tot aan de eerstvolgende aftapping bij K. M. 4.180, waar ten behoeve van de bevloeiing der terreinstukken I_2 en I_3 eene gekoppelde inlaatsluis [zie Plaat VIII] is ontworpen, die voor die stukken, groot 1280 en 263 bouws respectievelijk 2.1 M³ en 0.4 M³ water aan de hoofdleiding ontnemen; waardoor de afvoer in die hoofdleiding beneden dat punt $5.1 - 2.5 = 3.6$ M³ blijft.

In verband met dien verminderden afvoer is aan de hoofdleiding van K. M. 4.180 tot 6.680 bij eene waterdiepte van 1.20 M eene bodembreedte van 1.55 M en een verhang van 0.00049 gegeven, waarbij eene gemiddelde snelheid van 0.65 M. past.

Aquaduct bij K. M. 6.170 over de kali Taoenan.

Bij K. M. 6.170 gaat de leiding met een aquaduct over de kali *Taoenan*.

De samenstelling van dat aquaduct blijkt uit Plaat VIII.

De bak bestaat uit in elkaar geploegde planken op onderlinge afstanden van 1 M. besloten door djatihouten ramen, die op hun beurt op 4 ijzeren liggers rusten.

Ter bescherming tegen de invloeden van het weer, is een dak van gegolfd gegalvaniseerd ijzer over den bak heen gebracht. Aan beide zijden van het aquaduct zijn *loopplanken* op de verlengde dwarsliggers gelegd, waardoor het toezicht hebbend personeel zich langs het kunstwerk kan bewegen.

Ter berekening van de afmetingen der samenstellende deelen van het aquadnct is men als volgt te werk gegaan.

Het aquaduct moet kunnen afvoeren 2.6 M³. De waterhoogte in den bak op 1 M en den bodem van het aquaduct op gelijke hoogte met den bodem der leiding bovenstrooms nemende, dan heeft men een verval in den bovenmond van 0.20 M.

Past men dan de formule toe $Q = \mu b h \sqrt{2g(h_1 + k)}$, waarin $Q = 2.6$, $h = 1$, $h_1 = 0.20$ en $k = \frac{0.65^2}{2g} = 0.021$ dan verkrijgt men voor b of de breedte van het aquaduct $=$

$$\frac{Q}{\mu k \sqrt{2g(h_1 + h)}} = 1{,}92 \text{ M.}$$

en voor de gemiddelde snelheid van het water in den bovenmond van het aquaduct:

$$\frac{Q}{F} = \frac{2.6}{1.92} = 1.36 \text{ M.}$$

Om deze snelheid in het aquaduct te behouden moet in zijn waterspiegel een verhang zijn, bepaald uit:

$$I = \frac{v^2}{c^2 R} \quad \text{waarin } v = 1.36$$

$$R = \frac{1.92}{3.92} = 0.49$$

en c voor niet geschaafde houten wanden $= 67.8$.

dan wordt $I = 0.00082$

of over eene lengte van 11 M het verval in het aquaduct $= 0.009$ zegge 0.01 M en dus totaal verschil in waterspiegel aan den boven- en den benedenmond van het aquaduct $= 0.20 + 0.01 = 0.21$ M.

Voor den gang der verdere berekening wordt verwezen naar die van het aquaduct van gelijksoortige samenstelling bij K. M. 10.710 over de vereenigde kali's *Sanaran* en *Senorie*.

De ijzeren liggers rusten op hardsteenen neuten, die in de landhoofden gemetseld zijn.

De waterdichte sluiting bij de uiteinden van het aquaduct wordt verkregen door aangebrachte lappen lood, die met het eene einde tusschen de beplanking bevestigd en verder in het muurwerk der landhoofden gemetseld zijn.

Zoowel aan de boven- als aan de benedenzijde, zijn sponningen in het metselwerk aangebracht, om het kunstwerk te kunnen afsluiten, of om den waterstand daarin te kunnen regelen. Bij de bovenstroomsche schotbalkinrichting is ook de aanmonding van eene spuibuis, om het daarboven gelegen pand der leiding op de kali *Taoenan* te kunnen spuien.

Inlaatsluis bij kilom. 6.680 voor de secundaire leiding I_4.

Bij kilometer 6.680 heeft weer eene aftapping uit de hoofdleiding plaats ten behoeve van het vak I_4, groot 650 bouws, en ook daar is eene gekoppelde inlaat- en schotbalksluis ontworpen, in samenstelling nagenoeg geheel gelijk aan de voorgaanden bij kilom. 2330 en kilom. 4.180. Eene nadere beschrijving daarvan kan dus overbodig geacht en met eene verwijzing naar de teekening van dat kunstwerk (Plaat VII) volstaan worden.

Omtrent die inlaatsluizen valt echter op te merken dat de daarvoor aangebrachte schuiven niet door windwerken, doch eenvoudig door middel van eene daaraan bevestigde ijzeren stang, uit de hand kunnen bewogen worden. Aan het ondereinde der schuiven is in het midden eene lichte ijzeren ketting bevestigd, mede tot het ophalen der schuiven dienende. Die ketting loopt door eene op den buitensten ligger der brugjes bevestigde oogbout en de schuif kan door het steken van een ijzeren pen of hangslot in den schalm der ketting buiten de oogbout, in elken gewenschten stand gehouden worden.

Daar waar de openingen der inlaatsluizen wijder dan 1 M. moeten zijn, en dus de beweging der schuiven uit de hand eenigszins bezwaarlijk zou vallen, wordt de sluisopening door een verticaal in de opening geplaatste ijzeren rail in twee gelijke openingen van kleinere afmetingen verdeeld, die elk afzonderlijk door eene schuif gesloten kunnen worden.

Van kilom. 6.680 af, waar de aftapping ten behoeve van 650 bouws (vak I_4) plaats heeft, tot kilom. 8.890 is de afvoer van de hoofdleiding $2.6 - 1.1 = 1.5$ M³. per secunde geworden. De waterdiepte is over dat gedeelte 1 M; ook de bodembreedte is tot 1 M. verminderd en het daarbij passende verhang 0.000616 geworden, terwijl de gemiddelde snelheid 0.60 M is.

Aquaduct bij kilom. 8.280 over de kali Sendang.

Bij kilom. 8.280 gaat de hoofdleiding met een afvoer van 1.5 M³. over de kali *Sendang* door middel van een aquaduct van gelijke samenstelling als dat over de kali *Taoenan* [zie Plaat VIII]. Alleen zijn hier, omdat de wijdte tusschen de landhoofden 9.30 M. moest bedragen, voor de ondersteuning van den bak ijzeren liggers van 10.50 M. toegepast, waarvan het aantal, in verband met de belasting op 5 gesteld moest worden.

Eene gelijke berekening als die voor het aquaduct *Taoenan* deed zien dat bij eene waterdiepte in het aquaduct van 0.85 M. daarbij eene breedte behoorde van 1.50 M., eene gemiddelde snelheid van 1.18 M. en eene drukverlies of verschil in waterspiegel in de leiding aan het boven- en het benedeneinde van het aquaduct van 0.16 M.

Inlaatsluis voor de secundaire leiding I_5 bij kilom. 8.890.

Bij kilom. 8.890 wordt ten behoeve van het vak I_5 groot 550 bouws 0.9 M³. water aan de hoofdleiding onttrokken, door eene inlaatsluis met daaraan gekoppelde schotbalksluis (zie Plaat VII) geheel gelijk in samenstelling met die voor het vak I_4 bij kilom. 6.680.

Van kilom. 8.890 af tot kilom. 10.710 bedraagt de afvoer van de hoofdleiding $1.50 - 0.90 = 0.60$ M³.

Aquaduct over de vereenigde Banaran en Sinorie bij kilom. 10.710.

Ten einde eene geschikte gelegenheid te verkrijgen voor het overbrengen der leiding over de kali *Senorie*, na hare samenvloeiing met de kali *Banaran* en niet twee kunstwerken noodig te hebben, zijn aan de leiding de volgende afmetingen moeten worden gegeven, 0.95 M. bodembreedte, 0.60 M. waterdiepte, gemiddelde snelheid 0.55, waarbij het verhang van 0.00109, paste. Met die gegevens was het mogelijk den overgang ongeveer 50 M. beneden de samenvloeiing van de *Banaran* en de *Senorie* te doen plaats hebben, door middel van een aquaduct als op plaat IX is aangegeven, met een wijdte tusschen de landhoofden van 10 M.

De waterdiepte in het aquaduct is aangenomen op 0.50 M. dus een verval in den waterspiegel aan den bovenmond van het aquaduct van 0.10 M. Hieruit werd gevonden voor de breedte van het aquaduct:

$$b = \frac{Q}{\mu\, h \sqrt{2g\,(h_1 + k)}}$$

waarin $Q = 0.60$, $h = 0.50$, $\mu = 0.65$. $h_1 = 0.10$

$$\text{en } k = \frac{0.55^2}{2g.} = 0.015.$$

gevende na substitutie

$$b = 1.32 \text{ M.}$$

terwijl de gemiddelde snelheid in den aquaductmond of $\frac{Q}{b\ h} = 0.91$ M. werd gevonden. Om deze snelheid in het aquaduct te behouden moet daarin een verhang zijn $I = \frac{v^2}{c^2 R}$

$$\text{waarin } v = 0.91\ R = \frac{1.32 \times 0.5}{1.32 + (2 \times 0.50)} = 0.284$$

waarbij c wordt voor ongeschaafde planken $= 64.8$ en dus $I = 0.000694$, gevende over de lengte van 15 M. van het aquaduct een verval van $15 \times 0.000694 = 0.01$ M. dus totaal vervalverlies $0.10 + 0.01 = 0.11$ M.

Het gewicht van het aquaduct bestaat uit:

1e aan hout, 6.922 M³ wegende			4193 Kg.
2e dakbedekking	„	±	250 „
3e water $0.5 \times 1.50 \times 10 \times 1000$		=	7500 „
	te zamen		11943 Kg.

Bij gelijkmatig verdeelde belasting kan een ijzeren ligger dragen $P = \frac{8WT}{el}$ waarin $\frac{WT}{e} = 560000$ uitgedrukt in cm.

$l = 10000$

en dus wordt $P = 4480$ Kg.

waarvan afgaat 660 „ voor eigen gewicht

blijft 3820 Kg. voor belasting

$\frac{11943}{3820} = 3$

Er moesten dus 4 liggers van 11 M. lengte met eene vrijdragende lengte van 10 M. worden toegepast.

De samenstelling van dit aquaduct is, ook wat zijn spuiinrichting betreft, vrij wel gelijk aan die der overigen, welke hiervoren beschreven zijn.

Na de kali *Senorie* bij kilom. 10.710 overgegaan te zijn, gaat de hoofdleiding over in de secundaire leiding I_6 voor het vak groot 370 bouws.

Op den hieronder volgenden staat zijn de veranderingen in profilsinhoud, waterdiepte en verhang van de hoofdleiding verzameld.

LENGTE DER VAKKEN IN METERS.	Hoeveelheid water afgevoerd per 1" in M³.	Snelheid van 't water in het vak per 1" in M.	Verhang.	Verval per vak in M.	Bodembreedte der leiding in M.	Waterdiepte in het vak in M.	Waterstand aan het eind der vakken.	Bodem aan het eind der vakken.
Hoofdinlaatsluis = 0	6.2	—	—	—	4.50	1.35	÷ 7.10	÷ 8.45
0—2330	6.2	0.70	0.000338	0.79	4.50	1.35	÷ 7.89	÷ 9.24
2330—3690	5.1	0.70	0.000374	0.51	3.40	1.35	÷ 8 40	÷ 9.75
Syphonduiker bij								
3690—3730	5.1	1.50	—	0.28	Doorsnede	= 3.4 M²	÷ 8.68	÷ 10.03
3730—4180	5.1	0.70	0.000374	0.17	3.40	1.35	÷ 8.85	÷ 10.20
4180—6170	2.6	0.65	0.000490	0.98	1.55	1.20	÷ 9.83	÷ 11.03
Aquaduct Taoenan	2.6	1.36	0.000820	0.21	1.92	1.—	÷ 10.04	÷ 11.04
6170—6680	2.6	0.65	0.000490	0.25	1.55	1.20	÷ 10.29	÷ 11.49
6680—8280	1.5	0.60	0.000616	0.99	1.—	1.—	÷ 11.28	÷ 12.28
Aquaduct Tendang	1.5	1.18	0.000778	0.16	1.50	0.85	÷ 11.44	÷ 12.29
8280—8890	1.5	0.60	0.000616	0.38	1.—	1.—	÷ 11.82	÷ 12.82
8890—10710	0.6	0.55	0.001090	1.98	0.95	0.60	÷ 13.80	÷ 14.40
Aquaduct Senorie	0.6	0.91	0.000694	0.11	1.32	0.50	÷ 13.91	÷ 14.41

N.B. Bij 2330 aftapping van 1.1 M³. voor 't stuk I_1 van 700 bouw.
Bij 4180 aftapping van 2.5 M³. voor de stukken I_2 van 1280 en I_3 van 260 bouw.
Bij 6680 aftapping van 1.1 M³. voor het stuk I_4 van 650 bouw.
Bij 8890 aftapping van 0.9 M³. voor 't stuk I_5 van 550 bouw.
Beneden 't aquaduct *Senorie* gaat de hoofdleiding over in de secundaire leiding van 't stuk I_6 van 370 bouw.

Langs de leiding is aan den linkeroever een weg aangelegd, gaande van de opzichterskeet bij de hoofdinlaatsluis naar den weg van *Bangilan* dus tot kilom. 2.040. Die weg is ter breedte van 3 M verhard. De daarin noodige bruggen zijn van hout en hebben eene wijdte tusschen de leuningen van 4 M.

Van kilom. 2.040 is verder langs de geheele leiding aan den linkeroever ten behoeve van het toezichthebbend personeel, een niet verhard voetpad aangelegd, ter breedte van $2^1/_2$ M tusschen de dijkjes.

De daarin noodige bruggen, eveneens van hout, (behalve de overgang over de spuiinrichting bij kilom. 1.850, die, als een onderdeel van het kunstwerk, uit een gewelf bestaat) hebben eene wijdte van 2 M tusschen de leuningen; terwijl daar waar de leiding bestaande wegen of voetpaden moest doorsnijden, houten bruggen van zoodanige wijdte tusschen de leuningen zijn ontworpen als met de belangrijkheid dier wegen overeenkwam. Bij de aquaducten zijn op dezelfde wijze loopplanken aangebracht als bij het eerste aquaduct over de kali *Taoenan* is vermeld. Bij de kruising van de hoofdleiding met de kali *Kedjoeron* door middel van een syphon, is de gemeenschap langs den weg daargesteld door eene houten loopbrug (zie teekening van de syphon Plaat VIII) op ongeveer 10 M benedenstrooms van dat kunstwerk geplaatst.

Verder is langs den rechteroever der hoofdleiding, over de volle lengte daarvan of 10700 M, eene bermsloot gegraven met een gemiddeld profiel van $2^1/_2$ M²; terwijl de dam tusschen de leiding en die bermsloot eene kruinsbreedte van 3 M verkrijgt en overal minstens 0.30 M

boven den hoogsten waterstand, die in de leiding te verwachten is, ligt.

Voor sommige kunstwerken, met name voor de aquaducten, werd van djatiehout gebruik gemaakt, omdat dit in de nabijheid overvloedig in 's Lands bosschen aanwezig is, en door het gebruik daarvan op de kosten dier kunstwerken aanmerkelijk bespaard kon worden.

Beschrijving der secundaire aan- en afvoerkanalen, en van de daarin en in de tertiaire leidingen benoodigde kunstwerken.

Zooals hierboven reeds is opgemerkt, is het te irrigeeren terrein door de daardoor loopende rivieren in vakken verdeeld, die elk uit eene doelmatig getraceerde secundaire leiding bevloeid kunnen worden, terwijl bestaande rivieren na het aanbrengen der hierna te bespreken voorzieningen, als de natuurlijke afvoerwegen van het regen- en het verbruikte irrigatiewater bestemd kunnen blijven.

De waterspiegel in de secundaire leidingen moet in hoofdzaak de algemeene helling van het terrein volgen en op bepaalde punten, n.m. bij de aanmonding der tertiaire aanvoerleidingen, van waar het water onmiddelijk op de velden moet kunnen worden gebracht, ongeveer 0.15 M. boven het maaiveld verheven zijn.

Daar het terrein over het algemeen een veel te sterk verhang heeft om daarin eene leiding te graven waarin de snelheid niet grooter dan 0.70 M. mag bedragen, moeten de secundaire leidingen, zooals op Plaat II te zien is, door daarin geplaatste stortdammen in panden worden verdeeld, elk met daarbij passend dwarsprofiel, verhang en waterdiepte. De plaats der stortdammen is zooveel mogelijk gekozen in de onmiddelijke nabijheid der aanmondingen voor de tertiaire leidingen.

Van de ontworpen stortdammen zijn de voornaamste types op Plaat VII aangegeven.

De belangrijkste is die in de onverdeelde secundaire leiding I_2, op 190 M. beneden de inlaatsluis voor die leiding. Het verschil in boven- en benedenwater bedraagt bij dien stortdam 1.59 M., door een enkelen val verkregen.

Bij de eenigszins belangrijke stortdammen is beneden eene stortkom ontworpen. Bij die, waar het verschil tusschen den boven- en den beneden-waterspiegel gering is, is over eene lengte van 2 à 4 M. eene eenvoudige bemetseling van bodem en taluds der leiding beneden die stortdammen aangebracht.

Op de overzichtskaart van het te irrigeeren terrein (Plaat II) zijn de secundaire en tertiaire aan- en afvoerwegen duidelijk aangegeven. De tertiaire aanvoerleidingen loopen ongeveer in de richting der hoogtelijnen, terwijl de secundaire in het algemeen eene richting loodrecht op de tranches hebben.

Onmiddelijk boven elke tertiaire aanvoerleiding is eene tertiaire afvoersloot ontworpen, die het verbruikte irrigatiewater van het daarboven gelegen terrein gedeelte, zoomede het daarvan afkomstige regenwater naar de secundaire afvoerleidingen (hier de rivieren) leiden.

Het dwarsprofiel van deze tertiaire afvoerslooten neemt dan gaandeweg toe, in tegenstelling van dat der tertiaire aanvoerleidingen, die van hare aanmonding in de secundaire leidingen af geleidelijk in profielsinhoud kunnen verminderen.

Zooals reeds vroeger bij de algemeene beschrijving der toestanden tijdens de opneming is vermeld, is de geregelde waterafvoer van het terrein door het maken van een tal van hooge dammen in de kali's zeer belemmerd en doet, bij zware regens in de heuvels, het afkomende water de velden overstroomen. De vroegere loop der kali's was op vele plaatsen niet meer terug te vinden, terwijl op andere plaatsen, vooral nabij de natuurlijke uitmonding in de kali *Kening*, diepe en breede rivierbeddingen worden aangetroffen.

Die bestaande Kali's zijn zooveel mogelijk weer tot afvoer van het water benut geworden. Natuurlijk moest daarmede veelal eene verruiming der profielen gepaard gaan.

Daarvoor was het in de eerste plaats noodig de maximum afvoeren dier verschillende kali's eenigszins te kennen.

Om tot die kennis te geraken is als volgt te werk gegaan.

In de kali *Kedjoeron* bevond zich eene inlandsche stuw nabij de dessa van dien naam. De hoogst bekende waterstand op dien dam bij bandjir is geweest ± 1.50 op de kruin, die ± 20 M. breed was.

De afvoer heeft toen, volgens de formule voor volkomen overlaten met breede horizontale kruin, bedragen:

$$Q = 0{,}35\ b\ \sqrt{2g}\ (h+k)^{3/2}$$

Waarin $b = 20$, $h = 1.50$, $k = \frac{v^2}{2g}$, v = snelheid van het boven de stuw aankomend water = ± 2 M.
dan wordt $k = 0.20$
en $Q = 68$ M³.

Dit is dus als de maximum afvoer van de *Kedjoeron* te beschouwen.

Voor de bepaling van den maximum afvoer der andere Kali's bestond dit middel van watermeting niet.

Daarom werd op de kaarten der topographische opnemingen de grootte van het stroomgebied van elk der betrekkelijke kali's bepaald, en dit bevonden te zijn:

voor de kali	*Kedjoeron*	3200 HA.
„ „ „	*Taoenan*	1525 „
„ „ „	*Sendang*	1500 „
„ „ „	*Banaran*	1650 „
„ „ „	*Senorie*	1800 „

Bij het 3200 HA groote stroomgebied der *Kedjoeron* werd een maximum afvoer gevonden van 68 M³., alzoo per 1000 HA. of 10 KM². ongeveer 21 M³. en naar deze uitkomst werden de vermoedelijke maximum afvoeren der overige kali's bepaald op

voor de kali	*Taoenan*	op 32 M³.
„ „ „	*Sendang*	„ 32 „
„ „ „	vereenigde *Banaran* en *Senorie*	„ 72 „

De kali *Kedjoeron* moet van den daarin bestaanden dam bij kilom. 0.030 (zie lengteprofiel der kali) tot bij kilom. 0.760 volgens de daarbij gegeven profiellen worden verruimd, ten einde voor den afvoer van 68 M³. geschikt te worden.

Beneden het snijpunt met den weg *Senorie-Ngladjoe* was het rivierbed door herhaalde afdammingen zoo vernauwd en aangeslibd, dat het bijna geheel verdwenen was. Het verruimen van het bestaande bed zou nagenoeg met het graven van eene nieuwe rivier gelijk hebben gestaan.

Het werd daarom beter geacht van kilom. 2.040 af eene nieuwe rivier te graven in noordoostelijke, dus in veel kortere richting naar de *Kening*, waardoor dat nieuwe gedeelte der *Kedjoeron* eene lengte van slechts 1460 M. behoefde te verkrijgen en aanzienlijk minder grondverzet zou vereischen dan het verruimen van de oude bedding der rivier.

Het eerste gedeelte der *Kedjoeron* tusschen kilom. 0.030 en 0.760 verkrijgt na de verruiming eene bodembreedte van 9.80 M. en een verhang van 0.001 met taluds van $1^1/_2$ op 1.

De hoogste waterstand daarin bij een afvoer van 68 M³. zal dan zijn 2.5 M. en de gemiddelde snelheid 2 M. Deze snelheid is zeker vrij groot, doch ook slechts bij uitzondering bij den maximum afvoer te verwachten; terwijl bovendien de geringe beschadigingen aan de taluds der rivier, die hiervan het gevolg kunnen zijn, van weinig belang zijn te achten.

Van kilom. 0.760 af tot kilom. 2.040 volgt de nieuwe kali *Kedjoeron* nog het bestaande bed met verruimd profiel, doch van af dat punt tot aan de *Kening* bij kilom. 3.480 wordt eene nieuwe bedding voor de *Kedjoeron* gegraven.

De bodem der *Kedjoeron* bij 0.760 is op — 11.25
„ „ „ *Kening* „ 3.480 is „ — 18.50
dus verval over 2720 meter = 7.25 M.

of verhang $\frac{7.25}{2720} = 0.002665$.

Aan de *Kedjoeron* is van kilom. 0.760 af een profiel gegeven met 9.50 M. bodembreedte, en taluds van $1^1/_2$ op 1, waardoor bij een waterdiepte van 2 M. en het gegeven verhang de hoeveelheid van 68 M³. kan worden afgevoerd.

Voor dit gedeelte van 0.760 tot 3.480 is de waterdiepte op 2 M. aangenomen, om met den waterspiegel steeds beneden het maaiveld te blijven.

De hoogste bandjir in de *Kening* reikt bij de uitmonding der *Kedjoeron* tot ÷ 13.50. Bij dien stand zou het *Kening*-water de nieuwe *Kedjoeron* oploopende, het terrein tusschen kilom. 2.160 en 3.100, liggende tusschen de tranches ÷ 1.350 en ÷ 14 kunnen onder water zetten. Om dit te voorkomen wordt de nieuwe *Kedjoeron* over dat gedeelte tot ÷ 13 à ÷ 12 ingedijkt.

Aan de westzijde is achter den dijk een bermsloot ontworpen, waarin het overtollige water der omliggende sawahs van vak I_I vloeit. Dit water wordt bij kilom. 2.990 door eene ijzeren buis van 40 c. m. middelijn in de nieuwe *Kedjoeron* geloosd.

Van de overige rivieren, die als secundaire afvoerleidingen moeten dienen, n. l. de *Taoenan*, de *Sendang* en de *Senorie*, bezit de laatstgenoemde in haren tegenwoordigen toestand reeds voldoende capaciteit om een goede afwatering te verzekeren. Alleen de *Taoenan* en de *Sendang* moeten gedeeltelijk worden verruimd en genormaliseerd; en wel de *Taoenan* benedenwaarts van den rijweg *Bangilan*, en de *Sendang* benedenwaarts van de samenvloeiing der twee takken van dien naam, volgens de daarvan in lengte- en dwarsprofielen gegeven teekeningen (Plaat VIII).

Het vak I_2 (zie overzichts kaart van het te irrigeeren terrein) dat zijn water uit de hoofdleiding tapt bij kilom. 4.180, is groot 1280 bouws.

Dat terreinvak wordt beneden den weg *Senorie-Ngladjoe* door den ouden loop der *Kedjoeron* in tweeën verdeeld. Daarom wordt ook de secundaire leiding I_2 op 1360 M. beneden de inlaatsluis uit de hoofdleiding in tweeën gesplitst.

De noorder tak irrigeert het van $I\ \frac{2}{1}$, groot 470 bouws, leidt daarvoor 0.77 M³. water af; de zuidertak bevloeit de overblijvende 810 bouws van vak $I\ \frac{2}{2}$, en krijgt daarvoor 1.33 M³.

De verdeeling van het water uit de secundaire leiding geschiedt door middel van een verdeelsluis bij kilom. 1.360 (zie teekening van dat kunstwerk Plaat XII).

Het tracé van deze verdeelde leiding, zoomede dat der overige secundaire leidingen, is op de overzichtskaart te zien. Van de lengteprofielen dezer secundaire leidingen zijn, evenals van eenige der dwarsprofielen dier leidingen, ook de teekeningen gegeven.

Mede is op de overzichtskaart het beloop der tertiaire aan- en afvoerleidingen te zien.

De hier volgende staat geeft een overzicht van de voornaamste kenmerken der verschillende secundaire leidingen en van de daaruit ontworpen aftappingen, en uit dat overzicht blijkt dat uit elk der tertiaire aftappingen eene oppervlakte van 50 tot 70 bouws bevloeid wordt.

OVERZICHT VAN HET VERVAL EN DE AFMETINGEN DER SECUNDAIRE LEIDINGEN.

Lengte der vakken in meters.	Hoeveelheid afgevoerd water per 1″ in M³.	Gemiddelde snelheid in het vak per 1″ in M.	Verhang.	Totaal verval per vak in M.	Bodembreedte der leiding in M.	Waterdiepte in 't vak in M.	Waterstand aan 't eind der vakken ten opzichte van het WNV.	Bodem aan 't eind der vakken ten opzichte van het WNV.
					Secundaire leiding voor vak I_1			
0—	1.10	—	—	—	0.93	0.75	÷ 7.99	÷ 8.74
0— 600	0.88	0.70	0.00135	0.81	0.93	0.75	÷ 9.29	÷ 10.04
600—1000	0.66	0.65	0.00138	0.55	0.60	0.75	÷ 10.13	÷ 10.88
1000—1450	0.44	0.57	0.00138	0.62	0.54	0.65	÷ 11.13	÷ 11.78
1450—1950	0.20	0.46	0.00138	0.69	0.46	0.50	÷ 12.31	÷ 12.81
					Secundaire leiding voor vak I_2			
							a. onverdeelde	
0—1360	2.10	0.70	0.000635	2.45	1.46	1.15	÷ 11.50	÷ 12.65
							b. Noordertak	
0.	0.77	—	—	—	0.85	0.85	÷ 11.70	÷ 12.55
0—1330	0.655	0.50	0.000655	0.87	0.69	0.85	÷ 13.40	÷ 14.25
1330—2240	0.54	0.50	0.000655	0.60	0.69	0.78	÷ 14.07	÷ 14.85
2240—2750	0.36	0.60	0.00191	0.97	0.40	0.60	÷ 15.93	÷ 16.56
2750—3460	0.18	0.48	0.00187	1.33	0.38	0.45	÷ 17.41	÷ 17.86
							c. Zuidertak	
0— 320	1.33	0.70	0.000934	0.30	0.90	1.—	÷ 12.74	÷ 13.74
320— 840	1.26	0.69	0.000936	0.49	0.83	1.—	÷ 13.72	÷ 14.72
840—1450	1.08	0.70	0.00112	0.68	0.67	0.95	÷ 15.64	÷ 16.59
1450—2050	0.90	0.66	0.00111	0.67	0.62	0.90	÷ 16.96	÷ 17.86
2050—2700	0.72	0.62	0.00113	0.73	0.52	0.85	÷ 18.15	÷ 19.—
2700—3450	0.54	0.57	0.00113	0.85	0.51	0.75	÷ 19.47	÷ 20.22
3450—4150	0.36	0.50	0.001	0.70	0.45	0.65	÷ 20.29	÷ 20.94
4150—5000	0.18	0.40	0.001	0.85	0.40	0.50	÷ 21.29	÷ 21.79
					Secundaire leiding voor het vak I_3			
0	—	—	—	—	—	—	÷ 8.90	÷ 9.70
0— 200	0.40	0.40	0.000532	0.11	0.45	0.80	÷ 9.01	÷ 9.81
200—1000	0.20	0.50	0.00192	1.54	0.30	0.50	÷ 10.85	÷ 11.35
					Secundaire leiding voor vak I_4			
0	1.10	—	—	—	1.42	0.60	÷ 10.39	÷ 10.99
0—950	0.74	0.70	0.00163	1.55	1.60	0.60	÷ 13.08	÷ 13.68
950—1600	0.55⁵	0.65	0.00165	1.07	0.82	0.60	÷ 14.85	÷ 15.45
1600—2250	0.37	0.58	0.00167	1.09	0.46	0.60	÷ 16.43	÷ 17.03
2250—3040	0.18⁵	0.46	0.00162	1.28	0.44	0.45	÷ 18.85	÷ 19.30
					Secundaire leiding voor vak I_5			
0	0.90	—	—	—	1.32	0.70	÷ 11.87	÷ 12.57
0— 800	0.67⁵	0.70	0.00170	1.36	0.68	0.70	÷ 14.03	÷ 14.73
800—1500	0.45	0.70	0.00245	1.72	0.47	0.60	÷ 17.12	÷ 17.72
1500—2400	0.22⁵	0.50	0.00171	1.54	0.40	0.50	÷ 19.29	÷ 19.79
					Secundaire leiding voor vak I_6			
0	0.60	—	—	—	1.00	0.60	÷ 14.90	÷ 15.50
0—2000	0.40	0.63	0.00198	3.96	0.46	0.60	÷ 20.83	÷ 20.83
2000—2850	0.20	0.50	0.00192	1.63	0.30	0.50	÷ 22.48	÷ 22.98

TOELICHTINGEN.

van 700 bouws.
aftapping van 0.22 M³. voor 140 bouws door 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.22 " " 140 " " 2 " " " " " "
" " 0.22 " " 140 " " 2 " " " " " "
" " 0.22 " " 140 " " 2 " " " " " "
" " 0.22 " " 140 " " 2 " " " " " "
te zamen 1.10 M³. voor 700 bouws door 10 tertiaire leidingen.

van 1280 bouws.
leiding.
Een stortdam met val van 1.59 M.

voor 470 bouws.
aftapping van 0.11⁵ M³. voor 70 bouws door 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.11⁵ " " 70 " " 1 tertiaire leiding.
" " 0.18 " " 110 " " 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
te zamen 0.77 M³. voor 470 bouws door 9 tertiaire leidingen.

voor 810 bouws.
aftapping van 0.07 M³. voor 40 bouws door 1 tertiaire leiding.
" " 0.18 " " 110 " " 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18 " " 110 " " 2 " " " " " "
te zamen 1.33 M³. voor 810 bouws door 15 tertiaire leidingen.

van 260 bouws.
aftapping van 0.20 M³ voor 130 bouws door 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.20 " " 130 " " 2 " " " " " "
te zamen 0.40 M³. voor 260 bouws door 4 tertiaire leidingen.

van 650 bouws.
aftapping van 0.36 M³. voor 210 bouws door 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.18⁵ " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18⁵ " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18⁵ " " 110 " " 2 " " " " " "
" " 0.18⁵ " " 110 " " 2 " " " " " "
te zamen 1.10 M³. voor 650 bouws door 10 tertiaire leidingen.

van 550 bouws.
aftapping van 0.22⁵ M³. voor 137,5 bouws door 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.22⁵ " " 137,5 " " 2 " " " " " "
" " 0.22⁵ " " 137,5 " " 2 " " " " " "
" " 0.22⁵ " " 137,5 " " 2 " " " " " "
te zamen 0.90 M³. voor 550 bouws door 8 tertiaire leidingen.

van 370 bouws.
aftapping van 0.20 M³. voor 123 bouws door 1 tertiaire leiding.
" " 0.20 " " 123 " " 2 tegenover elkaar aanmondende tertiaire leidingen.
" " 0.20 " " 123 " " 2 " " " " " "
te zamen 0.60 M³. voor 370 bouws door 5 tertiaire leidingen.

Wijze van uitvoering en kosten van het irrigatiewerk.

Even als in vroegere jaren herhaaldelijk het geval was geweest, had de langdurige droogte in 1881 het gevolg, dat groote uitgestrektheden tweede gewassen òf niet, òf slechts voor een klein gedeelte geslaagd waren; en zoowel daardoor, als door een voorafgeganen middelmatigen padioogst in de districten *Djatirogo* en *Singahan*, was gebrek aan voedingsmiddelen der bevolking ontstaan. Daar bovendien in die streken de gelegenheid nagenoeg geheel ontbrak om zich door handenarbeid de noodige gelden te verschaffen om levensmiddelen van elders in te koopen, was de bevolking er toe gedwongen om zich met boschproducten te behelpen die niet allen een geschikt voedsel voor menschen opleveren, of wel, als laatste remiddel haar ploegvee te verkoopen en hare nog sap opleverende arenboomen om te kappen, om de sago daaruit te kunnen winnen en verkoopen.

Door den Resident van *Rembang* werd er daarom met kracht op aangedrongen om der noodlijdende bevolking van Regeeringswege tegemoet te komen door haar in de gelegenheid te stellen door handenarbeid geld tot aankoop van levensmiddelen te verdienen. Als middel daartoe zoude het in vrijen arbeid doen uitvoeren van eenige waterstaatswerken, die gewoonlijk voor uitvoering in heerendienst in aanmerkingen kwamen, kunnen dienen.

Hiervoor kwamen in de eerste plaats in aanmerking de irrigatiewerken uit de kali *Kening*, waarvan de plannen voor het hoofdkunstwerk (de prise d'eau) toen reeds nagenoeg geheel uitgewerkt waren, terwijl de richting van het hoofdkanaal en die der aftappingen daaruit, voorloopig waren vastgesteld, en later na voortgezette metingen en waarnemingen definitief konden bepaald worden.

Bij Gouvernements Besluit van 14 Juni 1882 no. 17 werd machtiging verleend om *in daghuur*, overeenkomstig de overgelegde teekeningen, een steenen stuwdam met inlaatsluis in de kali *Kening* nabij de dessa *Moendrie*, district *Djatirogo*, afd. *Toeban*, res. *Rembang*, te maken, waarvan de kosten geraamd waren op:

aan geld	*f* 118800.—
„ mat. v/d lande	„ 18200.—
te zamen	*f* 137000.—

De bij bovengenoemd Gouvernements Besluit vastgestelde teekening van den stuwdam komt niet geheel overeen met die, welke op plaat IV is gegeven, daar deze laatste de samenstelling en den vorm van dat kunstwerk aangeeft, zooals dit later bij Gouvernements Besluit dd. 18 April 1886 no. 16 is vastgesteld.

Tijdens de uitvoering toch was het wenschelijk gebleken om niet, zooals in het bij het oorspronkelijk besluit vastgestelde ontwerp was bedoeld, de vakken, waarin het vlakke gedeelte van het stortvlak door elkaâr kruisende muren verdeeld was, slechts met behoorlijk gestapelde bergsteenen van groote afmetingen op te vullen, doch om die vakken met datzelfde materiaal vol te metselen; en verder om beneden dat stortvlak, als overgang met den rivierbodem, een stortkom te metselen, van den vorm als op de teekening Plaat III is aangegeven. De hierbedoelde voorzieningen zijn ontworpen en uitgevoerd, toen het werk reeds nagenoeg volgens het oorspronkelijk goedgekeurd project gereed was.

Bij het zooeven genoemde Gouvernements Besluit van 18 April 1886 no. 16 werd voor de bedoelde wijziging (eveneens in daghuur uit te voeren) toegestaan een som

van	*f* 12860.—
makende met het oorspronkelijk toegestaan bedrag van	„ 137000.—
voor de totale kosten der prise d'eau	*f* 149860.—

Tijdens de uitvoering van bovenbedoelde werken werden de ontwerpen voor het maken van de hoofdleiding, de aftappingen daaruit, en het verdere irrigatieplan voorbereid, en de daarvoor nog noodige opnemingen en waarnemingen verricht.

Bij Gouvernements Besluit dd. 17 Augustus 1887 no. 3 werd machtiging verleend om overeenkomstig de overgelegde teekeningen het hoofdkanaal uit de kali *Kening*, met de daarin voorkomende kunstwerken te maken. Onder de laatste waren ook de inlaatsluizen voor de secundaire leidingen begrepen.

Voor de uitvoering in vrijen arbeid was bij dit besluit toegestaan.

aan geld	*f* 95292.—
„ mat. v/d Lande	„ 1926.—
of te zamen	*f* 97218.—

Na de in November 1887 gehouden openbare aanbesteding van dit gedeelte van het irrigatieplan is de uitvoering gegund aan den Heer J. F. DIJKMAN.

Het laatste gedeelte van het bevloeiingsontwerp omvat het maken der secundaire aan- en afvoerkanalen, het verbeteren der bestaande afvoerleidingen en het maken der in deze en in de tertiaire leidingen noodige kunstwerken.

De kosten daarvan zijn geraamd op *f* 81987.— bij uitvoering in vrijen arbeid.

Het ligt in de bedoeling om geleidelijk, naar gelang de hierboven bedoelde werkzaamheden vorderen, het maken der tertiaire leidingen door de belanghebbende bevolking, in zoogenaamde gemeente- of dessadienst, te doen uitvoeren; volgens de daarvoor door den executant der werken, den Ingenieur der 3e klasse L. G. DEVAL te geven aanwijzingen.

Recapituleerende zullen dus de kosten van het geheele werk voor de bevloeiing uit de kali *Kening* bij de uitvoering in vrijen arbeid bedragen:

I^e. Prise d'eau uit de *Kening*	*f* 149860.—
II^e. Hoofdkanaal met daarin gelegen kunstwerken	„ 97218.—
III^e. Secundaire aan- en afvoerkanalen, met daarin gelegen kunstwerken	„ 81987.—
of te zamen	*f* 329065.—

waardoor de kosten per bouw van de te bevloeien gronden op ongeveer *f* 86.— komen te staan.

Andere binnen het stroomgebied der Kening uitgevoerde bevloeiingswerken.

I. Bevloeiing uit de kali's Krindjo en Kowang in het district Djatirogo.

Krachtens beschikking van den Directeur der Burgerlijke Openbare Werken van 21 Juni 1881 no. 6278/c werden eenige werkjes uitgevoerd ter verbetering en uitbreiding van de bevloeiing in het district *Djatirogo*.

In een der affluenten in het bovenstroomgebied der *Kening*, de kali *Krindjo*, werd namelijk een steenen stuwdam met inlaatsluis gebouwd en het daardoor opgestuwde water in eene leiding gebracht, die zich ongeveer 500 M. beneden de inlaatsluis in twee takken splitst, door eene verdeelsluis geregeld. De eene tak in oostelijke richting loopende, is bestemd voor de bevloeiing van ongeveer 200 bouws in de nabijheid der dessa *Karang Asem;* de andere werd middels een houten aquaduct, op 280 M. beneden de verdeelsluis gelegen, over de kali *Kening* gebracht, en moet dienen tot bevloeiing van ± 400 bouws sawah op den linkeroever der *Kening*, in de nabijheid der dessa *Wangi* gelegen.

Op 2650 M. beneden de verdeelsluis liep de nieuw gemaakte leiding uit in eene reeds bestaande, vroeger door de bevolking gegraven leiding, waarin zij getracht had door opstuwing van de *Kening* het noodige water te leiden; waarbij zij echter altijd het bezwaar had ondervonden dat òf, wanneer de dam stand hield, de velden geheel overstroomd werden en de aanplant beschadigd werd, òf dat de aarden dam bezweek en de velden geheel droog kwamen te liggen.

Het riviertje *Krindjo* of *Grindjo*, waarin de hierboven genoemde steenen dam gelegd werd, wordt niet gevoed door levend water van bronnen, doch daarin verzamelt zich slechts het afgewerkte water van de omringende sawahs, die dit uit een meer zuidwaarts gelegen riviertje de *Saleh*, (mede affluent van de *Kening*) door middel van een uit tijdelijke materialen samengestelden inlandschen dam ontvangen.

De hoeveelheid water die door dam *Krindjo* geleverd werd, was dus geheel afhankelijk van bovengemelden inlandschen dam in de kali *Saleh*, en aangezien deze, zooals gewoonlijk met dergelijke werken het geval is, dikwijls wegslaat, gebeurde het menigmaal dat de kali *Krindjo* geen water afvoerde.

Ongeveer 800 M. bewesten de kali *Krindjo* loopt een andere affluent van de *Kening*, het riviertje de *Kowang*, dat zelfs in de droogste tijden nog water bevat. Van dat riviertje is partij getrokken om in het gebrek aan water in kali *Krindjo* te gemoet te komen. Daartoe werd, krachtens besluit van den Directeur der Burgerlijke Openbare Werken dd. 20 November 1886 no. 10388, machtiging verleend tot het maken van eene aftapping uit de kali *Kowang*, die het water dier rivier naar den boven den dam in de *Krindjo* gelegen *Wadoek* voerde.

Een in de *Kowang* aanwezige drempel maakte een kunstmatige stuwdam in die rivier onnoodig, en het inlaatssluisje kon aan den bovenmond der aftapping even boven dien drempel geplaatst worden; doch daardoor werd het tevens noodig om het groote verval in de aftapping van de prise d'eau tot boven stuwdam *Krindjo* door een stortdam van ongeveer 1.50 M. hoogte te breken.

De teekeningen van de hierboven besproken werken voor de bevloeiing uit de riviertjes *Krindjo* en *Kowang* zijn op platen XIV en XV gegeven en vorderen eene nadere toelichting.

De kosten van de verschillende werken ter verzekering van de bevloeiing van de 600 bouws sawah hebben, bij uitvoering, wat den koeliearbeid betreft in heerendienst en overigens in daghuur, volgens de vastgestelde begrootingen, bedragen:

1e. de steenen stuwdam met inlaatsluis in de *Krindjo*, verder een verdeelsluisje met daaraan gekoppelde brug en het houten aquaduct met steenen landhoofden over de *Kening*. ..... *f* 3449.50

2e. de aftapping uit de kali *Kowang* met daarin gelegen kunstwerken..... „ 2600.—

of te zamen.... *f* 6049.50

II. Bevloeiing uit de kali Ngaboengan in het district Singahan.

In het affluent van de *Kening*, de kali *Ngaboengan*, die even benoorden de doorsnijding der eerstgenoemde rivier met den grooten weg van *Djatirogo* naar *Bodjonegoro* bij de dessa *Demakan*, zich met de *Kening* vereenigt (zie kaart van het stroomgebied der *Kening*, Plaat I) bestond nabij de dessa *Kedong Pelem* een in vroegere jaren door een inlandsch hoofd gemaakte gemetselde dam, die het water der kali *Ngaboengan* opstuwde en het daardoor gelegenheid gaf zich in twee leidingen, eene op den rechter- en eene op den linkeroever dier rivier, te verdeelen, van waar het voor de bevloeiing van de in het zuidelijk deel van het district *Singahan* op de rechteroever der *Kening* gelegen sawahs werd benuttigd.

De stuwdam had eene lengte op de kruin van 25 M, was van een zeer onvoldoende samenstelling en op een minder gunstig punt in de rivier gelegd. Bij eene opneming van dat kunstwerk in Juli 1882 door den Ingenieur DEVAL bleek, dat de voet van den stuwdam of overlaat over de geheele breedte door bandjir was weggeslagen en het nog overblijvende deel van den stuwdam bij elken volgenden bandjir insgelijks met wegslaan bedreigd werd, daar de rollaag, uitmakende de bekleeding van het stortvlak, reeds op verscheidene plaatsen gescheurd was.

Nadat verschillende ontwerpen waren opgemaakt om het bestaande kunstwerk te herstellen, die echter alle zelfs bij uitvoering in heerendienst een zeer hoog kostencijfer, n. l. *f* 15 à *f* 20000 aanwezen, werd door den Ingenieur DEVAL onderzocht of het niet verkieselijk zoude zijn, ter vervanging van het bestaande werk eene geheel nieuwe stuw op een meer gunstige plaats in de *Ngaboengan* te ontwerpen, en dit onderzoek had een gunstigen uitslag.

Ongeveer 200 M. bovenstrooms van den bestaanden overlaat werd eene geschikte gelegenheid gevonden om, bij eene bocht in de *Ngaboengan* eenen nieuwen stuwdam met inlaatsluizen voor de beide leidingen, in den drooge te bouwen. Die kunstwerken konden aldaar op een kalksteenlaag gefundeerd worden.

Na de voltooing dier kunstwerken moest dan eene coupure gemaakt worden om de rivier over den stuwdam te voeren, terwijl de bestaande leidingen doorgetrokken moesten worden om aan de inlaatsluizen (Plaat XVI) te sluiten.

Op de teekening Plaat XVII zijn de ontwerpen van stuwdam en inlaatsluizen gegeven, zooals die bij G. B. dd°. 31 October 1886 no. 4, zijn vastgesteld, bij welk besluit machtiging werd verleend tot uitvoering dier werken in heerendienst, als wanneer de kosten op ƒ 7543 geraamd werden.

De stuwdam vertoont in horizontale projectie een cirkelsegment met de bolle zijde stroomopwaarts gekeerd. De wijdte tusschen de leimuren of rechtstanden van den stuwdam is 12 M. de pijl van het cirkelsegment 1 M.

Beneden den dam is een stortkom ontworpen van 7 M. lengte, in de as der rivier gemeten, en van 1.50 M. diepte.

De inlaatsluizen op beide oevers zijn op 10 M. boven den dam ontworpen; de vloeren der sluizen liggen 0.40 M. beneden de kruin van den dam.

De maximum afvoer over den dam werd berekend op 40 M³. per secunde, met welken afvoer de op de teekening aangegeven waterstanden overeenkomen.

TUNNEL NABIJ GOMBONG

OP DE

GRENS DER RESIDENTIE'S BAGELEN EN BANJOEMAS.

Algemeene beschouwingen.

De spoorweg *Djocdja-Tjilatjap* zooals die van staatswege is daargesteld geworden, is over zijne geheele lengte eene vlakte lijn.

De grootste helling bedraagt 1/200 en de kleinste kromtestraal der bogen 500 M. Op enkele plaatsen, in de nabijheid van stations en haltes, zijn stralen van 450 en 400 M. toegepast.

In het vóór-ontwerp van deze lijn was aangenomen, dat de spoorweg op de grens van de Residentie's *Bagelen* en *Banjoemas* over den bergrug van *Kretek* zou aangelegd worden. Bij de détail-opname echter van dit gedeelte der lijn bleek, dat het tracé over circa 14700 M. door vrij zwaar geaccidenteerd terrein zou loopen, waarin bij toepassing van hellingen van 1/200 en kromtestralen van 400 M., ingravingen en ophoogingen tot 18 M. over een groot gedeelte van deze 14700 M. niet te vermijden waren; terwijl bij het aanbrengen van een tunnel het geaccidenteerde terrein nagenoeg geheel vermeden werd, en de lengte van den spoorweg met ruim 35 K. M. zoude bekort worden.

Deze omstandigheden leidden er toe, dat tot den bouw van een tunnel werd besloten.

Situatie des tunnels.

De tunnel doorboort den bergrug, welke het *Karangbollong*-gebergte met het *Zuid-Serajoe*-gebergte verbindt, en de waterscheiding vormt tusschen de kali *Bantar-bezaar* in *Bagelen* en de kali *Idjo* op de grens van *Bagelen* en *Banjoemas*, in eene rechte richting van nagenoeg 75° azimuth.

De lengte van den tunnel bedraagt 579.5 M.; de beide monden liggen in ingravingen van 17.5 M.

Bij den Oostelijken mond ligt de spoorstaaf op 24.57 M. boven zeepeil en klimt over eene lengte van 289 M. onder eene helling van 1/400; van daar daalt het tracé onder eene helling van 1/500; zoodat bij den Westelijken mond de spoorstaaf op + 24.71 M. ligt. Het hoogste punt van den bergrug, nagenoeg in het midden boven den tunnel, ligt op + 75.41 M.

Het gesteente, dat bij het boren van den tunnel werd aangetroffen, bestaat uit lagen van door de inlanders genoemde wadas of padas van 0.1 tot 1 M. dikte.

Aard van het gesteente.

Volgens het rapport van den mijn-ingenieur R. Fennema behoort de steensoort tot het bovenste lid van de miocene formatie en is gevormd uit lagen van mergels, n. l. mergelzandsteenen en mergelkalken.

Wanneer men eene denkbeeldige doorsnede over den bergrug in de richting Noord-Zuid beschouwt, dan heeft deze in het algemeen het aanzien zooals figurativelijk op Plaat XVIII is aangegeven.

De mergellagen sluiten nagenoeg horizontaal aan het kalkgebergte, en loopen van daar noordwaarts op tegen het grens gebergte tusschen de residenties *Bagelen* en *Banjoemas;* de lagen hebben aldaar tot 45° helling, terwijl zulks bij den tunnel nagenoeg overal 4° bedraagt. In Oost-Westelijke richting zijn de hellingen der lagen flauwer en afwisselend zoowel naar het Oosten als naar het Westen.

Vóór en bij de monden van den tunnel zijn die banken of lagen duidelijk te onderscheiden; meer binnenwaarts verdwijnen zij soms om verder op weder te voorschijn te treden.

De richting en helling der lagen is echter verschillend en zijn er volgens de lengte-as van den tunnel 3 hoofdrichtingen met eenige kleine afwijkingen te onderscheiden. (zie Plaat XXI.)

a. Van af den Oostelijken mond dalen de lagen in de richting der lengte-as van den tunnel over de eerste 50 M. naar het Westen onder een hoek met den horizont van 3° 31', en verticaal op die as van Noord naar Zuid, onder een hoek van 4°, zoodat de lagen onder een hoek van 3° 31' ongeveer uit het N. N. O. t. N. naar het Z. Z. W. t. Z. invallen. Van 50 M. tot 90 M. zijn geene lagen te onderscheiden.

Bij 90 M. dalen de lagen van Oost naar West onder een hoek van 12° en klimmen omgekeerd bij 100 M. onder een hoek van 13°. Verticaal op die as van Noord naar Zuid is de helling uiteenloopend van 0° tot 4° en alzoo het invallen der lagen niet op te geven. Van af 105 M. tot 200 M. zijn weder geene lagen te onderscheiden; terwijl van af hier tot aan de scheur *A* in het gebergte bij 292 M. de richting en helling der lagen overeenkomen met die bij den Oostelijken tunnelmond.

b. Van af de scheur *A* dalen de lagen in de richting der lengte-as naar het Westen, aanvankelijk onder een hoek van 5°, doch die daling vermindert langzamerhand tot dat zij bij de spleet *B* nog slechts 1° 31' bedraagt. Verticaal op de lengte-as dalen de lagen van Noord naar Zuid nu onder een hoek van 1° 45', zoodat de lagen bij *A* onder een hoek van 5° ongeveer uit het N. O. en bij *B* onder een hoek van 1° 30' ongeveer uit het N. N. O. t. N. invallen.

c. Van af de spleet *B* tot aan den Westelijken tunnelmond klimmen de lagen in de richting van de lengte-as naar het Westen onder een hoek van 0° 41', en dalen zij verticaal op die as van Noord naar Zuid onder eene helling van 4°, weshalve de lagen hier onder een hoek van 0° 40' ongeveer uit het N. N. W. t. W. invallen.

PLAAT XXI vertoont eene doorsnede van den bergrug volgens de lengte-as van den tunnel, benevens een platten grond en 3 dwarsdoorsneden van dit bouwwerk.

Uit de beschrijving en bij beschouwing van de doorsnede van den bergrug is het vermoeden af te leiden, dat in vroegeren tijd eene verzakking van het gebergte tusschen de beide spleten heeft plaats gehad, en dat daardoor de lagen naar het midden toe zijn ingedrukt.

Bouw van den tunnel.

De tunnel werd gebouwd volgens de Belgische methode met eene benedengalerij. Voor het bepalen der as van den tunnel werd op het hoogste punt van den bergrug boven de spoorweg-as eene theodoliet met doorslaanden kijker opgesteld, en werden aan weerszijden van den tunnel vaste punten daargesteld.

Voor deze vaste punten werden geschilderde gaspijpen gebezigd, welke in gemetselde neuten bevestigd waren.

Het bepalen der richting in den tunnel geschiedde met het daartoe bestemde passage-instrument en daarbij behoorende lampen als signalen. Op afstanden van 25 M. werden in den bodem der benedengalerij vaste ommetselde piketten geplaatst, waarop door spijkers de tunnel-as werd aangegeven.

De waterpassing geschiedde op de gewone wijze, waarbij de genoemde piketten als vaste punten dienden.

Ten einde den voortgang der benedengalerij te bespoedigen werd op 226 M. uit den Oostelijken mond eene schacht aangelegd. De inrichting van deze schacht is op PLAAT XXII en XXIII in platten grond, lengte- en dwarsdoorsnede aangegeven.

Het bovenraam van deze schacht was gelegen op + 56.22 M; terwijl te dier plaatse de bodem der benedengalerij op + 24.62 M. lag, zoodat de diepte der schacht 31.60 M. bedroeg. Het bovenraam werd gelegd op 1 *April* 1885 en de schacht kwam 15 *Augustus* d. a. v. op diepte.

De toevoer van water in deze schacht was vrij groot, terwijl voor het drooghouden daarvan pompen van *Beduwé* met dubbele zuigers moesten gebezigd worden.

Er waren twee dergelijke pompen aanwezig, welke op + 47.42 M. en + 31.45 M. in afzonderlijke uitgekapte nissen in de smalle wanden van de schacht waren aangebracht geworden, zoodat door elke pomp het water ± 8 M. werd opgezogen en ± 8 M. opgeperst.

Deze pompen bleken echter voor haar werk ongeschikt te zijn, daar de lederen doppen van de zuigers door de fijne padasdeelen, welke met het water werden opgezogen, spoedig versleten, en gewoonlijk 2 à 3 maal in het etmaal moesten vernieuwd worden, zoodat veel tijd verloren ging, en de schacht niet ten volle aan zijn doel heeft kunnen beantwoorden. Eene pomp zonder zuigers zoude meer doelmatig zijn geweest, doch deze was niet voorhanden. De luchtverversching in de schacht geschiedde middels een ventilator, welke uit de hand in werking gebracht werd. Bij de aansluiting van de beneden- of richtingsgalerij uit den Oostelijken mond met de schachtgalerij op 22 *September*, konden daarom slechts 32 M. galerij door de schacht gereed komen.

Dat de schacht, niettegenstaande de buitengewone krachtsinspanning van het personeel zoo weinig heeft bijgedragen om het boren der benedengalerij te bespoedigen, moet worden toegeschreven: eerstens, aan de boven alle verwachting snelle vordering der beneden galerij uit den mond, doch hoofdzakelijk aan de gebrekkige hulpmiddelen (pompen en middelen tot opvoer van grond) welke voor de uitvoering van dat werk beschikbaar waren.

Voor het bepalen der richting van de schachtgalerij werd de tunnelas door opstelling van de theodoliet op het bovenvermelde punt van den bergrug, op het bovenraam van de schacht aangegeven en door schietlooden naar de galerij overgebracht. De hoogte werd eveneens van het bovenraam met latten, welke tegen de schachtramen bevestigd waren naar de galerij overgebracht.

Bij de aansluiting van de richtings- met de schachtgalerij bleek, dat in de richting van deze, eene afwijking van 1 centimeter bestond, terwijl de dorpel van den schachtstoel 4 centimeter bleek te hoog te liggen.

In het laatst van de maand *Februari* 1885 werd met de ingravingen voor de beide tunnelmonden begonnen, en kon op 24 *Mei* aan de Oostzijde en op 27 *Juni* aan de Westzijde met het boren der benedengalerij een begin worden gemaakt.

De ventilatie had plaats middels luchtcompressors, die trouwens geene andere functie behoefden te verrichten, wijl de voor het boren bestemde boormachines van WÖRTMANN en FRÖHLICH niet behoefden gebruikt te worden daar men uit de hand reeds zoo snel vorderde, dat het losgebroken gesteente nauwelijks spoedig genoeg uit de galerijen kon verwijderd worden.

Op 27 *October* had op 320 M. uit den Oostelijken mond de aansluiting plaats der beide galerijen, zoodat de gemiddelde vordering per dag bedroeg aan de Oostzijde 2.06 M. en aan de Westzijde 2.15 M.

De bovengalerij volgde de benedengalerij op nagenoeg 40 M., en bleven bij de aansluiting der ondergalerij op 27 *October* nog 80 M. bovengalerij te doorboren.

De aansluiting hiervan had plaats op 31 *December*. Bij verificatie, na het doorboren der richtingsgalerij, bleek, dat in de richting des tunnels geenerlei fout was; de waterpassing door den tunnel leverde echter een verschil van 10 m. M. op met de waterpassing over en om den tunnel heen.

Het dwarsprofil der benedengalerij bedroeg 7.25 M. dat van de bovengalerij 4 M. Het maken der boorgaten had plaats uit de hand.

In de borst der benedengalerij werden 9 à 10 gaten geboord van ± 1 M. diepte. Deze gaten werden over $^1/_3$ der lengte met dynamiet gevuld en daar gelijktijdig afgeschoten; bij elk schieten vorderde die galerij 60 à 70 cM., en kon er in het etmaal geregeld 3 à 4 maal geschoten worden.

Voor dit werk waren dag en nacht bezig aan elke zijde:
Bij de borst: 1 mandoor, 6 boorders en 2 koelies.
Voor het wegvoeren van grond:
Een mandoor en 4 à 5 koelies.
Voor het plaatsen der jukken:
4 timmerlieden.

In de benedengalerij werd een dubbel hulpspoor van 0.65 M. spoorwijdte, en tusschen beide sporen eene goot voor den afvoer van het tunnelwater aangelegd.

Op afstanden van ongeveer 5 M. werden in de kern tusschen beneden- en bovengalerij stortgaten gemaakt, waardoor het gesteente uit de bovengalerij in de beneden staande tunnelwagens gestort werd (PLAAT XX fig. 3). Bij het boren der galerij bleef een der beide sporen gereserveerd voor het wegvoeren van het gesteente uit de benedengalerij, en het andere voor dat der bovengalerij.

De bakken der tunnelwagens waren lang 2.40 M. breed 1 M. en hoog 0.5 M. De kozijnen voor de benedengalerij en bovengalerij waren van beslagen djatiehout van 0.20 × 0.20 M.

Zij werden in den regel geplaatst op onderlingen afstand van 1.75 M. Bij minder gunstige plaatsen in het gebergte werden nog kozijnen midden tusschen in gesteld.

Op en achter de kozijnen werden tunnelplanken in de richting der lengte-as van den tunnel aangebracht van 2 M. lengte en 0.05 M. dikte.

De ruimte tusschen de planken en het gebergte werd behoorlijk aangevuld met gesteente.

Daar, waar het gesteente zulks toeliet werd de beplanking van de zijwanden weggelaten.

Met de uitbreiding voor het gewelf werd begonnen op 27 *September* 1885, en was dit werk gereed op 23 *Januari* 1886, zoodat per dag 6.5 M. gereed kwam.

De betimmering kon meestal weggelaten worden, en was het gebergte alsdan alleen ondersteund door de vroeger geplaatste kozijnen der bovengalerij, welke kozijnen met stutten tegen de wanden vastgezet werden (PLAAT XIX fig. 3).

Waar het gesteente minder vast was, of scheuren in het gebergte voorkwamen, werden langsdragers aangebracht, welke door in waaier vorm geplaatste stutten, rustende op een onder dorpel, gesteund werden (PLAAT XIX fig. 1).

Op deze langsdragers werden de tunnelplanken loodrecht op de tunnelrichting aangebracht, en de ruimte tusschen de planken en het gesteente goed aangevuld.

De dikte van het bovengewelf bedroeg 0.50 M. Bij de monden en op plaatsen, waar het gesteente minder vast was of scheuren aanwezig waren, bedroeg de dikte 0.85 M. PLAAT XIX fig. 5). Over de lengte van den tunnel zijn:
102.5 M. gewelf van 0.85 M. en
477.5 M. „ „ 0.50 „ dikte.

Voor het metselen van het gewelf werden merge'zandsteenen gebezigd, welke niet aan verweering onderhevig waren, in de nabijheid van den tunnel voorkwamen, en volgens de porring bekapt werden.

Deze steenen waren lang 0.50 M. breed 0.25 M. en gemiddeld dik 0.11 M., en werden aan den tunnel geleverd tegen *f* 0.20 per stuk.

Waar het bovengewelf 0.85 M. dikte heeft, werd een tweede rol steenen lang 0.35 breed 0.17 en gemiddeld dik 0.08 M. aangebracht.

Deze steenen werden aangekocht tegen *f* 0.09 per stuk.

Als metselspecie werd gebezigd een mortel bestaande uit:
1 deel portland cement
1 „ kalk
1 „ cement van gebrande padas, voortkomende uit den tunnel zelven,
en 3 deelen zand.

Het bovengewelf werd opgetrokken met boogstukken van 5 M. lengte, welke koud tegen elkander sloten.

Voor elk boogstuk werden 4 ijzeren formeelen gebezigd, waarop houten ribben van 10 c. M. in het vierkant gelegd werden. Den 10 *October* 1885 werd met 2 stel formeelen het metselen van het gewelf aangevangen. Langzamerhand werden meerdere formeelen aangevoerd, zoodat in *November* aan 7 boogstukken en alzoo op 12 plaatsen met 48 stuks formeelen gewerkt werd.

Het bovengewelf kwam op 18 *Februari* gereed, zoodat de gemiddelde voortgang per dag 45 M. bedroeg.

Er werden gebezigd 550 stuks ribben van 5.40 M. lengte.

De ruimte tusschen het gewelf en het gebergte bedragende in den regel 10 à 20 c. M. werd met kaliesteenen verpakt.

Deze verpakking heeft met inbegrip van de levering van kaliesteenen gekost:
over 289 M. *f* 4.70 per str. M.
„ 288 „ „ 6.— „ „ „

De rechtstanden werden met metselwerk van kaliesteen opgetrokken. Om de 25 M. werden, verspringende, in de rechtstanden wijkplaatsen aangebracht. (PLAAT XIX fig. 4).

De metselspecie bestond tot 0.30 M. beneden den aanzet van het gewelf uit:
1 deel kalk
1 „ cement van gebrande padas en
1 „ zand.

Voor het optrekken der rechtstanden werden stukken van 5 M. uit het gebergte weggebroken, reikende van het midden van het eene tot het midden van het andere boog-

stuk, en werd dat gedeelte van het bovengewelf door 3 schuin geplaatste stempels gestut, steeds zorg dragende, dat een stempel onder de voeg van 2 boogstukken te staan kwam.

Nadat dit gedeelte der rechtstanden voldoende verhard was om het gewelf te kunnen dragen, werd het overblijvend gedeelte tot geboorte gewelf met specie, als voor het bovengewelf gebezigd, volgemetseld.

De stukken werden verspringende uitgebroken, dat wil zeggen, dat steeds gezorgd werd, dat het tegenoverliggende gedeelte van het gewelf door reeds voltooid metselwerk, of door nog niet uitgebroken gesteente, gesteund was.

De zakking van het gewelf, na wegname der formeelen bedroeg hoogstens 0.01 M; meestal echter was het onzeker of deze waarde niet moest toegeschreven worden aan het doorbuigen der formeelen zelve gedurende het opmetselen van den boog, daar verscheidene hunner in minder deugdelijken staat verkeerden.

Behalve 60 M. rechtstandmuren, welke tijdens het metselen van het bovengewelf bij tusschenpoozen voltooid werden, kwamen deze rechtstanden in 77 dagen gereed; zoodat de gemiddelde vordering per dag 6.7 M. bedroeg.

De ruimte tusschen de rechtstanden en het gebergte, bedragende circa 10 c. M. werd eveneens met kaliesteenen verpakt.

De verpakking achter het metselwerk van boog en rechtstanden is bestemd tot draineering, waartoe op de hoogte van den vloer en op afstanden van 2 M. draineergaten in de rechtstanden werden gespaard.

Alleen bij de monden van den tunnel zijn stukken bodemgewelf, van 11 M. lengte elk, aangebracht.

Hiervoor werden volgens de porring bekapte steenen gebezigd, lang 0.50 M, breed 0.25 M. en gemiddeld dik 0.11 M. Voor het overige gedeelte van den tunnel werd de bodem met eene laag specie, dik 4 c. M. en bestaande uit 1 deel portland cement en 2 deelen zand bevloerd.

De afwateringsloot, in het midden aangebracht, werd met van gaatjes voorziene segmentvormige ijzeren gootstukken afgedekt (PLAAT XIX fig. 8.)

Zooals boven is medegedeeld, werd met het boren van den tunnel aan de Oostzijde op 24 *Mei* en aan de Westzijde op 27 *Juni* 1885 begonnen, en was de tunnel, met uitzondering van het bepleisteren van den vloer en het optrekken der beide façades op 8 *Mei* 1886 gereed.

Op PLAAT XXIV is de maandelijksche vordering der werkzaamheden graphisch voorgesteld.

Personeel en werkvolk.

Tijdens de werkzaamheden in vollen gang waren, was het personeel als volgt ingedeeld:

1 Ingenieur 2e klasse, tevens Sectiechef,
1 bouwkundig ambtenaar 1e klasse, tevens Afd. Chef, en 1 betaalmeester, verder:

Aan de Westzijde.

1 tijdelijk machinist,
1 onderopzichter 1e klasse,
1 tijd: „ „ ,
3 daggelders.

Aan de Oostzijde.

1 tijdelijk machinist,
1 onderopzichter 1e klasse,
1 tijd: „ „ ,
1 onderopzichter 2e „ ,
1 idem 3e „ ,
2 daggelders.

Den machinisten was de zorg en het beheer over de luchtcompressors en de stoommachines voor de mortelbereiding en het cementmalen opgedragen.

Overigens waren in dezen tunnel over dag steeds twee, en des nachts één beambte aanwezig, met werktijden van 12 uren; de andere geëmploijeerden hielden toezicht op het werk buiten den tunnel.

Aan de schacht wisselde het personeel om de 8 uren af, wijl de arbeid daar bezwarender dan in den tunnel was.

Een premiestelsel werd voor personeel en aannemers ingevoerd bij het drijven der galerijen; dit wekte zeer den ijver op, bevorderde buitengemeen den spoed van het werk en verdient dus eventueel later weder sterke aanbeveling. De gezondheidstoestand was over het algemeen gunstig te noemen; ongelukken vielen weinig voor en waren allen aan grove onvoorzichtigheid of aan het niet opvolgen van gegeven bevelen te wijten.

In het geheel werden 5 werklieden gekwetst en kwam er één om het leven. Toen tot den bouw van den tunnel besloten was, ontbood de Hoofddirectie uit *Duitschland* twee tunnelwerkers, die evenwel eerst ter plaatse aankwamen, toen de tunnel op ongeveer 25 M. na reeds doordoord was. Zij bleken niet zoo geschikt te wezen voor hun taak, als het reeds aanwezige personeel, en toonden zich over het algemeen zeer aanmatigend, tengevolge van het denkbeeld, dat zij onmisbaar waren voor het welslagen van het werk. De goede verstandhouding met het overige mindere personeel liet dan ook dikwerf te wenschen over.

Na het verstrijken van den door hen aangeganen dienstermijn, werd dus op hun behoud niet verder prijs gesteld.

Tenzij er zich bij den eventueelen lateren bouw van andere tunnels, zeer slappe terreinen mochten voor doen, vermeent steller dezes, dat men in *Indië* volstaan kan, met de daar reeds aanwezige arbeidskrachten en opgedane ondervinding.

Gevonden merkwaardigheden.

Merkwaardige voorwerpen zijn bij het boren van den tunnel en bij de uitgravingen vóór de monden niet gevonden. Slechts enkele versteeningen, waaronder schelpen en koralen, werden in het gebergte aangetroffen.

Eenheidsprijzen en kosten.

Met uitzondering van de schacht werden in den tunnel losgeschoten en weggevoerd 14800 M³ padas, waarvoor zijn verbruikt 270 kisten of 6750 Kg. dynamiet als volgt:

voor de benedengalerij	3168	Kg.	of per	M.	5.48;	per M³	0.75	Kg.
„ „ bovengalerij	1782	„	„ „	„	3.14	„ „	0.77	„
„ „ uitbreiding bogen	975	„	„ „	„	1.69	„ „	0.33	„
„ „ „ rechtstanden	825	„	„ „	„	1.42	„ „	0.11	„

makende per M. tunnel 11.73 Kg. of per M³ gesteente 0.45 Kg.

Het dwarsprofil der benedengalerij bedroeg	7.25	M².
" bovengalerij "	4.00	"
" uitbreiding voor licht gewelf	4.20	"
" " " zwaar "	6.45	"
" " " kern en id lichte rechtstanden	9.35	"
" " " " " " zware "	11.10	"
" " van den tunnel met licht gewelf	24.80	"
" " " " " " zwaar "	28.80	"

Voor de betimmering der galerijen en de uitbreiding voor het gewelf, zoomede voor het stutten van het bovengewelf bij het opmetselen der rechstanden, werden aangekocht 448 M³ djatiehout en werden aangevoerd 5942 stuks tunnelplanken, waarvoor verzaagd zijn 178 M³ djatiehout, zoodat per M. tunnel 1.1 M³ hout verbruikt werd.

Als brandstof voor de stoomketels en voor de smederij werden aangevoerd 40.4 ton steenkolen, en werden aangekocht 4300 M³ brandhout en 87 M³ houtskool.

Voor de verlichting in den tunnel werden aangekocht 16000 liters klapperolie.

De uitvoering der werken en de levering der materialen, geschiedde volgens onderstaande prijzen:

Een M. benedengalerij met aanvoeren en plaatsen der betimmering.

over	27 M.	ƒ 15.—
„	296 „	„ 17.50
„	227,5 „	„ 20.—
„	28 „	„ 30.—

Een M. bovengalerij met aanvoeren en plaatsen der betimmering:

over	221 M.	ƒ 15.—
„	357.5 „	„ 17.50

Een M. uitbreiding voor bogen van licht gewelf	over	477 M.	ƒ 12.—
" " " " " zwaar "	"	100 "	" 15.—
" " uitbreiken van kern en betimmering voor lichte rechtstanden	over	477 "	" 15.—
dito voor zware idem	"	100 "	" 20.—

Een M³ beslagen djatiehout	ƒ 17.50
" " kalk gebluscht op het werk	" 7.50
" " cement van gebrande padas	" 4.5
" " zand	" 3.—
" " kali steen a/d Westzijde v/d tunnel	" 0.60
" " " " " Oostzijde	" 2.—
Arbeidsloon voor Een M³ metselwerk voor het gewelf	" 5.—
" " " " " " de rechtstanden	" 3.50
" " " verpakking van kalisteen	" 3.50
" " " brandhoud ƒ 0.60 à	" 0.85
" " " houtskool	" 3.—
Een M³ bekapte steenen voor het gewelf groote soort	" 14.—
" " " " " " " kleine "	" 18.—
" " geprofileerd bekapten steen v/d façades	" 20.—
Een liter klapperolie	" 0.20
Het bekappen en pasklaar maken van een kozijn voor beneden- en bovengalerij	" 4.—

De totale kosten van den tunnel kunnen hier bezwaarlijk worden opgegeven, daar verschillende prijzen van uit het magazijn ontvangen goederen, zoomede het bedrag voor slijtage aan machines, gereedschappen enz. aan steller dezes niet bekend zijn.

De totale uitgaven, welke ten behoeve van den tunnel op het werk hebben plaats gehad, zoomede het bedrag voor elk onderdeel en per M. zijn vervat in bijgaanden staat.

Naschrift.

Volgens de laatste berichten, blijft de tunnel nagenoeg geenerlei lekkaadje van eenig belang vertoonen, doch heeft zich op een paar plaatsen eene lichte druipsteenvorming aan het gewelf afgezet.

Dit zal ook geene verwondering baren, wanneer men in het oog houdt, dat zoowel het gesteente van den tunnel, als dat waaruit de boogbemetseling van het gewelf is geschied, uit kalkmergel bestaat.

De uitgaven voor den tunnel bedroegen: ..... ƒ 221.000.—
Dit bedrag te verminderen met de waarde der aanwezige materialen ad ƒ 14.700.—
Spoorbaan op kosten van den tunnel gereed gemaakt ..... „ 3.650.— ..... „ 18.350.—

Zoodat overblijft een bedrag van ƒ 202.650.—

Te verdeelen als volgt:

Onderga-lerij.	Boven ga-lerij.	Uitbreiding bogen.	Uitbreiding rechtstanden.	Schacht.	Timmerwerk.	Metselwerk.	Toezicht.	Premiën aan per-soneelen aannemers.	Opstellen en on-derhoud machines.	Verlichting.	Transport van gereedschap en materialen.	Dagloonen en grondverzet.	Totale kosten
ƒ 10975.—	ƒ 9571.—	ƒ 7234.—	ƒ 9155.—	ƒ 15000.—	ƒ 26887.—	ƒ 76000.—	ƒ 8109.—	ƒ 10996.—	ƒ 8961.—	ƒ 3624.—	ƒ 14855.—	ƒ 1283.—	ƒ 202.650.—
ƒ 18.92	ƒ 16.50	ƒ 12.47	ƒ 15.18	ƒ 25.86	ƒ 46.35	ƒ 130.98	ƒ 13.76	ƒ 18.95	ƒ 15.37	ƒ 6.24	ƒ 25.61	ƒ 2.31	ƒ 350.—

KAJOETANAM, 15 December 1888.

J. M. SWEEP.

Lid. v/h K. I. van I.

DE OVERBRUGGING VAN HET TJISAÄT-RAVIJN

IN DEN

Staatsspoorweg Tjitjalengka-Garoet.

Terreinsgesteldheid.

Het *Tjisaätravijn* vormt het voornaamste terreinbezwaar in het laangedeelte *Nagrek-Leles* van den Spoorweg van *Tjitjalengka* naar *Garoet*.

Het is een in de as van den spoorweg nagenoeg 80 M¹ diep ravijn, gelegen tusschen twee lange uitloopers van den *Mandalawangi*. De vorm daarvan liet niet toe, zelfs met toepassing van stralen van 150 M¹ het tracé zoodanig in den ravijnwand te verleggen, dat het maken van een belangrijk kunstwerk vermeden werd.

De vele zijravijnen, welke in het hoofdravijn uitkomen, boden toch even zoovele bezwaren en zouden elk een viaduct vereischt hebben van bijna even aanzienlijke afmetingen, terwijl het grondverzet belangrijk meer zoude bedragen hebben.

De bouw van een enkel viaduct over het hoofdravijn bleek dus de beste oplossing te zijn.

Om al te groote hoogte der pijlers te vermijden werden aan weerszijden ingravingen van 25 en 27 M¹ diepte in de as van den spoorweg ontworpen en de afstand tusschen den ravijnbodem en bovenkant rail daardoor tot 48 M¹ teruggebracht.

De vraag zoude kunnen rijzen of zelfs voor die hoogte het geene aanbeveling zou verdiend hebben om het betrekkelijk smalle ravijn met een aarden dam over te trekken. De geringe waterafvoer zou het mogelijk gemaakt hebben bron- en regenwater hoog in den vasten ravijnwand op te vangen en het door middel van een korten duiker van bij voorbeeld $2^1/_2$ M¹ opening door de baan te voeren. Men zoude hier echter voor een werk gestaan hebben, eenig in zijn soort, waarvan de goede uitslag onmogelijk van te voren met zekerheid te bepalen ware geweest. Bij een spoorwegwerk van dien aard, dat daarmede eenigszins kon vergeleken worden, n. l. de dam door het *Tji-Rawah* ravijn in den spoorweg *Buitenzorg-Tjitjalengka*, welke eene hoogte heeft van 36 M¹, was, hoewel de geldelijke uitkomsten gunstig waren, veel teleurstelling ondervonden.

Herhaalde zakkingen en afschuivingen waren daarbij voorgekomen, die wel is waar hier door eene betere werkwijze voor een deel hadden kunnen vermeden worden, doch niet dan ten koste van groote uitgaven aan draineering der opgehoogde massa's.

Nam men verder den eenheidsprijs van het grondverzet bij den dam *Tjirawah* ook voor dezen dam aan, dan kwam het viaduct niet onbelangrijk goedkooper te staan, terwijl het ten slotte, bij de onzekerheid waarin men aanvankelijk verkeerde, of in deze tamelijk woeste streken voldoend werkvolk zoude te verkrijgen zijn, onraadzaam voorkwam nagenoeg aan het begin der lijn een werk te ondernemen, waarvan het tijdig gereedkomen geheel en al van de opkomst van werkvolk afhing, en daardoor mogelijk vertraging te veroorzaken in het gereedkomen der geheele lijn.

Onder deze omstandigheden bleek de bouw van een viaduct de beste oplossing.

Keuze der Spanningen.

Daar het maken van een steiger, waarop de brug zoude kunnen geklonken worden, wegens de groote hoogte van het kunstwerk niet in aanmerking kon komen en over de geheele breedte van het ravijn een vaste ondergrond werd aangetroffen, zoodat men vrij was in de plaatsing der steunpunten, lag het voor de hand om van een of meer doorloopende liggers gebruik te maken, en deze door overtrekken zonder andere steunpunten dan de pijlers, op hunne plaats te brengen. De ligging der brug tusschen twee bogen van 150 M. straal en aan de *Tjitjalengka* zijde eene daling van 21 m. M. per M¹, bepaalde van zelf de grenzen der lengte van de constructie. Het bleek evenwel niet mogelijk de spoorstaaf over de volle lengte van het kunstwerk recht en waterpas te houden daar een deel van den overgangsboog in het *horizontale vlak* aan beide zijden, een deel van den overgangsboog *in het vertikale vlak* aan de *Tjitjalengka* zijde nog in de ontworpen opening vielen (zie blad 1, algemeen aanzicht).

Uit de berekeningen van den Hoofd-Ingenieur der spoorwegen *I. W. Th van Schaik* aan wien het berekenen en ontwerpen der ijzerconstructie was opgedragen, bleken openingen van 30 M. hier de voordeeligste en werd dienovereenkomstig besloten, dat de overbrugging zoude bestaan uit 2 doorloopende liggers van 90 M¹ elk rustende op 4 gelijk hooge steunpunten op onderlinge afstanden van 30 M¹ aangebracht. (Zie blad 1)

Onderbouw.

De onderbouw bestaat uit twee landhoofden en 5 pijlers. Voor de landhoofden werd de bakvorm gekozen. (zie blad 2)

De ijzeren pijlers rusten op gemetselde voetstukken waarvan op blad 2 het type is weergegeven.

Op eene doorloopende gemetselde onderlaag zwaar 3.30 M. verrijzen twee gemetselde pijlers voor het opnemen der draagsteenen van den ijzeren onderbouw, welke voor de pijlers II en III 1.10 M¹ in het vierkant, voor de overige pijlers 1 M¹ in het vierkant zijn. De bovenbreedte der gemetselde pijlers werd zoodanig gekozen dat rondom de draagsteenen het metselwerk nog eene breedte van 1 M verkreeg.

Elke kolom der ijzeren pijlers is door de draagsteenen heen met 2 zware ankerbouten met een ankerplaat aan het metselwerk bevestigd. (zie blad 2)

De lengte der ankerbouten tusschen bovenkant hardsteen en bovenkant ankerplaat bedraagt voor de pijlers II en III 2.30 M, voor de overige pijlers 1.80 M.

Al het metselwerk werd van breuksteen in gewone inlandsche mortel, bestaande uit een deel kalk, een deel zand en een deel brikkenmeel.

De ondergrond bleek overal zeer geschikt te zijn voor fundeering; bij pijler II werd harde rots aangetroffen, welke met dijnamiet moest opgeruimd worden en gelegenheid gaf eenig metselwerk van de doorloopende onderlaag te besparen.

De landhoofden werden voorloopig niet hooger opgetrokken dan de bodem der werkkamer (zie blad 1).

Bijlage I geeft een overzicht van de uitgaven ten behoeve van den gemetselden onderbouw van het kunstwerk gedaan.

IJzeren onderbouw.

Van den ijzeren onderbouw zijn de voornaamste onderdeelen op blad 2, 3 en 7 voorgesteld.

De hoogte der ijzeren pijlers bedraagt:

voor pijler	I	12.79	M¹
„ „	II en III	31.13	„
„ „	IV	19.09	„
„ „	V	11.98	„

De lengte der kolommen is, zonder kop en voetstukken:

voor pijlers	I	12.11	M¹
„ „	II en III	30 51	„
„ „	IV	18.43	„
„ „	V	11.21	„

terwijl pijler I en V ééne lasch hebben, pijler IV 2 laschen en pijler II en III 4 laschen.

Het bovenraam (zie plaat 7) is tusschen de assen der liggers gemeten 2.96 M. lang en 1.702 M. breed, terwijl de liggers evenwijdig aan de as der brug 2.302 M. lang zijn.

De beneden ramen zijn op dezelfde wijze gemeten:

bij pijler I 4.8912 M. lang en 2.81244 M. breed.
„ „ II en III 7.8256 „ „ „ 4.49972 „ „
bij pijler IV 5.8992 M. lang en 3.39204 M. breed.
„ „ V 4.7472 „ „ „ 2.72964 „ „

Iedere pijler bestaat uit 4 kolommen, een bovenraam, een onderraam en de noodige verbindingen.

De assen der kolommen loopen samen in de as van de pijlers in een punt gelegen op 18.75 M. boven het midden der bovenste horizontale verbinding, waaruit volgt dat de helling over de lange zijde 80 m. M. en over de korte zijde 46 m. M. per M¹ bedraagt.

De kolommen bestaan elk uit 4 zorès ijzes, voor pijlers I, IV en V: 14 m. M. en voor pijlers II en III: 18 m. M. dik (zie blad 3), die voorzien zijn van de noodige vulstukken van 10 m. M. en inwendig een cirkel vormen van 0.246 M. en 0.300 M. middellijn.

Eene der laschverbindingen, waarvoor inwendig stalen bussen van 25 of 30 m. M. dikte aangebracht worden, is op plaat 3 aangegeven, evenals de daarvoor dienende schroefbouten.

De kolommen nemen tevens de 10 m. M. dikke platen op, waaraan de dwarsverbindingen bevestigd worden.

Zij zijn van onderen en van boven van stalen kernen voorzien, die tegen de stalen voetstukken en koppen sluiten.

De liggers van het bovenraam evenwijdig aan de as van de brug, bestaan ieder uit 8 hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M. en 2 staande platen van 10 m. M. dikte, die opengewerkt zijn en verstijfd met 48 hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M. alles voorzien van de noodige vulstukken.

De liggers van het bovenraam, loodrecht op de as der brug, zijn samengesteld ieder uit 8 hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M., terwijl de wanden die uit platen van 10 m. M. dikte bestaan, verstijfd zijn met 16 hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M., alles met de noodige vulstukken.

Bovendien hebben de bovenramen twee dwarsverbindingen, elk bestaande uit een staande plaat van 480 × 10 m. M, met vier hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M.

Het benedenraam en de andere horizontale verbindingen van de 4 zijden der pijlers bestaan uit dubbel [ijzer, de horizontale dwarsverbindingen uit enkel [ijzer. De vertikale windkruisen zijn uit dubbele strippen, de horizontale windkruisen uit ⊥ ijzers samengesteld.

De afmetingen van de kanaalijzers en strippen zijn op blad 3 aangegeven, het ⊥ ijzer der windkruisen is overal van 125 × 61 × 9.

De verbinding der deelen onderling en met de kolommen, geschiedde door schroefbouten. Alleen de verbinding der flensen van de zorèsijzers der kolommen bij de lasschen, werd voor zooveel mogelijk geklonken.

De onderstellen voor het opnemen der stelrollen op de pijlers (zie blad 7) bestaan uit 2 hoekijzers, 2 [ijzers en 2 [ijzers met afgesneden boven flens, alsmede 3 platen dik 10 m. M.

De gewichten in KG. der verwerkte materialen hebben bedragen:

	Getrokken ijzer.	Gegoten ijzer.	Gesmeed ijzer.	Staal.	Totaal.
voor Pijler I	18933	547	640	2808	22928
voor Pijler II	53018	547	1226	5463	60254
voor Pijler III	53018	547	1226	5463	60254
voor Pijler IV	26387	547	726	3408	31068
voor Pijler V	18031	547	564	2808	21950
In het geheel.	169387	2735	4382	19950	196454

Aan hardsteen (alleen voor de draagsteenen) is 12.84 M^3 verwerkt.

IJzeren bovenbouw.

De ijzeren bovenbouw bestaat uit 2 bruggen van 90 M. lengte, elk over 3 openingen van 30 M. reikende.

Voor het opstellen waren noodig één voorstuk en twee verlengstukken aan het achtereinde der brug.

De theoretische lengte der brugbalken bedraagt 90 M, de breedte tusschen de assen der balken 2.96 M. De assen der wanden van het voorstuk staan op denzelfden afstand. Zij hebben eene lengte van 13 M^1.

De lengte van de verlengstukken was slechts 1 M.

Elke brug bestaat uit 30 vakken, ieder lang 3 M; de wanden zijn dubbel drievoudig gekruist.

De theoretische hoogte der wanden bedraagt 3.20 M.

De bovenranden zijn samengesteld uit staande platen van 400 × 10 m. M., hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M. en flensplaten van 500 × 8 m. M.

De onderranden zijn samengesteld uit staande platen van 450 × 10 m. M. hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M. en flensplaten van 200 × 8 m. M.

De verschillende platen en hoekijzers der randen zijn op de lasschen met laschplaten dik 8 m. M., hoekijzers van 70 × 70 × 10 m. M. en strippen van 80 × 10 m. M. aan elkander verbonden.

De laschplaten der flensplaten van den onderrand zijn voor het overrollen schuinafloopend bewerkt.

Met uitzondering van de eind- en midden- vertikalen bestaat iedere vertikaal uit 4 hoekijzers welke door koppelplaten dik 10 m. M. verbonden zijn.

De eindvertikalen bestaan uit 12 hoekijzers van 100 × 100 × 13 m. M., 5 platen van 10 m. M., 6 strippen van 10 m. M. en 8 laschplaten van 8 m. M.,- de midden vertikalen uit 8 hoekijzers van 100 × 100 × 13 m. M., 5 platen van 10 m. M., 16 laschplaten van 8 m. M. en 6 strippen van 10 m. M.

De diagonalen zijn van [ijzer gevormd. Zij worden bij de kruising met de vertikalen verbonden door platen dik 10 m. M.

Aan een der wanden van elke brug is eene uitwijkplaats aangebracht.

De dwarsverbindingen tusschen de eind- en midden vertikalen (zie blad 5) bestaan uit:

1°. Een bovenligger samengesteld uit een vertikale plaat van 520 × 10 m. M. en vier hoekijzers van 80 × 80 × 10 m. M.

2°. Een benedenligger samengesteld uit een vertikale plaat van 500 × 10 m. M. en 4 hoekijzers van 80 × 80 10 m. M.

3°. Twee kruisschoren [ijzer van $\frac{120 \times 50}{8}$. De overige dwarsverbindingen zijn op dezelfde wijze samengesteld (blad 5), behalve de benedenligger, die bestaat uit 2 [ijzers zwaar $\frac{120 \times 50}{8}$.

De langsdragers bestaan uit I ijzer zwaar $\frac{355 \times 152}{19^1/_2}$, wegende 79 KG. per M^1.

In elk vak zijn boven en beneden windkruisen van hoekijzer aangebracht.

Op de normale beneden dwarsverbindingen en tusschen die der eind- en midden vertikalen, zijn tot vorming van een voetpad [ijzeren liggers zwaar $\frac{105 \times 65}{8}$ en leuningen van [ijzer zwaar 50 × 50 × 7 aangebracht.

De houten dwarsliggers voor het spoor op de bruggen worden aan de I vormige langsdragers bevestigd door middel van gesmeed ijzeren klemhaken.

Elke brug rust aan het eene uiteinde op een vast scharnierpunt (zie plaat 7), aan het andere uiteinde en op de middelsteunpunten op stalen rollen.

Voorstuk voor het stellen.

De wanden bestaan uit een gekruist vakwerksijsteem. De bovenrand is samengesteld uit 4 [ijzers, de onderrand die naar het vooreinde met een helling van 1: 200 oploopt en aldaar met een straal van 6.29 M. is opgezet, bestaat eveneens uit 4 [ijzers.

De laschplaten der boven en onderranden zijn 10 m. M. dik, terwijl die tegen den onderkant der onderranden, evenals bij de bruggen aan de einden schuin bijgewerkt zijn.

De vertikaal van het voorstuk welke tegen den eindvertikaal der bruggen sluit, bestaat uit 4 hoekijzers van 100 × 100 × 13 m. M. en twee platen dik 10 m. M. De overige vertikalen bestaan uit 4 hoekijzers verbonden door een koppelplaat ter hoogte van het dwarsverband. De diagonalen, dwarsverbindingen en windkruisen bestaan uit [ijzer.

Op blad 4 is aangegeven het zijaanzicht en de platte grond der eerste zes vakken van de brug, waaruit tevens

blijkt op welke wijze de afwijking van het spoor uit de as der brug ten behoeve van den horizontalen overgangsboog is verkregen. De verhooging der buitenrail is gevonden in de houten dwarsliggers.

Op hetzelfde blad is het voorstuk voor het stellen in zijaanzicht en platten grond voorgesteld, benevens het verlengstuk voor het achtereinde der brug en de koppeling der bruggen gedurende het overrollen.

Op blad 5 zijn de dwarsverbindingen bij de eind- en midden vertikalen en de normale dwarsverbindingen met de uitwijkplaats voorgesteld.

Uit de schema's en gegeven dwarsprofillen over de verschillende deelen der constructie, blijken de afmetingen van boven- en onderrand, vertikalen, diagonalen en windkruisen voldoende.

Aan de bruggen zijn verwerkt de navolgende materialen, in KG.

	Getrokken ijzer.	Gegoten ijzer.	Gesmeed ijzer.	Staal.
voor één brug.	166293.47	—	3747.06	7269.44
voor twee bruggen.	332586.94	—	7494.12	14538.88

In het geheel: 354619.94 KG.

Het totale gewicht aan ijzer en staal van onder- en bovenbouw te zamen bedraagt dus:

196.454 + 354.620 = 551.074 KG.

waaronder niet begrepen zijn de verankeringen van de pijlers met den gemetselden onderbouw en de ijzergewichten van de verlengstukken voor en achter, van de koppeling der bruggen gedurende het overrollen en de liggers voor de plaatsing der stelrollen op de pijlers.

Opstelling der pijlers.

(Zie blad 1 en 7).

Voor het stellen der ijzeren pijlers is gebruik gemaakt van een stalen transportkabel rustende op houten stellingen. Deze stellingen zijn naar achteren vertuid met staal kabel *A* van 19 m. M. diameter. Deze tuien worden door tusschenkomst van blokken van 200 m. M. diameter aan de palen *B* bevestigd. Elk der houten stellingen (gedetailleerd op plaat 7) is boven voorzien van een draagbalk zwaar 15/30; in het midden daarvan is een oogbout aangebracht, waaraan de blokken *C*, voorzien van twee boven elkaar geplaatste schijven, worden opgehangen.

Over de bovenschijf van 600 m. M. diameter, loopt de transportkabel *D* van 44.6 m. M. diameter, die na aan weerszijden door de stevig verankerde voetblokken *F* van 600 m. M. diameter gegaan te zijn, door middel weder van blokken van 600 m. M. diameter aan de palen *G* vastgelegd is.

Eene lier *E* van 7500 KG. aan de *Tjitjalengka* zijde diende tot het spannen van den kabel, en was eveneens behoorlijk verankerd en vertuid aan de palen *B*.

Tot het op de plaats brengen der pijlerdeelen, diende een transportwagen of lowrij (plaat 7) *H*, loopende over den kabel *D* en daarop verplaatsbaar door middel van trekkabels *L* van 7.9 m. M. diameter, ter weerszijden aan den transportwagen bevestigd.

De beweging over den transportkabel werd geregeld door de lieren *J* en *K* van 1500 KG. trekkracht, werkende op de kabels *L* die over de beneden schijven van 200 m. M. diameter der blokken *C* loopen. Aan den transportwagen was een differentiaal takel (systeem Moore) opgehangen, waarmede de beweging der pijlerdeelen in vertikalen zin plaats had.

Den 5^{en} November 1888 was de boven beschreven inrichting gereed en kon met het opstellen der pijlers begonnen worden.

Ten einde het werken met den differentiaaltakel te bespoedigen, werden de ijzerwerken uit de hand neergelaten langs een daarvoor in den ravijnwand aan de *Tjitjalengka* zijde tot op het vereischte peil uitgekapt hellend vlak.

De behandeling met den differentiaal takel bepaalde zich dus tot het aanslaan van het stuk, het overbrengen naar de verlangde plaats, en het regelen van het geringe hoogteverschil dat nog overbleef. Alleen de zware deelen, zooals kolommen, bovenraam, stelrollen enz. werden geheel met den differentiaal takel behandeld. De horizontale dwarsverbindingen, windkruisen, strippen en kleine deelen werden hetzij aan een eenvoudig aan den kabel *D* opgehangen takel opgeheschen, of uit de hand langs bamboe ladders naar boven gebracht.

De volgorde van de opstelling werd door de constructie aangewezen.

Nadat de eerste verdieping der kolommen opgesteld was, werd de tweede eerst aangebracht nadat de onderlinge stand der kolommen door het aanbrengen van dwarsverband, windkruisen en diagonalen verzekerd was geworden.

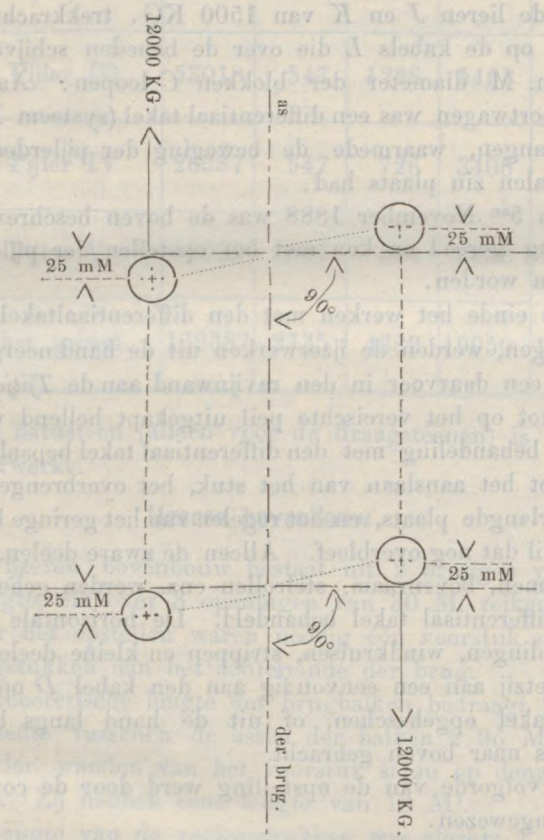
Op dezelfde wijze werd bij de hooger liggende vakken gehandeld.

Het bovenraam werd eerst geplaatst nadat alle windkruisen waren aangebracht.

De laschschroefbouten van de kolommen werden als volgt aangebracht.

Zoodra met behulp van den differentiaal takel de bovenkolom op de onderkolom was geplaatst, klom een inlandsch werkman, van de noodige laschbouten (zie blad 3) voorzien, naar boven en plaatste zich op den top der bovenste kolom welker vaste stand door de lusvormige lasch voldoende verzekerd was. Door middel van het aan het gaatje in het verlengstuk van den bout *P* (plaat 3) bevestigd zeilgaren van voldoende lengte, werd elke bout naar beneden gelaten tot op de hoogte der lasch, waar met behulp van een ijzeren haakje eerst het touw en daarna het uitgesmeede boutgedeelte door het gat werd getrokken.

Met behulp van moer en schroefsleutel kon de bout dan verder vast worden aangezet. De verlengstukken werden daarna afgekapt en de nog uitstekende schroefdraad afgebraamd om het terugloopen der moeren te beletten. Alleen bij pijler III werd met het opstellen eenige moeilijkheid ondervonden. Toen men daarmede n. l. gevorderd was tot aan de plaatsing der dwarsverbindingen tevens sluitstukken van het bovenraam, bleek de pijlerkop geschrankt te zijn, op de wijze in de hierbij gevoegde schets aangegeven.



Daar deze schranking eerst bij het 4de dwarsverband van onderen een aanvang nam en van daar naar boven geleidelijk toenam, kon onjuiste ligging der draagsteenen hier niet de oorzaak der fout zijn. Ten overvloede werd deze ligging nogmaals nagegaan en juist bevonden. Men had dus te denken aan een langzaam verloopen der horizontale windkruisen van af het 4de dwarsverband vermoedelijk een gevolg van het onvoorzichtig driften van enkele gaten en daardoor veroorzaakte speling tusschen bout en gat.

De gaten der windkruisen voor de bovenverdiepingen waren hierdoor in het geheel niet pas te krijgen. De fout werd op de volgende wijze hersteld. Nadat alle reeds aangebrachte bouten tot bevestiging der horizontale windkruisen weder waren weggenomen, werd de pijler in den juisten stand gebracht met behulp van 4 zes tons spantoestellen (zie blad 7) werkende op staalkabels van 19 m. M. diameter, aan den pijler bevestigd op de wijze als in de schets aangegeven.

De spantoestellen werden aan de balken *O*, welke voor een ander doel in de landhoofden bevestigd en van oogbouten voorzien waren, aangeslagen. Het sluitstuk van het bovenraam kon toen worden aangebracht en alle windkruisen weder bevestigd, waarna alles goed pas bleek te zijn.

Na ontspanning der kabels kon van de afwijking niets meer waargenomen worden. Deze kleine tegenspoed bij het werk ondervonden toont aan dat alle ruwheid bij het opstellen van ijzerconstructiën vermeden moet worden, en het inslaan van driften om de gaten tot overeenstemming te brengen slechts voor uiterst kleine verschillen mag toegepast worden.

De uit de fabriek van Europa aangevoerde kabels en gereedschappen hebben allen uitmuntend voldaan, zoodat het werk geheel volgens het ontwerp is kunnen worden uitgevoerd.

Den 25sten November 1888 waren de pijlers geheel gereed, de stelrollen voor de bruggen daarop geplaatst, en was de installatie voor het opstellen der pijlers zoover opgeruimd, dat met het stellen der bruggen kon worden begonnen.

Het opstellen der bruggen.

(Zie blad 1, 6 en 7).

Zooals uit de situatie op blad 6 voldoende blijkt, was in het geaccidenteerde terrein geene voldoende ruimte beschikbaar om de ijzeren brugconstructie vooraf over de geheele lengte in elkander te stellen. Om niet in al te zware en voor later geheel nuttelooze ingravingen, grootendeels in harden tjadasgrond, te vervallen, moest:

1°. Met het opstellen der bruggen op de geheele voltooiing der pijlers gewacht worden;

2°. De brug bij gedeelten opgesteld en overgetrokken worden.

Ten einde de werkkamer op weinig kostbare wijze te verlengen, werd voorbij het landhoofd over 25 M. lengte een steiger uitgebouwd met jukken en kruisen van klapperhout.

De liggerbalken zwaar 30/30 c. M. en de 10 c M. dikke planken waren van djatihout, doch konden na afloop van het werk weder voor andere doeleinden gebruikt worden.

Ook bij het opstellen der pijlers werd van dezen steiger als verzamelplaats van materialen reeds veel nut getrokken.

Bij het stellen der bruggen werd daarmede het dubbele voordeel bereikt, dat grootere bruggedeelten gelijktijdig konden worden afgewerkt, terwijl de geheele constructie zich reeds dadelijk ± 30 M1 dichter bij het landhoofd aan de *Garoet*- zijde bevindende, over die lengte niet behoefde overgerold te worden.

Voor den aanvoer der materialen, zoowel voor pijlers als bruggen, werd in den bergwand langs de werkkamer een hulpspoor met wissel aangelegd.

De lichte deelen konden vervoerd worden langs een in de werkkamer uitloopend voetpad, terwijl de zware stukken van de wagens langs een van glijdrails voorzien hellend vlak, met takels uit de hand in de werkkamer werden neergelaten.

Eenige bamboeloodsen voor kantoor en bergplaatsen van gereedschappen en klinknagels, benevens eene smederij voor herstelling van gereedschappen voltooiden de werkplaats, welke op blad 6 voldoende duidelijk is weergegeven.

De volgorde bij het in elkander stellen van de deelen van de brug was:

a. Leggen der onderranden op de zuiver gerichte en gewaterpaste stelrollen, aanbrengen van beneden dwarsverband en windkruisen;

b. Stellen der vertikalen en boven dwarsverbanden;

c. Aanbrengen der bovenranden en diagonalen;

d. Plaatsen der langsdragers en boven windkruisen;

e. Aanbrengen van alle andere deelen als: voetpad, uitwijkplaats, enz.

Voor het aanbrengen der bovenranden en der zware eind- en midden vertikalen werd gebruik gemaakt van een schalk, door middel van 4 touwen aan ter weerszijden der werkkamer ingegraven piketten getuid. Een daaraan bevestigd takel van manillatouw van 1" diameter, loopende over een twee- en drie- schijfsblok, was voldoende om de zwaarste stukken van den bovenrand, wegende 1760 K.G. op te hijschen.

Alle andere deelen werden uit de hand aangebracht, of met behulp van touwen, geslagen over een stevigen bamboe, op de bovenranden der brug gelegd, opgeheschen.

Zoodra een gedeelte der constructie voldoende stevigheid had verkregen en geene vervormingen meer waren te vreezen, werd met klinken begonnen.

Den 11den December 1888 was het eerste bruggedeelte lang ± 74 M1, geheel afgeklonken en kon het overrollen daarvan op den 12den daaraanvolgende plaats hebben.

De plaatsing der stelrollen blijkt uit blad 1, 6 en 7, waarop tevens de wijze van verankering voorkomt.

Op blad 1 is door stippellijnen aangegeven op welke wijze de pijlers en landhoofden gedurende het overrollen van den bovenbouw onderling door middel van staalkakabels van 19 m. M. diameter, en de op blad 7 voorkomende, reeds vroeger vermelde, 6 tons spantoestellen, verbonden werden.

De bevestiging aan de pijlers had plaats door middel van ijzeren eenschijfsblokken van 20 c. M. diameter, aan de landhoofden door tusschenkomst der ingemetselde balken *O*, welke daartoe van oogbouten waren voorzien.

Voor het trekken werd gebruik gemaakt van de lier *R* van 7500 K.G. en den trekkabel *R* van 20.7 m. M. diameter.

Deze laatste liep, na aan een stevig verankerd voetblok vastgelegd te zijn, over een éénschijfsblok van 60 c. M. diameter aan het voorstuk der brug door middel van stroppen van staalkabel bevestigd, en van daar met het losse part over de lier, welker trekkracht alzoo verdubbeld werd.

Het overrollen had op den 12den December zonder eenige stoornis plaats.

De daarbij bereikte snelheid bedroeg 13 M1 in het uur, terwijl de constructie werd voortbewogen, totdat het voorstuk droeg op pijler III, zooals op blad 1 is aangegeven.

Onmiddelijk daarna werd het ineenzetten van het volgende bruggedeelte in de nu weder beschikbaar zijnde werkkamer op de boven beschreven wijze voortgezet.

Den 26sten December kon weder getrokken worden, en werd de constructie gebracht met het voorstuk op pijler V (zie blad 1). Daarbij werd echter gebruik gemaakt van 2 lieren *P* en *Q* van gelijke trekkracht, welker opstelling op blad 1 is weergegeven. De lier *Q* welke aanvankelijk in de as der brug had gestaan moest daartoe één meter omgezet worden; bij den aanleg der fundeering was hierop gerekend. Elke lier werkte op een afzonderlijken trekkabel van 20.7 m. M. diameter, op de reeds beschreven wijze aan het voorstuk der brug bevestigd.

Bij het draaien aan de lieren moest zorgvuldig worden toegezien, dat beide kabels steeds gelijkelijk gespannen waren.

De bereikte snelheid was weder 13 M1 in het uur, terwijl niet de minste stoornis bij het werk werd ondervonden.

Den 2den Januari 1889 eindelijk werd de geheele constructie met het voorstuk, de tusschenkoppeling (voor het op afstand houden der bruggen reeds aangebracht) en het verlengstuk van achteren, om het afloopen van de laatste rol te beletten, gezamenlijk wegende 369.500 K.G., in den definitieven stand gebracht.

De reeds beschreven werkwijze met de lieren *P* en *Q* kon ook daarbij gevolgd worden. Aan elke lier draaiden 6 man, terwijl een stel koelies in reserve werd gehouden voor het verwisselen der vermoeiden.

Gedurende het overrollen bleek telkenmale de stevigheid der constructie als gevolg van de juiste berekening der onderdeelen en van de degelijke uitvoering.

Bij het oploopen van het voorstuk op de pijlers toch, was de punt geheel vrij van de rollen, en begon eerst daarop te dragen nadat de eerste rol over ± 3 M. lengte was gepasseerd. De doorbuiging van het ruim 30 M1 vrijzwevende overstekende gedeelte der constructie heeft dus slechts een 5 tal c. M. kunnen bedragen.

Nadat de bruggen in den definitieven stand waren gebracht, bleek tevens dat de spanningen van 30 M. tusschen de assen der pijlers, volkomen juist waren. Een verschil van 1 c. M. in de hoogte ligging van pijler I werd met behulp van een stalen onderlegplaat weggenomen. Alle overige pijlers hadden de goede hoogte.

Voor het berijdbaar maken der brug moesten thans nog de volgende werkzaamheden worden verricht:

a. Het verwijderen van de stelrollen onder de bruggen, en het strijken daarvan op de definitieve oplegging;

b. Het opmetselen der landhoofden tot de vereischte hoogte, zijnde 71 M3 metselwerk per landhoofd;

c. Het aanaarden der werkkamers aan beide zijden der overbrugging;

d. Het leggen der rails op de brug en de aansluitende baangedeelten.

De dwarsliggers waren inmiddels reeds op de brug aangebracht.

Met de werkzaamheden onder *b* en *c* genoemd, kon aan de *Tjitjalengka*- zijde onmiddelijk worden begonnen.

Aan de *Garoet*- zijde moest eerst het voorstuk worden gedemonteerd en verwijderd.

Den 5den Januari 1889 werd begonnen met de voorbereidende maatregelen voor het strijken der brug aan de *Garoet*- zijde, hetwelk den 6 Januari afliep. Den 7den daaraanvolgende werd ook de brug aan de *Tjitjalengka*-zijde van de rollen gelicht en gestreken.

Volgens het ontwerp zoude het lichten geschieden met de 100- tons hijdraulische vijzels *x*, waarvan 2 op elken pijler en landhoofd voldoende werden geacht.

Deze vijzels moesten geplaatst worden juist onder de beneden eind- en midden dwarsverbindingen (blad 5), die zwaar genoeg geconstrueerd zijn om de bruggen te kunnen dragen. Daarbij zouden de vijzels zoo hoog moeten worden aangezet (16 c. M.) dat bij het neerlaten der zuigers de bruggen op de definitieve steunpunten konden zakken.

Bij het gebruik bleek echter dat de vijzels slechts een lichtvermogen van ± 30 ton konden ontwikkelen en bovendien weigerden te werken als zij hooger dan 10 c. M. werden aangezet; van de 8 stuks weigerden twee allen dienst.

Men redde zich op de volgende wijze: op elk der middenpijlers, waar 3/8 van het totale gewicht moest gelicht worden, alzoo ± 70 ton, werden drie hijdraulische vijzels aangebracht; onder elk der beide uiteinden van de brug 2 traversvijzels van 20 ton lichtvermogen geplaatst, waarmede ruim kon worden volstaan om het 1/8 deel van het gewicht, dat aldaar drukte, te overwinnen.

De geheele constructie werd eerst 2 c. M. gelicht en op stopblokken gezet, zonder evenwel de vijzels los te maken. Nadat de 700 K.G. zware stelrollen met staalkabel aan de brug waren opgehangen, werden de pummelblokken verwijderd met de liggers, waarop deze rustten. Onder de rollen was toen voldoende speling, om deze met de brug te laten zakken totdat zij door de inmiddels aangebrachte definitieve opleggingen werd gedragen.

Om het regelmatige zakken te bevorderen had dit centimeter voor centimeter plaats, en wel in dier voege, dat eerst een centimeter zakking aan de uiteinden met de langzaam werkende traversvijzels werd gegeven, op kommando gevolgd door het loslaten voor hetzelfde hoogteverschil der hijdraulische vijzels op de midden steunpunten.

De ondervinding bij deze gelegenheid met hijdraulische vijzels opgedaan kan niet anders dan ongunstig worden genoemd, wat de vertrouwbaarheid dezer werktuigen aangaat. Een ander bezwaar daar tegen is het min of meer ruwe der manipulatie met de kranen.

Kleine zakkingen toch zijn uiterst moeilijk te regelen, terwijl eene enkele onhandigheid van den persoon met het openzetten der kraan belast, noodlottige gevolgen kan hebben.

Om die reden schijnt het aanbeveling te verdienen voor het vervolg in soortgelijke gevallen van speciaal daarvoor geconstrueerde schroefvijzels van geringe hoogte gebruik te maken, welker beweging zonder het minste gevaar tot in millimeters kan geregeld worden.

Ook voor het gemak bij het onderhoud verdienen schroefvijzels de voorkeur. Wel werken deze langzamer dan de hijdraulische vijzels, doch bij de geringe hoogteverschillen, die meestal overwonnen moeten worden, kan deze factor geheel buiten beschouwing blijven.

Den 8sten en 9den Januari werden de rails op de brug en de aangrenzende baanvakken gelegd, waarbij een voldoend aantal rails van 5 M. en 5.90 M. werd ingeschakeld, om de gewenschte ligging der railvoegen ten opzichte van de boven dwarsverbindingen te verkrijgen.

Den 10den Januari des morgens ten 10 ure passeerde de eerste trein de brug, welke alzoo in 2 maanden en 4 dagen is voltooid, zonder dat daarvoor des nachts is behoeven gewerkt te worden.

Brugbeproeving.

Den 12den Januari daaraanvolgende had de beproeving der brug plaats door middel van een trein, bestaande uit 2 gekoppelde locomotieven met aan weerszijden 2 met rails beladen platte wagens.

De op die wijze gevormde mobiele belasting (voorgesteld in fig: 1 blad 8) gaf aanleiding tot de eveneens op blad 8 met roode cijfers aangegeven doorbuigingen van 7, 8 en 9 m. M. met het waterpasinstrument gemeten.

Daar de proeftrein door het beschikbare materiaal voor het beladen der wagens (rails) niet tevens de ongunstigste belasting representeerde, overtuigde men zich door het instellen der berekening van de op Bijlage C voorkomende reacties en momenten dat voor de praktijk de proefbelasting volkomen voldoende kon worden geacht.

De doorbuiging daarbij minder bedragen hebbende dan $^1/_{3000}$ der spanwijdte, mag dus het verkregen resultaat alleszins bevredigend heeten, te meer daar na de ontlasting geene blijvende doorbuiging werd waargenomen.

De pijlers vertoonden bij de zwaarste belasting met den proeftrein (koppeling der locomotieven boven midden pijler) geene zakking.

Bouwkosten.

Op de bijlagen *A* en *B* zijn gespecificeerd de uitgaven in *Indië* gedaan, respectievelijk ten behoeve van den onder- en van den bovenbouw.

Om het totale bedrag der bouwkosten te verkrijgen moeten deze uitgaven nog vermeerderd worden met:

a. Het bedrag der aannemingssom zijnde *f* 75090.04;

b. De transportkosten van *Holland* naar *Priok* geraamd op *f* 10.000.—;

c. De transportkosten van *Priok* naar het werk ten bedrage van *f* 3520.—;

d. De uitgaven in *Indië* na 31 Januari 1889 reeds gedaan en nog te doen voor geheel afwerken, vervoer enz. welke op *f* 2000.— kunnen worden begroot;

e. Het aandeel in de uitgaven voor uit *Europa* bestelde en in de werkplaats aangemaakte gereedschappen geraamd op *f* 3000.—

De totale bouwkosten van het viaduct kunnen dus worden gesteld op *f* 147.702.73 of per M^1 ± *f* 821.—

TJITJALENGKA, *den* 16en April 1889.

W. DE IONGH. Dzn

Bijlage **A**.

OPGAVE van de gedane uitgaven en aangekochte materialen ten behoeve van kunstwerk 14 (*Tjisaätviaduct*) van af 30 Augustus 1887 tot en met 15 Februari 1889.

Artikel 24*a*.

Hoeveelheid.	OMSCHRIJVING.	Prijs per eenheid.		Totaal.		Totaal Generaal.	
	Toezicht	*f* —	—	*f* 392	85		
	Dagloonen	—	—	835	31		
5782	M^3 grondverzet	± 0	14^5	832	80		
2865,50	„ metselloon	± 2	07	5928	50		
	Loodsen en andere tijdelijke gobouwen	—	—	441	—		
606	M^3 kalk, inclusief transportkosten	10	—	6660	—		
787	„ zand	± 3	01	2371	—		
666,20	„ roode cement	± 5	26	3503	35		
334	Vaten Portland cement, in het werk gebracht	10	—	3340	—		
30	Kisten dijnamiet, inclusief transportkosten en ontstekingsmiddelen	80	—	2400	—		
2614	M^1 petardeeren	± 0	79	2063	05		
2983	M^3 breuksteen	± 0	93	2772	25		
	Bamboe	—	—	65	50		
970	M^2 pleisterwerk	0	25	242	50	*f* 29849	11
	TOTAAL					*f* 29849	11

ZEGGE: *Negen en twintig duizend acht honderd negen en veertig gulden en elf cent.*

Bijlage **B**.

OPGAVE van de gedane uitgaven ten behoeve van kunstwerk 14 (*Tjisaätviaduct*) van af 24 Augustus 1888 tot en met 31 Januari 1889.

Artikel 24*b*.

Hoeveelheid.	OMSCHRIJVING.	Prijs per eenheid.	Totaal.	Totaal Generaal.
	Toezicht (dagopzichters en mandoers)	— —	*f* 3326 55	
	Dagloonen, koelies	— —	6321 —	
	Aankoop van houtwerken voor den steiger	— —	182 60	
	Timmerloon, inclusief het plaatsen der dwarsliggers	— —	459 80	
	Dagloonen, klinkers	— —	5890 90	
	Klinkwerk (van 45000 nagels)	*f* ± 0 12⅝	5585 64	
	Smeden	— —	387 95	
	Diverse uitgaven	— —	2089 14	*f* 24243 58
			TOTAAL	*f* 24243 58

ZEGGE: *Vier en twintig duizend twee honderd drie en veertig gulden acht en vijftig cent.*

Bijlage **C**.

STAAT van de reacties in de steunpunten en van de momenten in het middelste vak, behoorende bij de in de figuren 1 — 4 voorgestelde gevallen (blad 8).

BEHANDELDE GEVALLEN.		Reacties in de steunpunten in tonnen van 1000 K.G.				Momenten in het middelste vak in ton M.	
HOOFDGEVALLEN.	Ondergevallen.	Mobiele belasting.		Mobiele belasting + eigen gewicht.		Mobiele belasting.	Mobiele belasting + eigen gewicht.
		R 1 en 4	R 2 en 3	R 1 en 4	R 2 en 3		
I. De beide locomotieven met de achtereinden tegen elkander....	Fig. (1) 4 wagens.	— 3.9	54.4	20.1	120.4	200	245
	Fig. (2) 2 wagens.	— 4.5	44.0	19.5	110.0	208	253
II. De beide locomotieven met de vooreinden tegen elkander.....	Fig. (3) 4 wagens.	— 4.0	54.5	20.0	120.5	205	250
	Fig. (4) 2 wagens.	— 4.6	44.1	19.4	110.1	214	259

OVERGANG DER KLEINE BERGSTROOMEN EN WATERLOOPEN IN HET BAANGEDEELTE NAGREK-LELES IN DEN STAATS-SPOORWEG TJITJALENGKA-GAROET.

Bij den overgang der zwaar hellende kleine bergstroomen en waterloopen in het baangedeelte *Nagrek-Leles* van den spoorweg van *Tjitjalengka* naar *Garoet*, is in verband met de terreinsgesteldheid afwisselend gebruik gemaakt van de volgende hulpmiddelen.

I. Opvulling tot baanhoogte van het door een dam afgesneden ravijngedeelte met grond, en afleiding van regen- en bronwater, hetzij langs de bermslooten, hetzij door middel van opzettelijk daartoe in den vasten bergwand gegraven slooten, naar lager gelegen terreinplooien.

De aarden baan heeft in dit geval dus geen kunstwerk tot doorlaat van water noodig, doch wordt, waar de helling van het onderliggende terrein dit vereischt, aan den voet van een gemetselden of drooggestapelden steunmuur voorzien. Deze werkwijze kan overal toegepast worden waar de hoeveelheid van het afstroomende water gering is en de ondergrond, na behoorlijk met trappen te zijn uitgekapt, geschikt blijkt om met opgehoogden grond (vooral in horizontale lagen op te brengen) te worden bedekt, en zich daarmede tot eene vaste massa te vereenigen.

II. Doortrekking der aarden baan onder normaal profiel, terwijl door een duiker gelegenheid tot waterdoorlaat wordt gegeven.

De duiker kan:

a. Op het laagste punt van het ravijn worden gelegd en den loop daarvan volgen;

b. Hooger in den vasten bergwand worden aangebracht, terwijl de waterloop dienovereenkomstig wordt verlegd.

Het ravijngedeelte, dat in het laatste geval van afwatering is verstoken, wordt al of niet met grond opgevuld. Veelal, bijvoorbeeld als de ondergrond van dezelfde samenstelling is als de aarden baan en deze van goede waterkeerende specie kan worden gemaakt, is tegen het laatste geen bezwaar.

Bij zanderigen bodem wordt het tegengehouden regenwater spoedig opgeslurpt; bij kleibodem vormt zich een meertje boven de baan, dat zijn overtollig water door den duiker ontlast. Deze kan dan steeds kleiner genomen worden als het profiel der leiding in verband met den hoogsten waterstand aangeeft, daar het meertje plotselinge verhooging van het peil belet en een geleidelijk afstroomen van het water in de hand werkt.

Waar de bouwkosten niet te groot worden, verdient het stellig de voorkeur den duiker op het laagste punt te leggen. (sub *a*)

Voor groote duikers kan deze werkwijze, bij de groote lengte die het kunstwerk soms verkrijgt, echter niet altijd gevolgd worden, en neemt men tot *b* zijne toevlucht. Daarbij zal zorg moeten worden gedragen, dat de verlegging der leiding zeer geleidelijk is en aan weerszijden van den duiker zich over een voldoend grooten, uit het lengteprofiel der leiding op te maken afstand uitstrekt.

In zeer vasten tjadas- of rotsgrond kan zoo noodig bovenstrooms een waterval worden gemaakt, die niet te dicht bij de opening van den duiker mag worden geprojecteerd.

Een duiker volgens *b* kan, waar de bodemhelling zulks vereischt, gecombineerd zijn met een steunmuur aan den voet der aarden baan op het laagste punt van het ravijn.

Soms zal zulk een duiker met voordeel kunnen vervangen worden door een open doorlaat of een bruggetje op het punt waar de ophooging in ingraving overgaat.

Het afleiden van zakwater met draineeringen van gestapelden steen met indjoek afgedekt, onder den dam door, verdient geene aanbeveling.

Op den langen duur raken deze verstopt, en het water zoekt zijn weg langs de draineering in plaats van daardoor.

Na eenigen tijd worden op deze wijze geregelde kanalen gevormd door den opgehoogden grond der baan, waarvan gevaarlijke verzakkingen het gevolg zijn.

Waar zich wellen of bronnen *onder* de baan bevinden, moet het water afgeleid worden, en kan dikwijls met voordeel van de boven beschreven draineeringen gebruik gemaakt worden.

Men legge deze dan echter in eene sleuf, daartoe in den vasten ondergrond gegraven, en niet boven op het oude terrein.

III. Waar de hoeveelheid van het afstroomende water relatief groot is, of het hoogteverschil tusschen den hoogsten waterstand en bovenkant rail te gering om een duiker te kunnen bouwen wordt van bruggen of viaducten gebruik gemaakt.

Ook daar waar, hetzij de steile bodemhelling van het ravijn, hetzij de geaardheid van den bodem het doortrek-

ken der aardenbaan verbiedt, of een duiker te kostbaar wordt, moet tot het bouwen eener brug worden overgegaan.

Het ligt in den aard der zaak, dat bij een bergspoorweg deze bruggen dikwijls in bogen gelegen zijn of in de overgangsbogen naar een recht baanvak. De voorkanten der draagsteenen worden dan haaksch genomen op de koorde van den boog door de brug onderspannen; de as der brug loopt evenwijdig aan die koorde en deelt den pijl midden door, waardoor de afwijking van de as der rails uit het hart der brug gemiddeld wordt.

Op die wijze is er geen bezwaar bruggen van 15 M. opening in bogen met 200 M¹ straal te plaatsen. De verhooging der buiten rail kan gevonden worden door de geheele brug aan de buitenzijde te lichten en dus den buiten draagsteen hooger te leggen dan den binnendraagsteen, — of wel, de draagsteenen onderling waterpas te houden en de verhooging door klossen op den dwarsligger onder de buiten rail te verkrijgen.

Waar de mobiele belasting groot is ten opzichte van het eigen gewicht, verdient het eerste aanbeveling; bij vakwerkbruggen en overigens waar het eigen gewicht meer invloed heeft dan de mobiele belasting moet de tweede manier worden gevolgd.

Bij de lijn *Tjitjalengka-Garoet* werden alle bruggen met volle wanden (opening van 2 — 10 M.) hellend, — alle vakwerkbruggen (12 M. en daarboven) horizontaal in de richting loodrecht op de brugas gelegd en de verhooging door klossen verkregen.

De meeste uitgevoerde bruggen in de 1ste sectie liggen behalve in bogen ook in hellende baangedeelten.

Waar het eene uiteinde der brug van eene beweegbare oplegging is voorzien, wordt deze steeds op het hoogste punt geplaatst, zoodat de uitzetting der brug tegen de helling in werkt.

IV. Gemetselde ravijnsovergang.

Deze houdt het midden tusschen viaduct en duiker, en kan met voordeel worden toegepast bij zwaar hellende rotsachtige ravijnen met geringen waterafvoer.

Vergelijkende kostenberekening moet in elk der vier behandelde gevallen, waar deze in elkaar overgaan, en verschillende oplossingen mogelijk zijn, de keuze bepalen.

Na de voorafgaande inleiding, gebaseerd op de werkwijze in de 1ste sectie der lijn *Tjitjalengka-Garoet* gevolgd, en getoetst aan de daarbij verkregen resultaten, kan de toelichting van de bij deze beschrijving behoorende teekeningen kort zijn.

Kunstwerk No. 10 en kunstwerk No. 33 vertegenwoordigen de gevallen in II *a* en *b* behandeld.

Bij kunstwerk No. 10 volgen zoowel de vloer als de fundeering van den duiker in hoofdzaak den bodem van het ravijn. Door diepe fundeeringen van de vleugels boven en den frontmuur beneden, wordt verschuiving belet. Bovendien zijn 2 haakvormige koffers voor hetzelfde doel aangebracht.

Het bovenfront is haaksch op den vloer, het beneden front te lood gezet. Ten behoeve van de betere aansluiting van dit laatste met het gewelf wordt dit over 3 M. lengte horizontaal gehouden.

De afmetingen der verschillende deelen blijken voldoende uit de teekening.

De duiker sints 30 Januari 1887 voltooid, heeft zich uitmuntend gehouden en niet de minste zetting of scheuren vertoond.

Het aantal M³ metselwerk bedraagt 205, de totale bouwkosten *f* 1950.— dus verkrijgt men, deze omslaande over het metselwerk, als eenheidsprijs, ± *f* 9.50 per M³.

Kunstwerk N°. 33 is in den vasten ravijnwand aangelegd, waardoor aanmerkelijke besparing van metselwerk is verkregen.

Daar het terrein geene geschikte gelegenheid bood om de leiding beneden den duiker over voldoend grooten afstand te verleggen, is eene gemetselde goot aangelegd langs welke het water in de oude bedding kan afstroomen.

Het van afwatering verstoken terreingedeelte boven den dam is met grond opgevuld, die hier uit de naburige ingravingen zonder groote kosten kon worden aangevoerd.

De afmetingen van het kunstwerk blijken uit de teekening.

Het werd voltooid in Mei 1888 en heeft geene zetting of scheuren vertoond, niettegenstaande herhaalde afschuivingen van de aangrenzende ophooging. Het aantal M³ verricht metselwerk bedraagt 210, de totale bouwkosten zijn *f* 2562.— of deze omslaande over het metselwerk *f* 12.20.— per M³.

Zoowel door kunstwerk 10 als kunstwerk 33 stroomt alleen water bij zwaren regen in het gebergte. In den droogen tijd zijn de waterloopen geheel en al droog, en is er dus steeds gelegenheid om den zwaar hellenden met portland cement gepleisterden vloer na te gaan.

Tot op heden werd geene schade daaraan beloopen.

Kunstwerk N°. 30 kan als voorbeeld strekken van het sub III besproken geval.

Het viaduct ligt behalve in 2 verschillende hellingen, voor een deel in een recht baangedeelte en voor het overige in een boog van 200 M. straal en den daarbij behoorenden overgangsboog.

Een en ander blijkt voldoende uit de teekening evenals de afmetingen en wijze van fundeering van landhoofden en pijlers.

De aansluiting van de aarden baan aan de landhoofden wordt verkregen door van breuksteen opgezette taluds.

De 3 bruggen van 15 M. zijn geheel afgeklonken per werktrein aangevoerd en overgesleept met den onderkant op railhoogte; elk over 2 lange balken van Amerikaansch grenen hout zwaar 35/35 c. M., in het midden gesteund door een stevig juk van bamboe petoeng; nadat een tijdelijk spoor op de aldus verkregen noodbrug was gelegd. De bruggen daarna op de pijlers en landhoofden met stapelingen van dwarsliggers ondersteund

zijnde, geschiedde het zakken tot op de draagsteenen met behulp van schroefvijzels op de bekende wijze.

Het aantal M³ metselwerk voor den onderbouw bedraagt 810, het ijzer gewicht van den bovenbouw 48270 K.G.

Aan den onderbouw is totaal verwerkt, inclusief *f* 2500.— voor de steenbezettingen der taluds bij de landhoofden, de som van *f* 11064.— of per M³ metselwerk ± *f* 13.70.

De kosten van den bovenbouw hebben bedragen:

in *Holland*	*f*	7200.—
transport tot *Priok*	„	700.— (geraamd.)
van *Priok* tot *Tjitjalengka*	„	330.—
uitgaven in *Indië* ten behoeve van den bovenbouw	„	1500.—
TOTAAL	*f*	9730.—

of per ton van 1000 K.G. ± *f* 200.—

De totale bouw kosten van het viaduct beloopen dus *f* 20794.— zijnde ± *f* 306.— per M¹.

Als tijpe van den gemetselden ravijnovergang kan kunstwerk No. 11 dienen.

De fundeering volgt weder in hoofdzaak het beloop van het terrein. Hier en daar, waar de ondergrond, welke geheel met dynamiet werd opgeruimd, geene andere werkwijze toeliet, moesten trappen worden gemaakt.

Voor den waterdoorlaat is eene opening van 1 M. breedte in den muur gespaard, terwijl de ravijnbodem aan weerszijden van het kunstwerk met metselwerk is bekleed.

In den goeden mousson is ook deze waterloop geheel droog.

Het kunstwerk kwam gereed den 25sten Februari 1888 en heeft na dien tijd geene zetting of scheuren vertoond.

De bouwkosten hebben bedragen *f* 2956.—, hetgeen omgeslagen over het uitgevoerde metselwerk ad 325 M³, een eenheidsprijs per M³ geeft van ± *f* 9.—

Tjitjalengka, *den* 26sten April 1889.

W. DE IONGH, Dzn.

DE HERVORMING VAN HET REIZIGERSTARIEF OP DE HONGAARSCHE STAATSSPOORWEGEN.

(Gevolgd naar de Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn Verwaltungen.)

Sedert 1 Augustus jl. wordt op het geheele net der Hongaarsche Staatsspoorwegen, op de lijnen van den Hongaarschen Westerspoorweg en van den Budapest-Fünfkirchener Spoorweg, benevens op de lijnen door den Hongaarschen Noord-Oosterspoorweg geëxploiteerd, eene zeer belangrijke proef genomen, welke bij gunstige uitkomsten onvermijdelijk eene geheele omwenteling in het verkeer zal te weeg brengen.

De proefneming n. l. geldt de toepassing van een uniform-tarief voor reizigers, onverschillig den afstand in een bepaalden kring afgelegd. Zij werd eerst genomen nadat alle tot nog toe ook bij andere spoorwegen aangewende middelen, om tot verbetering van het vervoer te geraken, waren uitgeput.

Retourbiljetten, abonnementskaarten, gezelschapsbiljetten, enz. enz. waren achtereenvolgens beproefd, geen enkel middel voldeed aan de verwachting; wel kon bij elke vrachtverlaging eenige vermeerdering in het vervoer worden waargenomen, doch de massa der bevolking maakte van den spoorweg geen gebruik.

Het verschijnsel was des te onrustbarender omdat tegenover eene feitelijke stagnatie in het personen-verkeer, het goederen-verkeer op eene dubbele vermeerdering kon wijzen.

De weldaad om goedkoop te kunnen reizen bleek, niettegenstaande alle hulpmiddelen van de zijde der spoorwegdiensten genomen, niet tot het volk door te dringen.

Vergelijkingen met andere landen in Europa gemaakt waren evenmin gunstig voor het verkeer in Hongarije.

Gemiddeld toch verplaatst in Engeland ieder bewoner zich 15 maal per jaar; in Belgie 10 maal; in Duitschland 5 maal; in Nederland 5 maal; in Frankrijk 4 maal; in Oostenrijk 2 maal; en eindelijk in Hongarije nauwelijks 1 maal, waarbij evenwel niet onopgemerkt mag blijven, dat het meerendeel der landelijke bevolking zich niet dan in hoog noodige gevallen verplaatst, en vrouwen en kinderen minder reizen dan mannen; zoodat het gemiddelde van het werkelijk reizende deel der bevolking hooger moet worden aangeslagen.

Dat Hongarije echter verre bij het overige Europa achterstond, was niet te ontkennen, waardoor de overtuiging gevestigd werd, dat alleen eene radicale hervorming van het gebruikelijk tarief-systeem den ongunstigen staat van het reizigers-verkeer zou kunnen doen ophouden.

Bij het nieuwe tarief wenschte men in 't oog te houden dat:

1°. de afstand geen beletsel tot reizen zou geven (derhalve de maximum vrachtprijs binnen ieders bereik moest komen);

2°. de vereischte, zoover mogelijk gaande, verlagingen borg zouden zijn, dat hare werking voor alle klassen der maatschappij op gelijke wijze zich zou doen gevoelen;

3°. de ingrijpende maatregelen zich tegelijkertijd als een werkzaam middel tot ontwikkeling van het verkeer zouden doen kennen en dientengevolge ook de zekerheid geven, dat de door de *ver* strekkende vrachtverlagingen onvermijdelijk te brengen offers binnen een niet te lang tijdsverloop weder vereffend zouden worden.

Ook werd daaraan gewicht gehecht, dat het nieuwe tariefstelsel zoo eenvoudig mogelijk zou zijn en besloot de Minister der Openbare Werken, zooals boven gezegd is, over te gaan tot de invoering van een „zonentarief."

Het zonentarief werd nog nimmer practisch toegepast; vermoedelijk wel door de onzekerheid waarin men omtrent den uitslag verkeerde, en waarvan men huiverig was de verantwoordelijkheid op zich te nemen.

Het waren dan ook uitsluitend de vakmannen, die met het denkbeeld geen genoegen konden nemen en het idee van een uniformtarief trachten belachelijk te maken.

Zoo lezen wij in de Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen No. 55 van het jaar 1882, onder den titel van: „Eine volkswirthschaftliche Humoreske", o. a. het volgende:

„Eine der wunderbarsten Blasen im Hexenkessel des „Erfinderwahnsins, welcher heuer wieder sehr munter „brodelt, ist die von Zeit zu Zeit auftauchende Idee des „sogenannten Personenportos, warunter gewisse Clowns „des Eisenbahnwesens einen Minimalpreis verstehen, für „welchen männiglich auf jede beliebige Entfernung auf

„Eisenbahnen befördert werden soll. Ein Artikel der „Gartenlaube von M. K. beschäftigt sich mit dieser Zu„kunftsaufgabe der Volkswirtschaft nachdem in Chicago „schon lange früher ein Mr. R. Brandon und im vorigen „Jahrzehnt Herr Perrot sich mit dieser Idee ganz ernsthaft „befasst hatten" enz.

Van de hand van den hiergenoemden heer F. Perrot zag onder den titel van „Die Eisenbahn- tarief-Reform" een werkje het licht, waarin hij voor reizigers — zoowel als voor goederen — een zonentarief als het eenvoudigste, en voor de betrokken spoorwegen, zoowel als voor de vervoerders, als het meest wenschelijke, voorstelde.

Voor *reizigers* wenschte Perrot tot en met *een afstand van 75 K. M.*

I. klasse 3.— Mark.
II. „ 0.50 „
III. „ 0.30 „

en *boven* 75 *K. M.*

I. klasse 6.— Mark.
II. „ 1.50 „
III. „ 1.00 „

Later stelde hij nog voor een „Einstafig" tarief en wel voor elken afstand:

I. klasse 6.— Mark.
II. „ 0.50 „
III. „ 0.30 „

Voor *goederen* wenschte hij:

a. voor ijlgoederen zonder onderscheid van het gewicht per colli, met een maximumgewicht van twee centenaars, voor afstanden:

tot 75 K. M. 0.50 Mark.
boven 75 „ 0.80 „

b. voor stukgoederen, zonder onderscheid van het gewicht per colli, met een maximumgewicht van drie centenaars, welke vervoerd worden:

tot 150 K. M. 0.50 Mark.
boven 150 tot 375 K. M. 0.80 „
meer dan 375 „ 2.— „

c. voor wagenladingen, welke loopen:

tot 150 K. M. 15 Mark.
van 150 tot 375 K. M. 24 „
meer dan 375 „ 36 „

Het denkbeeld had geen verder practisch nut, totdat in het vorige jaar bij Costenoble, te Jena, een werk verscheen van de hand van Dr. Engel met den titel van „Eisenbahn-reform", hetwelk algemeen de aandacht trok, en vermoedelijk niet weinig heeft bijgedragen tot de proefneming op de Hongaarsche Staatsspoorwegen.

Dr. Engel noemt zich geen vakman, legt een souvereine minachting voor alle zich noemende vakmannen aan den dag, toont weinig vertrouwen op de medewerking in de uitvoering van zijn denkbeelden van het publiek te bezitten, omdat hij niet „Spoorweg-directeur" is, en tracht uiteen te zetten dat men in Duitschland gedurende een halve eeuw van spoorweg-exploitatie voortdurend op den verkeerden weg is gebleven.

In afwachting van later tot een „eenheidstarief" te kunnen komen, wil hij, evenals zijn voorganger Perrot een zonentarief voor reizigers ingevoerd zien, en wel een van drie zonen.

Hij acht het beste voor de

I^e. zone een radius van 25 K. M.;
II^e. „ „ kring van 26 tot en met 50. K. M.
III^e. „ van alle stations naar alle stations in Duitschland, welke verder dan 50 K. M. van elkander liggen.

De vrachtprijzen zouden dan worden voor de

I. Zone.
1^e. klasse 2.— Mark.
2^e. „ 0.50 „
3^e. „ 0.25 „
II. Zone.
1^e. klasse 4.— Mark.
2^e. „ 1.— „
3^e. „ 0.50 „
III. Zone.
1^e. klasse 6.— Mark.
2^e. „ 2.— „
3^e. „ 1.— „

Dr. Engel verwacht van de invoering van dit zonentarief eene zoodanige toeneming van het aantal reizigers en belangrijke besparing van onkosten door de vereenvoudiging van het geheele thans bestaande controle-stelsel, dat de zeer belangrijke verminderde vrachtprijs per reiziger niet alleen geen vrees voor achteruitgang der ontvangsten behoeft te wekken, doch integendeel de rentabiliteit der spoorwegen zal verhoogd worden.

Hij grondt zijne denkbeelden op de niet te loochenen omstandigheid, dat de vraag naar plaats in de personenrijtuigen het aanbod op verre na niet nabij komt.

In Duitschland toch (en overal elders is het al niet veel beter) is het gebruik in de

1^e. klasse 9.56 %
2^e. „ 20.61 %
3^e. „ 25.06 %
4^e. „ 30.04 % van alle in de betrekkelijke klassen voorhanden plaatsen (1).

Het slechte gebruik der aangeboden plaatsruimte brengt te weeg, dat, het gewicht van een reiziger met handbagage op gemiddeld 80 K.G. stellende, in werkelijkheid aan den spoorweg een dood gewicht van:

2405 K.G. voor ieder der 1^e. klasse
1115 „ „ „ „ 2^e. „
920 „ „ „ „ 3^e. „
766 „ „ „ „ 4^e. „ doet medeslepen.

Zooals reeds gezegd is, verwacht Engel door de tariefsverlaging een ongekend druk personenverkeer ook voor

(1) In het jaar 1888 was bij de spoorwegen op Java de verhouding tusschen aanbod en vraag als volgt:

	I.	II.	III.
S.-V.-Willem I.	17.9 : 1	6.7 : 1	2.6 : 1
Batavia-Buitenzorg.	9.68: 1	4.26: 1	2.19: 1
Oosterlijnen.	14.23: 1	7.11: 1	2.96: 1
Westerlijnen.	11.46: 1	6.43: 1	2.74: 1
Djocja-Tjilatjap.	59.80: 1	18.21: 1	4.07: 1
Bataviasche Oosterspoor.	114.6 : 1	11.5 : 1	2.09: 1

afstanden van meer dan 50 K. M., tengevolge waarvan de thans ongebruikte plaatsen zullen benut worden en het doode gewicht, dat aan onderhoud en tractie zooveel uitgaven eischt zonder een cent op te brengen, zal verdwijnen.

Blijkbaar heeft Engel's werk in Hongarije grooten indruk gemaakt, en hetzij men hem niet geheel wilde volgen, of zijne denkbeelden niet ten volle kon deelen, bewijst de invoering van het „zonenstelsel" zoo kort na de verschijning van de „Eisenbalnreform" m. i. wel, dat men van het daarop gebaseerde zonentarief nog alleen heil verwacht voor de verbetering van het personenverkeer.

Evenals Perrot en Engel neemt het tarief een maximum afstand aan waar boven geen meerdere vracht wordt berekend. Deze afstand is vastgesteld op 225 K.M.

De vrachtprijzen voor dien afstand zijn:

in de 1e. klasse fl 8.— = *f* 9.60
2e. „ „ 5.80 = „ 6.96
3e. „ „ 4.— = „ 4.50

met eene vermeerdering van 20 % bij het reizen in sneltreinen (2).

Werd hetzelfde beginsel op Java toegepast, dan zou de lijn Batavia-Buitenzorg der Ned. Ind. Spoorweg-Maatschappij als S. S. beschouwd, eene reis van *Tandjong-Priok* naar *Bandong* ongeveer het verst af te leggen traject zijn voor welk de maximum-vracht zou geheven worden.

Voor deze vrachten reist men derhalve van het eene tot het andere einde der Hongaarsche S. S. Alleen dan, wanneer de reis via *Budapest* genomen wordt, wordt de vracht van en naar die hoofdplaats afzonderlijk geheven.

Van de belangrijke tariefsverlagingen in vergelijking met de vroegere en tegenwoordige vracht, geeft onderstaande staat een juist denkbeeld.

Van	Naar of terug.	BOVEN 225 KILOMETER.	Vrachtprijs in Hollandsche waarde. Gewoone treinen. I.	II.	III.	Sneltreinen. I.	II.	III.
Budapest	Kaschau. . . .	Vroeger	19.68	13.80	9.84	22.56	15.96	11.28
		nu	9.60	6.96	4.80	11.52	8.40	5.76
	Grosswardein.	Vroeger	17.88	12.48	8.88	20.64	14.64	10.32
		nu	9.60	6.96	4.80	11.52	8.40	5.76
	Klausenburg .	Vroeger	28.92	20.28	14.40	31.80	22.44	15.84
		nu	9.60	6.96	4.80	11.52	8.40	5.76
	Kronstadt. . .	Vroeger	50.52	34.68	23.04	55.80	39.24	27.84
		nu	9.60	6.96	4.80	11.52	8.40	5.76
	Arad.	Vroeger	18.48	12.96	9.24	—	—	—
		nu	9.60	6.96	4.80	—	—	—
	Semlin.	Vroeger	23.80	16.44	11.92	27.96	19.68	14.04
		nu	9.60	6.96	4.80	11.52	8.40	5.76
	Agram.	Vroeger	27.24	19.94	13.68	—	—	—
		nu	9.60	6.96	4.80	—	—	—
	Fiume.	Vroeger	44.52	33.36	22.32	—	—	—
		nu	9.60	6.96	4.80	—	—	—
	Weenen.	Vroeger	12.60	9.—	6.60	14.40	10.80	7.20
		nu	10.80	8.16	5.40	12.96	10.20	6.48

(2) Een reiziger op Java met de S. S. reizende betaalt voor denzelfden afstand in de:

1e. klasse *f* 13.50
2e. „ „ 9.—
3e. „ „ 4.—

In het algemeen kan dus aangenomen worden, dat men in Hongarije thans voor denzelfden vrachtprijs in de hoogere klasse der sneltreinen reist, voor welke men tot nog toe in de naast lagere klasse der personentreinen betaald had.

Hoe groot de verlaging op mindere afstanden is, blijkt uit het onderstaande:

Van	Naar of terug.		Vrachtprijs in Hollandsche waarde. Per gemengde treinen I.	II.	III.	Sneltreinen I.	II.	III.
Snolnok.	(3) 154 K.M.	Vroeger	11.16	7.80	5.52	12.96	9.12	6.48
	Arad . . .	nu	6.—	4.80	3.—	7.20	5.76	3.60
Miskoler.	(3) 88 K.M.	Vroeger	6.36	4.40	2.04	7.44	5.28	3.72
	Kaschau. .	nu	3.60	2.88	1.80	4.32	3.48	2.16

Echter vooral voor het locaal (buurt) verkeer en wel voor de naastliggende stations zijn de vrachten zeer verminderd en worden de volgende prijzen berekend: 30, 15 en 10 kreutzer en voor het tweede nabij liggend station 40, 22 en 15 kreutzer, respectivelijk in de 1e, 2e en 3e klasse.

Het zonentarief zelf bestaat uit twee groepen n. l.:

1e. een groep van 2 zonen voor het onmiddelijk buurtverkeer, en

2e. een groep van 14 zonen voor het ver-verkeer.

In de eerste zone van het buurtverkeer valt, zooals reeds gezegd is, het verkeer tusschen twee aangrenzende stations en in de tweede zone het verkeer tot het tweede naburige station.

De kaartjes voor dit verkeer worden ook in bladen van 10 stuks uitgegeven en in streken met druk verkeer, in de eerste plaats in de omgeving der hoofdstad, in livretten van 30 en 60 stuks — bij 60 stuks met 10% en bij 30 stuks met 5% reductie op de gewone vracht.

Bij het ver-verkeer vallen in de eerste zone alle stations tot en met 25 K. M.

Van de tweede tot en met de elfde zone is tusschen elke zone een verschil van 15 K. M. en van de 12e tot en met de 14de zone een verschil van 25 K. M.

De vrachtprijs voor de eerste zone bedraagt in personen-, gemengde- en omnibustreinen in de 1e klasse 50, in de 2e klasse 40, en in de 3e klasse 25 kreutzer (60, 48 en 30 cents.)

Ook het bagagevervoer wordt belangrijk vereenvoudigd en heeft plaats in drie zonen:

1e. zone tot 50 K. M.
2e. „ van 51 tot 100 „
3e. „ verder dan 100 „

(3) Bij de Staatsspoorwegen op Java zijn de vrachtprijzen voor:

88 K. M.		154 K. M.	
I. klasse	*f* 5.30	I. klasse	*f* 9.25
II. „	„ 3.50	II. „	„ 6.15
III. „	„ 1.70	III. „	„ 2.90

De berekening der vracht is als volgt:
Elk colli tot 50 K.G. in de:

1e. zone ƒ 0.30 = 25 kreutzer
2e. „ „ 0.60 = 50 „
3e. „ „ 1.20 = 1 fl.

terwijl voor colli van 50 tot 100 K.G. het dubbele, en voor nog zwaardere het viervoudige berekend wordt (4).

Behalve de handbagage wordt geen vrij vervoer van bagage toegestaan, op grond dat bevoorrechting van den eenen reiziger boven den anderen dient achterwege te blijven, en een reiziger met eenige 10 tallen K.G. vrij bagage in werkelijkheid voordeel geniet boven zijn medepassagier zonder bagage (5) (6).

Wat nu de vrachtprijzen der tweede groep (ver-verkeer) betreft, deze zijn als volgt (7):

	Sneltreinen.			Personen treinen en Gemengde treinen.		
	I kl.	II kl.	III kl.	I kl.	II kl.	III kl.
Eerste station.....	—	—	—	ƒ 0.36	ƒ 0.18	ƒ 0.12
Tweede „	—	—	—	0.48	0.26	0.18
1e Zone 1— 25 K. M..	ƒ 0.72	ƒ 0.60	ƒ 0.36	0.60	0.48	0.30
2e „ 26— 40 „ .	1.44	1.20	0.72	1.20	0.96	0.60
3e „ 41— 55 „ .	2.16	1.80	1.08	1.80	1.44	0.90
4e „ 56— 70 „ .	2.88	2.40	1.44	2.40	1.92	1.20
5e „ 71— 85 „ .	3.60	3.00	1.80	3.00	2.40	1.50
6e „ 86—100 „ .	4.32	3.60	2.16	3.60	2.88	1.80
7e „ 101—115 „ .	5.04	4.20	2.52	4.20	3.36	2.10
8e „ 116—130 „ .	5.76	4.80	2.88	4.80	3.84	2.40
9e „ 131—145 „ .	6.48	5.40	3.24	5.40	4.32	2.70
10e „ 146—160 „ .	7.08	6.00	3.60	6.00	4.80	3.00
11e „ 161—175 „ .	7.80	6.60	3.96	6.60	5.28	3.30
12e „ 176—200 „ .	8.52	7.20	4.32	7.20	5.52	3.60
13e „ 201—225 „ .	10.08	7.80	5.04	8.40	6.36	4.20
14e „ 226 en daarboven..	11.52	8.40	5.76	9.60	6.96	4.80

(4) Bij de S. S. op Java kost:
50 K.G. over 50 K.M. ƒ 0.75
50 „ „ 100 „ „ 1.50
De maximum afstand is bij de Westerlijnen vergeleken met het zonentarief der Hongaarsche S. S. van Buitenzorg tot Tjibeber 2 K.M.

(5) Vrij bagage per reizigers in:

Oostenrijk en N. Duitsche Spoorwegen		25 KG.
idem	kinderen	12 „
Z. Duitschland		niet
Frankrijk		30 „
Engeland	1e klasse	60 „
	2e „	50 „
	3e „	30 „
Holland		niet
Ned. Ind. Spoorweg	(met uitzonderingen)	30 „
S. S. op Java	1e en 2e klasse	niet
„	3e „	30 „

(6) Het weekblad Le Génie Civil van 10 Augustus jl. over dit bagagetarief sprekende, zegt m. i. terecht:
„Ce système parait tellement rationnel qu'on est étonné que toutes les compagnies de chemins de fer n'aient pas depuis longtemps adopté une tarification analogue pour les bagages des voyageurs."

(7) Bij de S. S. op Java zijn de vrachtprijzen als volgt:

Aantal K. M.	I.	II.	III.
25	ƒ 1.50	ƒ 1.—	ƒ 0.34
40	2.40	1.60	0.70
55	3.30	2.20	1.10
70	4.20	2.80	1.40
85	5.10	3.40	1.65
100	6.—	4.—	1.95
115	6.90	4.60	2.20
130	7.80	5.20	2.45
145	8.70	5.80	2.75
160	9.60	6.40	3.—
175	10.50	7.—	3.25
200	12.—	8.—	3.65
225	13.50	9.—	4.—

Ten slotte nog eenige woorden over de resultaten van het nieuwe tarief:

Die Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn Verwaltungen No. 67 van den 31 Augustus jl. heeft daarover een schrijven opgenomen van den Heer Albert Schober, Kommerzieller Direktor der Hongaarsche S.S., waaruit blijkt, dat het vervoer van reizigers reeds meer dan 100 % is toegenomen in vergelijking met hetzelfde tijdsverloop van het vorige jaar.

Vooral het buurtverkeer vermeerderde aanmerkelijk; op sommige stations schoot het gewone dienstpersoneel te kort en moest vermeerderd worden, het gewone aantal treinen voldeed niet meer en moest verdubbeld worden.

Ook de financieele uitkomsten waren niet ongunstig; wel liepen de ontvangsten terug, doch dit was uitsluitend toe te schrijven aan eene vermindering van het goederen-verkeer.

Dat het principe juist is, meen ik te mogen toestemmen.

De voorstelling, die menigeen zich maakt, dat door de invoering van een zonentarief de bevolking zich voortdurend zou verplaatsen en haar tijd al rijdende in ledigheid doorbrengen, zal wel overdreven blijken.

Evenmin verwacht ik van het zonentarief dat het vervoer op groote afstanden buitengewoon zal toenemen. Een rid per spoor is uit den aard der zaak geen pleizierreis; en wie zich eenmaal aan een verre reis per spoor heeft gewaagd, uitsluitend om van de betaalde maximum vracht te genieten, zal het de tweede maal wel nalaten.

Dat het buurtverkeer voornamelijk de vruchten van het zonentarief zal plukken, acht ik zeker, ook wanneer hetzelfde tarief-stelsel op Java, gewijzigd naar de toestanden, in toepassing wordt gebracht (8).

C. J. VAN VASSEN.

(8) In de mailcourant van het Nieuws van den Dag van 11 October jl. komt het volgende bericht voor:
Onder de werking van het uniform personentarief op de Hongaarsche spoorwegen neemt het verkeer zóó toe, dat de uitgifte van kaartjes aan de stations alleen niet meer voldoende is, waarom ook de postkantoren voor den verkoop worden aangewezen.

IETS BETREKKELIJK DE LUCHTVERVERSCHING VAN GEBOUWEN OP DE HOOFDPLAATSEN VAN JAVA [1].

De behoefte aan luchtverversching is in de tropen zeker niet geringer dan in de gematigde luchtstreek. De oorzaken toch, waardoor de lucht in bewoonde ruimten hare geschiktheid tot onderhouding van het levensproces der menschen verliest, indien zij niet regelmatig vernieuwd wordt, zijn daar in ruimer mate aanwezig dan hier. Tengevolge der hoogere luchttemperatuur is de vorming van koolzuur in het menschelijk lichaam krachtiger, en dus zeer waarschijnlijk worden ook van die stoffen, welke de eigenlijke oorzaak zijn van het luchtbederf, en waarvoor het koolzuurgehalte als maat geldt, grootere hoeveelheden afgescheiden. De hooge temperatuur heeft bovendien nog een ander nadeelig gevolg. Door de spierbeweging en door het levensproces wordt warmte ontwikkeld. Deze warmte dient in de eerste plaats tot onderhoud der lichaamstemperatuur, die bij den gezonden mensch, onafhankelijk van de temperatuur der omgeving, ± 37° C bedraagt. Wordt er meer warmte gevormd dan daartoe noodig is, dan moet het lichaam, door uitstraling, zich daarvan kunnen ontdoen; gewoonlijk heeft dit ten bedrage van 100 caloriën per uur plaats, en onder die omstandigheden gevoelt men zich aangenaam. Als echter de temperatuur der omgevende voorwerpen boven 26° à 27° C stijgt, dan vindt er geen genoegzame uitstraling meer plaats, de lichaamstemperatuur stijgt dus eveneens, en men gevoelt zich benauwd en onwel.

Het meest direkt omgevende voorwerp is de kleeding, en eene temperatuursverhooging boven 27° van de lucht tusschen huid en kleeding, en van deze, kan slechts dan niet voorkomen, als de temperatuur der kamerwanden en der lucht zooveel lager is dan 27°, als, in verband met het stralend vermogen der kleeding, gevorderd wordt. Vogt (2) berekent dat daartoe eene temperatuur van 16°.75 noodig is, als men met wollen stof is gekleed. Zulk eene lage temperatuur is echter in Indië in verband met de luchtige kleedingswijze niet noodzakelijk; daardoor toch is er ruimschoots gelegenheid voor luchtverversching langs de huid, en men zal eene temperatuur van 26°, bij niet aanzienlijke lichaams- of geestes-inspanning, goed kunnen verdragen. Wanneer men nu bedenkt, dat de jaarlijksch gemiddelde temperatuur te Batavia ± 26° is, en die op de andere hoofdplaatsen zal er wel niet veel van verschillen, dan is het duidelijk, dat zonder ventilatie, door ademhaling en verlichting, ook al sluit men het direkte zonlicht buiten, eene ondragelijk hooge temperatuur moet ontstaan. Er is bovendien nog een dringende reden tot luchtverversching, nl. het hooge vochtigheidsgehalte der lucht. Stelt men het vochtigheidsgehalte van met waterdamp verzadigde lucht 1000, dan wordt de gemiddelde vochtigheidstoestand voor Batavia met het cijfer 834 aangegeven.

Bij normale stofwisseling moet de volwassen mensch ± 50 gram waterdamp per uur door huid en longen kunnen afgeven, maar dit is alleen mogelijk zoolang de omgevende lucht niet verzadigd is. Zonder luchtvernieuwing zal noodzakelijk het vochtigheidsgehalte stijgen, en alleen aan het gelijktijdig stijgen der kamertemperatuur is het toeteschrijven, als de verzadigingstoestand niet wordt bereikt. Doch al komt het zoover niet, dan wordt toch reeds in zeer vochtige lucht, de stofwisseling min of meer belemmerd. Bovendien zal, omdat vochtige lucht de verdamping aan het huidoppervlak tegengaat, ook het voordeel van aan verdamping verbonden temperatuursverlaging niet worden genoten. Voorts kan het gebeuren, dat er condensatie van waterdamp tegen de wanden plaats vindt; volgens sommigen ontstaan er aldus broeinesten voor lagere organismen, en zou de duffe lucht en de schadelijkheid van vochtige woningen daaraan moeten worden toegeschreven (3). Er bestaan dus redenen genoeg, die luchtverversching noodzakelijk maken. Alvorens nu

(1) Deze bijdrage is het omgewerkte, eerste deel van het antwoord, dat door den schrijver werd gegeven op de prijsvraag No. 9, welke in 1885 door de afdeeling werd uitgeschreven en luidde:

„Is kunstmatige ventilatie in gebouwen op de drie hoofdplaatsen van Java „noodig of wenschelijk?"

Dit antwoord werd (zie Tijdschrift der afdeeling 1884-85) niet voor bekrooning in aanmerking gebracht, omdat wegens 's schrijvers mindere bekendheid met de samenstelling en bouwtrant van Indische gebouwen aan zijne stellingen en berekeningen *voor dit klimaat* niet steeds *practische* waarde kan worden toegekend.

Toch zijn zijne theoretische beschouwingen zeer belangrijk voor ieder Indische ingenieur, die een studie van het vraagstuk der luchtverversching wil maken, waarom het ons wenschelijk voorkwam om deze bijdrage in ons tijdschrift op te nemen. *Het Bestuur.*

(2) Ueber die physiologischen Bedingungen der Heizung von Wohnräumlichkeiten. Gesundheits-Ingenieur, 1886.

(3) Ueber die Verunreinigung der Luft durch Athmungsproducten. Dingler bl. 249.

de eischen vast te stellen, die aan de luchtverversching moeten gesteld worden, dient eerst iets omtrent het klimaat te volgen, voor zoover de kennis daarvan voor de behandeling van ons onderwerp noodig is.

Wat daaromtrent hier zal worden medegedeeld, is ontleend aan de „Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia" Volume VI.

Wij achten voor ons doel de kennisneming van de jaarlijksche gemiddelden van temperatuur, vochtigheidstoestand en windsnelheid op de verschillende uren van het etmaal voldoende. Wij hebben ze in de volgende tabel samengesteld, en tevens zijn daarin opgenomen de getallen, die het vochtigheidsgehalte der lucht in onbewoonde, doch geventileerde ruimten aangeven, als daarin eene temperatuur van 25° of 26° op eene of andere wijze zou worden gehandhaafd.

	Uren van het etmaal.	*a.* Gemiddelde temp. waargenomen in de jaren 1866-1882. Volgens de waarneming.	*a.* Gemiddelde temp. waargenomen in de jaren 1866-1882. Eenvoudigheidshalve gesteld op:	*c.* Windsnelheid in Kilom. per uur waargenomen in de jaren 1879-1882.	*d.* Gemiddelde vochtgehalte (verzadigde lucht 1000 gesteld) waargenomen in de jaren 1866-1882. Volgens de waarneming.	*e.* Gemiddelde vochtgehalte (verzadigde lucht 1000 gesteld) waargenomen in de jaren 1866-1882. Eenvoudigheidshalve gesteld op:	*f.* Aantal grammen waterdamp, dat bij de temp. van kolom *b* 1 M³ lucht bevat bij: Vochtgehalte van kolom *e*.	*g.* Aantal grammen waterdamp, dat bij de temp. van kolom *b* 1 M³ lucht bevat bij: Vochtgehalte 1000.	*h.* Vochtgehalte binnenshuis indien de temp. werd gebracht op: 26°.	*k.* Vochtgehalte binnenshuis indien de temp. werd gebracht op: 25°.
's nachts.	1	24.12°C	24°C	0.75	915	927	19.42	20.96	822	869
	2	23.90	24	0.80	920	——	—.—	—.—	——	——
	3	23.70	24	0.77	924	——	—.—	—.—	——	——
	4	23.51	24	0.69	927	——	—.—	—.—	——	——
	5	23.33	23	0.68	931	933	18.60	19.94	785	830
	6	23.18	23	0.75	933	——	—.—	—.—	——	——
	7	23.52	24	1.33	927	927	19.42	20.96	822	869
	8	24.68	25	2.79	884	900	20.02	22.25	850	900
	9	26.21	26	4.14	817	861	20.20	23.47	861	863
	10	27.46	27	5.74	757	800	19.84	24.80	848	851
	11	28.37	28	7.02	714	760	19.84	26.11	851	854
	12	28.91	29	8.38	695	712	19.60	27.53	843	846
's nam.	1	29.11	29	9.73	692	——	—.—	—.—	——	——
	2	29.05	29	10.53	701	——	—.—	—.—	——	——
	3	28.80	29	10.12	712	——	—.—	—.—	——	——
	4	28.35	28	8.67	731	760	19.84	26.11	851	854
	5	27.76	28	6.05	760	——	—.—	—.—	——	——
	6	26.98	27	3.13	800	800	—.—	24.80	848	851
	7	26.24	26	1.83	837	861	—.—	23.47	861	863
	8	25.70	26	1.43	861	——	20.20	—.—	——	——
	9	25.27	25	1.15	878	900	20.02	22.25	850	900
	10	24.93	25	1.06	890	——	—.—	—.—	——	——
	11	24.63	25	1.03	900	——				
	12	24.37	24	0.85	908	927	19.42	20.96	822	869

De kolommen *h* en *k* zijn berekend met de vergelijking:

$X = 1000 \frac{A}{B} \times \frac{Fa}{Fb}$; hierin is X het vochtgehalte bij de absolute temp F*b*, A het gewicht aan waterdamp, dat de lucht bevat bij de absolute temp F*a*, B datgene, hetwelk zij bevatten *kan* bij de absolute temp. F*b*

Wij kunnen nu gemakkelijk bepalen, welke eischen aan de kamerlucht met betrekking tot koolzuurgehalte, temperatuur en vochtigheidsgehalte redelijker wijze kunnen worden gesteld. Als grens voor het koolzuurgehalte zullen we 1‰ aannemen; de meest wenschelijke temperatuur zou wel 18° à 20° zijn, maar lettende op de cijfers van de kolommen *a*, *h* en *k*, d. w. z op de gemiddeld heerschende buitentemperatuur en op het vochtigheidsgehalte, dat de lucht op de verschillende uren van den dag reeds zou hebben, als 25° of 26° de normale temperatuur ware, zoo is het duidelijk, dat zonder toepassing van luchtdroogende middelen, daarvan geen sprake kan zijn.

Het blijkt daarentegen, dat men niet veel minder dan 26° als normale temperatuur kan aannemen, en in verband met vroegere beschouwingen, moet er hier op nieuw op gewezen worden, dat de hoogst toetelaten grens niet veel boven 27° mag liggen. De uiterste grens voor het vochtgehalte zal op 900‰ gesteld moeten worden. Wanneer we toch in kolom *h* reeds zien, dat bij 26° kamertemperatuur, de lucht in onbewoonde vertrekken, te 9 uur 's morgens, en te 8 uur 's avonds gemiddeld een gehalte van 861‰ zou bezitten, dan kan men, denkende aan den aanvoer van waterdamp door het levensproces, en door het kunstlicht, redelijker wijze niet veel minder eischen. Wel is waar is dit gehalte zeer hoog, en in de gematigde luchtstreek wordt niet meer den 700 ‰ gewoonlijk toegelaten, maar men zal er in moeten en in kunnen berusten, als men nagaat, dat de buitenlucht op sommige uren van den nacht reeds meer dan 900‰ bevat.

Aan bovenstaande eischen kan slechts voldaan worden

indien de luchtverversching tot een bedrag wordt opgevoerd, dat als volgt wordt berekend. De volwassen mensch ademt gemiddeld per uur 0,020 M³ koolzuur uit; de buitenlucht bevat gewoonlijk een koolzuurgehalte van 0,4‰; opdat dus het grensgehalte van 1‰ niet worde overschreden, moet per uur en per persoon worden aangevoerd:

$$\frac{0{,}020}{0{,}001 - 0{,}0004} \times 1 \text{ M}^3 = 33^1/_3 \text{ M}^3.$$

De volwassen mensch vormt per uur gemiddeld 50 gram waterdamp. De buitenlucht, gebracht op de kamertemperatuur van 26°, bevat minstens 785‰ en hoogstens 861‰ van het gewicht aan waterdamp, waarmede zij zou verzadigd zijn, en dit bedraagt 23.47 gram per M³. Opdat dus het grensgehalte van 900‰ niet worde overschreden, moet per uur en per man worden aangevoerd:

$$\frac{50}{(0{,}900 - 0{,}861) \times 23.47} \times 1 \text{ M}^3 = 54{,}6 \text{ M}^3.$$

Wij zien derhalve reeds, dat de eisch betrekkelijk het waterdampgehalte een veel hooger ventilatiebedrag vordert dan die betrekkelijk het koolzuurgehalte. De berekening met betrekking tot de toetelaten kamertemperatuur is niet zoo eenvoudig. Uitgaande van de veronderstelling, dat men met een minimum temperatuur van 26° kan tevreden zijn, moeten de oorzaken tot verhooging van dit cijfer, en hun vermogen worden opgespoord.

Des daags wordt er warmte aangevoerd:

1e. door het levensproces van menschen, ten bedrage 100 calorien per uur en per hoofd; 2e door de ventilatie, ten bedrage van 0,3 (T — t) calorien per M³ ingevoerde lucht, indien deze eene temperatuur van T° heeft, terwijl die in het vertrek t° is; 3e door de wanden. Ten einde temperatuursverhooging tegen te gaan, bestaat er dus goede grond om per persoon eene groote kubieke ruimte beschikbaar te stellen, om de ventilatie tot het strikt noodige te beperken, en om de wanden zoo weinig mogelijk warmtedoorlatend te maken. De hoeveelheid warmte, die door de wanden wordt doorgelaten, is grooter, naarmate het temperatuursverschil van binnen- en buitenvlak grooter, en de geleidingscoëfficient van het materiaal aanzienlijker is. Aangaande de buitenmuren moet er dus voor gezorgd worden, dat de direkte zonnestralen door galerijdaken worden geweerd; maar volgens de gezondheidsleer is het geheel buitensluiten van zonnestralen schadelijk te achten; men zal dus althans de morgen- of avondzon moeten toelaten tot het vertrek door de ramen of deuren. Dit neemt echter niet weg, dat men daarom toch het overige gedeelte van den wand weinig warmte doorlatend kan maken. De buitenmuren moeten dus zijn spouwmuren, waarvan de tusschenruimte is opgevuld met eene slecht geleidende stof. Grof- en droog zeezand zou daarvoor zijn te gebruiken, ofschoon er voor dit doel veel betere, maar tevens veel meer kostbare middelen bestaan (1).

In verband met het geringe verschil tusschen binnen- en buitentemperatuur, en in verband met het feit, dat dit verschil, elk oogenblik, zoowel positief als negatief is, kan er na zulke voorzorgen dus weinig of geen warmte door de buitenwanden heengaan. De binnenmuren en de vloer kunnen slechts weinig warmte doorlaten, omdat het temperatuurs verschil aan weêrszijden nimmer van veel beteekenis kan zijn. De warmte, die plafonds doorlaten, wordt tot een minimum teruggebracht, door òf het plafond er naar te construeeren, òf door bij vertrekken, die aan de zolderruimte grenzen, de dakbedekking als slechte warmteleider in te richten, waardoor men dan feitelijk het temperatuursverschil aan weêrszijden van het plafond weêr zoo klein mogelijk maakt. Wanneer men nu al de bovenstaande voorzorgen heeft genomen, waarvan niemand, blijkens de gebruikelijke bouwwijze, de noodzakelijkheid ontkent, dan zal men niet veel van de werkelijkheid afwijken door aantenemen, dat alleen de glaswanden warmte doorlaten. Des nachts en 's avonds wordt er warmte ontwikkeld door menschen en door kunstlicht. Dat de warmte ontwikkeling door kunstlicht zeer beteekenend is, blijkt uit de volgende cijfers:

WARMTE ONTWIKKELING VAN LICHTSTOFFEN VOLGENS SCHILLING.

Lichtstof	Door verbranding van:	Worden ontwikkeld, gemiddeld:	Om eene lichtsterkte van 100 Normaalkaarsen te verkrijgen	
			moeten verbranden.	worden ontwikkeld.
Licht gas . .	1 M³.	5500 Cal.	1 à 1,5 M³. (Argand brander).	5500 à 8250 Cal.
Petroleum .	1 Kg. of 1,3 L.	12000.—	0,28 Kg. (Ronde brander).	3300 à 3400.—
Stearine . . .	1 Kg.	9700.—	0,92 Kg.	8900.—

Hier staat tegenover, dat er 's avonds en 's nachts warmte-afvoer kan plaats vinden door de ventilatie en door de uitstraling der glaswanden. Het uitstralend vermogen, noch het uitstralend oppervlak der glaswanden, kan in de nachturen zoodanig worden opgevoerd, dat daarin een middel zou gelegen zijn om temperatuurs verhooging tegen te gaan. De lucht kan daarentegen, al zij het ook langs kunstmatigen weg, tot zoodanig bedrag ververscht worden, dat daardoor niet alleen wordt afgevoerd de warmte, die des nachts ontwikkeld wordt, maar ook die welke des daags is opgenomen.

Onmogelijk is het met juistheid nategaan, welke rol de wanden aan de kamerzijde vervullen in zake de temperatuurs wijzigingen in het vertrek.

Wordt de lucht warmer, dan nemen de wanden zonder twijfel warmte op, maar hoeveel is niet te zeggen, omdat men de warmteverdeeling in wanden niet kent. Alleen dit staat vast, dat, indien de wanden zoodanig zijn saâmgesteld, dat zij weinig warmte kunnen doorlaten, hunne temperatuur des te minder van die der kamerlucht zal verschillen, naarmate zij sneller warmte opnemen of afgeven; voorts dat de kamertemperatuur te meer constant zal zijn, naarmate de wanden meer warmte kunnen ber-

(1) Zie omtrent het doorlatend vermogen van wanden van verschillende materialen Gesundheits-Ingenieur 1886.

gen. Dit in aanmerking nemende, ligt er in de constructie der wanden in de eerste plaats een hulpmiddel, waardoor temperatuursverhooging binnenshuis wordt tegengewerkt. De wanden zouden aan de binnenzijde moeten zijn van een materiaal met groote stralings- en geleidingscoëfficient en met groote soortelijke warmte, of bij gemis van het laatste zou vergoeding moeten gezocht worden in het volume, dus in de wanddikte. Dit alles geldt zoowel voor buiten- als voor binnenwanden, en omdat deze laatsten wel warmte mogen opnemen, maar niet doorlaten, moeten ook zij van een spouw voorzien worden.

Van welke materialen zal men de wanden samenstellen? De buitenzijden der buitenwanden zouden in zachte steen moeten worden opgetrokken, omdat die eene geringere geleidings coefficient heeft dan harde steen. Het spreekt van zelf, dat hierbij verondersteld wordt, dat de muur door een galerij-dak wordt beschermd tegen regen en zonneschijn. De binnenzijden der buiten- en binnenwanden zouden moeten bestaan uit een hard en dicht materiaal.

Daarvoor komen in aanmerking: bepleisterde klinkers, marmer en hard gebrande tegels.

De thermische eigenschappen dezer materialen zijn de volgende (1).

MATERIAAL.	KLINKERS.	MARMER.	TEGEL.	GIPS.
Geleidings coeff: . .	0,69	3,48	0,69	0,52 à 0,33
Stralings coeff:	3,60	3,60	3,60	3,60
Soortelijke warmte.	0,189 à 0,241	0,209	0,189 à 0,241	

Marmer onderscheidt zich van de overigen door een belangrijk grooter geleidingsvermogen, wat een onmiskenbaar voordeel is, waar het geldt snel warmte op te nemen. Zeer wenschelijk zou het dan ook zijn, om de wanden aan de binnenzijden met dikke marmeren platen te bekleeden. De groote kosten echter aan de toepassing van dit materiaal verbonden, zullen een ruim gebruik er van in den weg staan, en men zal zich moeten vergenoegen met bepleisterde of met tegels bezette wanden.

Wanneer wij ze ons nu, als boven omschreven, denken te zijn sâamgesteld, nl. aan de binnenzijde als warmteregelaars, en voorzien van een spouw, opgevuld met slecht geleidend materiaal, dan mogen we wel aannemen, dat de temperatuur aan het binnenvlak der wanden op eenig oogenblik gelijk is aan die van de kamerlucht, en gelijkmatig toe- of afneemt naar de spouw, alwaar zij het gansche jaar door constant zal zijn, en gelijk aan de gemiddelde jaarlijksche luchttemperatuur, d. i. 26°. Aldus wordt aangenomen, dat op eenig oogenblik de gemiddelde temperatuur van den wand, aan de binnenzijde van de spouw, gelijk is aan de halve som van 26° en de kamerluchttemperatuur.

(1) Zie o. a. Péclet's Traité de la chaleur, en Ferrini's Technologie der Wärme.

Wij zullen nu trachten te berekenen hoe groot het ventilatiebedrag moet zijn, om temperatuurs verhooging boven 27° tegen te gaan. Dit is slechts mogelijk als wij een bepaald geval beschouwen. We kiezen daarom als voorbeeld eene slaapkamer, die des daags van 2 — 5 uur, en des nachts van 10 — 6 uur bezet is. Voorts zijn de gegevens de volgende:

De inhoud I = 6 × 5 × 4 = . . . 120 M³.
Het glasoppervlak (ramen of deuren): G = 9 M².
Het steenen wandvlak: V = 79 M² (1).
Waarin voorkomen de buitenmuren met 15 M².
de binnenmuren „ 64 „
De wanddikte aan de binnenzijde van de spouw: d = 0,12 M.
Het ventilatiebedrag per uur en per hoofd: L.
Het aantal personen: P = 2
De soortelijke warmte van 1 M³ metselwerk: S = 2000 × 0,2 = 400 Cal.
„ „ „ „ 1 M³ lucht. = 0,3 „
De warmte door 1 M² glasvlak doorgelaten per uur en per M² bij 1° temperatuurverschil = 3,6 Cal.
De Kamertemp. op zekeren tijd t_o = To
„ „ m uren daarna = Tm
} dus gemiddeld $\frac{To + Tm}{2}$

De gemiddelde buitentemp. gedurende dezelfde uren Tb.

De warmte geleverd door het levensproces van een persoon per uur 100 Cal.

De warmte geleverd door kunstlicht per uur K Cal.

Wij kunnen nu eene vergelijking opschrijven, die uitdrukt, dat de warmte in m uren tijds in het vertrek aangevoerd of ontwikkeld, gelijk is aan die, welke vereischt wordt om de kamerlucht van temp. T_0 te brengen op Tm en het warmte opnemend muurwerk van de gemiddeld temp. $\frac{To + 26^0}{2}$ op $\frac{Tm + 26^0}{2}$.

Zij is deze:

$$100\ m.\ P + m.\ (0{,}3\ P\ L + 3{,}6\ G)\ \left(Tb - \frac{To + Tm}{2}\right) =$$
$$= 0{,}3\ I\ (Tm - To) + 400\ d.\ V\ \left(\frac{Tm + 26}{2} - \frac{To + 26}{2}\right)$$

Wanneer wij deze vergelijking op bovenstaand geval willen toepassen, dan moeten we beginnen met de perioden van het etmaal te onderscheiden, in elk van welke de toestanden, die invloed oefenen op de kamertemperatuur, een ander karakter hebben.

Diensvolgen stellen wij:

1e periode van 9 uur 'sm — 2 u. 'sn. Vertrek onbewoond, L = 0, Tb = 28°
2e „ „ 2 „ 'sn — 5 „ „ „ bewoond, L = 55, Tb = 28,5 (2)
3e „ „ 5 „ „ —10 „ „ „ onbewoond, L = 0, Tb = 26°
4e „ „ 10 „ „ — 6 „ 'sm „ bewoond. Tb = 24°
5e „ „ 6 „ 'sm — 9 „ „ „ onbewoond, L = 0, Tb = 24,5 (3)

Uitgaande van de wenschelijkheid, dat de kamertemperatuur te 9 uur 's morgens 26° bedrage, kan men met

(1) De binnen deuren zijn dus als steenen wanden gerekend; plafond en vloer echter niet medegeteld. Dit laatste is meer geoorloofd, omdat wij de wanden slechts hebben te beschouwen in hunne qualiteit als warmte dépots, en wanneer nu al het wandvlak te klein in rekening is gebracht, dan staat daar compenseerend tegenover dat, de gemiddelde temperatuur der muurmassa, werkelijk kleiner zal zijn, dan hier verder wordt aangenomen.

(2) Er is alle reden om deze periode L tot een minimum te beperken. In verband met de vochtigheids toestand is echter L = 55 een minimum.

(3) Deze periode kan echter worden vereenigd met de 4e, want allicht zijn er nog personen in het vertrek en bovendien kan de ventilatie nuttig worden gebruikt tot afvoer van warmte. Wij zullen dus de 4e periode rekenen te duren van 10 u. 'sn — 9 u. 'sm. en voor haar de waarde van L berekenen, waardoor de warmte, des daags opgenomen, kan worden afgevoerd.

behulp van bovenstaande vergelijking berekenen: de kamertemperatuur Tm aan het einde der 1e, 2e en 3e periode, en het ventilatiebedrag L, dat gedurende de 4e periode vereischt wordt om zooveel warmte aftevoeren als noodig is, om de kamertemperatuur op 26° terugtebrengen.

Het resultaat der berekening is:

dat aan het einde der 1e periode, Tm = 26.16°.
„ „ „ „ „ 2e „ Tm = 26.5°
„ „ „ „ „ 3e „ Tm = 26.4°

Het ventilatiebedrag L, van 10 uur 'sn — 9 uur 'sm, wordt gevonden te zijn: 205 M³.

Voorwaar een zeer hoog bedrag; de warmte door kunstlicht ontwikkeld is niet eens in rekening gebracht en toch wordt per uur eene bijna viervoudige luchtverversching gevorderd. Indien men, de kub. ruimte per hoofd vergroot, door b. v. het vertrek slechts voor één persoon te bestemmen dan daalt natuurlijk het ventilatiebedrag; maar toch blijft het nog vrij hoog, daar de berekening tot uitkomst geeft: L = 130 M³. Men zou kunnen vragen: welke zal de temperatuur 'sm te 9 uur zijn, als men gedurende den nacht met slechts 55 M³ per hoofd ventileert. De berekening leert, dat als dan Tm = 28.2°.

Wel is waar zal den volgenden dag nu minder warmte aangevoerd worden door de glaswanden, omdat het temp. verschil met buiten, althans tot 4 à 5 uur 's nam. dan zeer gering zal zijn, en kan met de nachtventilatie meer effect worden verkregen, omdat het temp. verschil met buiten dan grooter zal zijn; maar men moet niet vergeten, dat het grootste bedrag aan warmte wordt geleverd door de bewoners, en aangezien dit hetzelfde blijft, zal het ventilatiebedrag ook altijd wel hoog blijven. Bovendien heeft men dan vermoedelijk binnenshuis eene temperatuur van 28° à 30°, die dus veel te hoog is.

Indien de veronderstelling betrekkelijk het warmteopnemend vermogen der wanden juist is, dan kan men, zij het ook al ten koste van eene buitengewoon krachtige ventilatie, op eene dragelijke kamertemperatuur rekenen; maar als zij niet juist is, wat dan? Er zijn dan slechts twee andere gevallen denkbaar, òf de wanden nemen meer warmte op, òf wel minder, dan wij boven hebben aangenomen. Het is daarbij voor 't oogenblik onverschillig of de kamerzijden der wanden al of niet eene temperatuur aannemen, gelijk aan die van de kamerlucht.

Nemen de wanden minder warmte op, dan zal de lucht temperatuur zeer veel hooger stijgen. Dientengevolge zal er door de glaswanden spoedig minder warmte worden doorgelaten. Voorts zal 's namiddags na 4 à 5 uur het warmteverlies door straling grooter zijn, wegens het grooter temp. verschil binnens- en buitenshuis. Dientengevolge zal er voor de nachtventilatie wel minder te doen overblijven, en elke M³ zal bovendien meer warmte afvoeren, maar het verschil met het vroeger berekende ventilatiebedrag kan nimmer zeer beteekenend zijn, tenzij de kamertemperatuur des daags en in het begin van den nacht eene ondragelijke hoogte bereikt hebbe. Dit laatste zal echter, zeer begrijpelijker wijze, worden tegengegaan, door in den loop van den avond zoo spoedig mogelijk ramen en deuren open te zetten, met het doel een krachtige afkoelende luchtstroom door het vertrek te leiden. 's Avonds te 10 uur zal het dan vermoedelijk niet veel kouder of warmer binnenshuis zijn, dan wij boven berekenden. Het ventilatiebedrag zou dus 's nachts ook niet kleiner mogen zijn. Over dag zou de temperatuur hooger zijn, dan door berekening werd gevonden, en aan den eisch betrekkelijk vochtigheids toestand zou dan met een iets kleiner ventilatiebedrag voldaan worden. Nemen de wanden meer warmte op dan werd verondersteld, dan zal de kamertemperatuur minder hoog stijgen, maar gedurende den nacht zal er weer nagenoeg evenveel warmte moeten worden afgevoerd om 'smorgens den normalen toestand te bereiken.

Het ventilatiebedrag zal echter hooger moeten zijn, omdat elke M³ minder effect te weeg brengt.

Al het voorgaande betrekkelijk de ventilatie in verband met de kamertemperatuur samenvattende, komt men tot dit resultaat:

Om eene dragelijke temperatuur te kunnen handhaven, is des nachts eene buitengewoon krachtige ventilatie noodig; tot welk bedrag is door berekening niet met juistheid te vinden, en in geen geval per persoon op te geven, omdat tal van omstandigheden: kub. ruimte, aard der wanden enz. daarop invloed oefenen.

Wanneer men dus tot de vraag komt: welk ventilatiebedrag wordt er gevorderd, dan zal het antwoord zijn: datgene hetwelk volgt uit den eisch betrekkelijk vochtgehalte, d. i. 55 M³; voorts zal dit bedrag in de nachturen tot het 4 à 5 voudige moeten kunnen worden opgevoerd.

Daar het nu voor de hand ligt, dat een groot ventilatiebedrag met gewone middelen niet gemakkelijk is te verkrijgen, zoo is er dus alle reden voor de wenschelijkheid van: weinig warmte doorlatende wanden, groote kub. ruimte, kortstondig gebruik der vertrekken, en direkte afvoer van de warmte, die door kunstlicht wordt ontwikkeld. (1)

Wij moeten nu gaan onderzoeken of het mogelijk is per persoon en per uur 55 M³ lucht, (dit bedrag zal in het vervolg als het normale worden aangenomen) door natuurlijke middelen aantevoeren. Onder natuurlijke middelen zal hier verstaan worden dezulken, waarbij de beweegkracht wordt verkregen, zonder kunstmatige verhooging van het luchtdrukverschil aan weerszijden van eene opening in den kamerwand.

Het onderzoek, dat zich in de eerste plaats bepalen zal tot particuliere woningen, komt natuurlijk nêer op de aan- en afvoersnelheid der ventilatielucht. Wij zullen de

(1) Het is hier reeds de plaats, om er op te wijzen, dat dit verkregen wordt door de lamp zoo hoog mogelijk te hangen, en een afvoerkoker aan te brengen, die op den zolder, of direkt in de buitenlucht uitmondt, dan wel, door de lamp buiten het vertrek te hangen, zoodanig dat door middel van een reflector de lichtstralen door een glaswand in het vertrek worden geworpen.

volgende berekeningen toepassen op het boven besproken slaapvertrek, waaromtrent toen gevonden werd, dat de volgende temperaturen heerschen:

te 9 uur 'sm. 26°
„ 2 „ 'sn 26,16°
„ 5 „ „ 26,5°
„ 10 „ „ 26,4°

Wij willen evenwel gemakshalve aannemen, dat de gemiddelde temperatuur bedraagt:

Tusschen 9 en 2 uur 26°.
„ 2 „ 10 „ 26,5°.
„ 10 „ 9 „ 26°.

De vergelijking, waardoor de snelheid in eenig afvoerkanaal kan berekend worden is:

$$V\omega = \frac{Vt}{\sqrt{1 + \Sigma\ W.}}$$; zij drukt uit, dat de werkelijke snelheid gelijk is aan de theoretische, gedeeld door den vierkantswortel uit de som der wêerstandscoefficienten en één (1).

Wanneer nu genoemd worden:

De hoogte van het afvoerkanaal in meters..... h.
De uitwendige druk in Kg. per M² op de toegangsopening van het afvoerkanaal..... P.
De druk op de afvoeropening daarvan..... p.
Het gewicht van 1 M³ lucht in Kg.
in het afvoerkanaal..... γ_1.
in het vertrek..... γ_2.
buiten..... γ_3.
De versnelling door de zwaartekracht..... g.

dan is de theoretische snelheid, waarmede de lucht in het afvoerkanaal stroomt:

$$Vt = \sqrt{2g\left(\frac{P - p}{\gamma_2} - h\,\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)}$$

De wêerstanden kunnen allen evenredig gesteld worden met $\frac{V^2\omega}{2g}\,\gamma_1$; in verband met het daaromtrent reeds aangenomene, stellen wij echter daarvoor in de plaats: $\frac{V\omega^2}{2g}\,\gamma_2$. De coefficienten, waarmede deze waarde moet vermenigvuldigd worden, om in Kg. per. M² de bestaande wêerstanden uit te drukken, die zijn saâmgevat in Σ W zijn: (2)

Voor de wrijving $\beta\,\frac{4\,L}{D.}$; waarin voorstelt: β de wrijvingscoëfficient, (die hier op 0,014 zal gesteld worden), L de lengte, en D de middellijn of zijde van het ronde of vierkante kanaal, (waarmede hier eenvoudigheidshalve zal gerekend worden).

Voor de wêerstand in een rechthoekigen bocht: B = 1.
„ „ „ „ „ afgeronden „ A = 0,3 — 0,5.
„ „ „ „ de roosters. R = 0,8 — 1,3.

Hierbij is verondersteld, dat de vrije doorsnede der roosters, gelijk is aan die van het kanaal, waarin zij zijn geplaatst.

De druk p is gelijk aan den druk der atmospheer bij de uitgangsopening, terwijl aan P binnen zekere grenzen eene willekeurige waarde kan worden toegekend. Men kan namelijk aannemen, dat op eenige hoogte in het vertrek, de luchtdruk dezelfde is, als die op gelijke hoogte buiten. Evenwel is daardoor dan tevens de instroomsnelheid der versche lucht bepaald, en men moet er dus voor zorgen, dat de doorsneden der aanvoerkanalen in zulk eene verhouding staan tot die der afvoerkanalen, dat het gewicht der aangevoerde lucht gelijk zij aan dat der afgevoerde. Zorgt men daar niet voor, dan verplaatst zich het vlak, waarin de drukgelijkheid, binnen en buiten, heerscht, tot zoolang de noodzakelijke overeenstemming tusschen aan- en afvoersnelheid is bereikt. In de werkelijkheid zal dit vlak zich gedurig verplaatsen, omdat de factoren, die de luchtsnelheid in de kanalen, bij natuurlijke ventilatie, bepalen, gedurig gewijzigd worden. Men denke slechts aan temperatuur en winddruk.

Na deze toelichting kunnen wij de vergelijking opschrijven, die de afvoersnelheid bepaalt in den slaapkamer. Fig. I stelt de vertikale doorsnede van het vertrek voor. Gedurende den nacht zal de aanvoer van versche lucht plaats vinden door *a* en de afvoer der onreine kamerlucht door de opening *c;* beiden zijn van roosters voorzien.

De vergelijking die de snelheid leert vinden, waarmede de lucht stroomt in c, is:

$$V = \sqrt{\frac{2g\left(\frac{P - p}{\gamma_2} - (H - h)\,\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)}{1 + R + B + \beta L.\frac{4}{D.}}}$$

Neemt men de drukgelijkheid binnen en buiten aan ter hoogte van de opening *c*, dan is:

$$P - p = \gamma_3\,(H - h) = \frac{\gamma_0}{1 + h.\ 24}.\ (H - h).$$

$L = \frac{1}{273}$, γ_0 = gewicht van 1 M³ lucht bij 0°, 24° = buitentemp.

We mogen voorts wel aannemen, dat in het afvoerkanaal, over de geheele hoogte dezelfde temp. heerscht, als in het vertrek, nl. 26°, omdat het op de zolderruimte zeer beschut is tegen nachtelijke afkoeling (1) dus is $\gamma_1 = \gamma_2 = \frac{\gamma_0}{1 + h.\ 26}$. Verder is H = 8 M′; h = 4 M′; en L = 6 M′. In het 2e lid van bovenstaande vergelijking is nu alles bekend, behalve D. De waarde daarvan is, indien het bedrag der aantevoeren lucht gegeven is, eerst te vinden, als men v kent; men zou dus eene waarde voor D moeten substitueeren, daarna v oplossen en nu onderzoeken of de waarde van D voldoende is; zoo niet, dan moet op nieuw eene andere waarde worden

(1) Eigentlijk is de vergelijking: $V\omega = \frac{Vt}{\sqrt{1 + \Sigma\ w\left(\frac{q_0}{q_1}\right)^2\left(\frac{T_1}{T_0}\right)^2}}$;

Waarin voorstelt: q_0 de doorsnede, waar bij de absolute temperatuur T_0 de snelheid $V\omega$ heerscht, en q_1 de doorsnede, waar bij de absolute temp. T_1, de weêrstand W gevormd wordt. Wij zullen echter eenvoudigheidshalve, en in deze beschouwingen is het allenzins geoorloofd, aannemen, dat zoomin doorsnede als temp. in het afvoerkanaal verandert.

(2) Zie o. a. Wolpert, Theorië und Praxis der Ventilation und Heizung; Tischer, Handbuch der Architectur. 3e Theil, 4e Bd.

(1) Het zal dan ook voordeelig zijn, als het kanaal niet ver buiten het dak uitsteekt, en omdat groote hoogte van het afvoerkanaal ter bevordering der snelheid gewenscht is, zijn dus steile daken, in dit opzicht beter dan flauwe.

gesubstitueerd. Wij zullen echter, kortheidshalve, een anderen weg volgen, en ons de vraag stellen: hoeveel vierkante kanalen van b. v. 0,20 M′ zijde moeten er worden aangelegd om per uur het gevorderde bedrag aan lucht te kunnen afvoeren. Nu kan dus v opgelost worden; wij vinden:

$$v = \sqrt{\frac{19.16\left(\frac{273+26}{273+24}-1\right)4}{1+1,3+2+0,014\times 6\frac{4}{0,2}}} = 0,32 \text{ à } 0,33 \text{ M}'.$$

Het kanaal kan dus per uur afvoeren:

$$3600 \times 0,2^2 \times 0,33 = 47.52 \text{ M}^3.$$

Zooals vroeger werd berekend, zouden gedurende den nacht per uur en per hoofd ruim 200 M³ moeten worden afgevoerd om de temperatuur van ± 26° binnenskamers te handhaven; er zouden dus per hoofd bijna 5 van zulke kanalen noodig zijn. Wanneer de afvoer voor 2 personen, door één kanaal plaats vond, en dit zou wel het eenvoudigst zijn, dan zou dit ongeveer 60, M′ zijde moeten hebben, wat zonder twijfel zeer veel is. De snelheid, waarmede de versche lucht bij a instroomt, zou als men de wrijving en andere wêerstanden, behalve die van een rooster, in het korte kanaal buiten rekening laat, bedragen:

$$v_1 = \sqrt{\frac{19,16\ h\frac{\gamma_3-\gamma_2}{\gamma_3}}{1+1,3}} = 0,47 \text{ à } 0,48 \text{ M}'.$$

Daar noodwendig het gewicht der aangevoerde lucht gelijk moet zijn aan dat der afgevoerde, zoo zal, de zijde der aanvoeropening z′ stellende, moeten worden voldaan aan:

$$Z_1^2 \times 0,48 \times \gamma_3 = Z^2 \times 0,33 \times \gamma_2.$$

Hieruit volgt, dat bij elke afvoeropening van 0,20 M′ zijde, eene aanvoeropening behoort van 0,16 à 0,17 M′ zijde. Ten dienste van 2 personen zouden, gedurende den nacht, dus b. v. 2 openingen van ongeveer 0,35 M′ zijde noodig zijn.

Tusschen 2 en 5 uur 's nam. is de binnentemp. 26.5°, en de buitentemp. 28.5°. De afvoer zou dus nu beneden bij a en de aanvoer boven bij c moeten zijn. Wordt het kanaal, dat 's nachts tot afvoer dient, overdag niet warmer dan 26°, dan is er voor de luchtbeweging eenig voordeel in gelegen daarlangs over dag aan te voeren. In 't algemeen is het echter verkeerd het zelfde kanaal nu eens tot af- dan tot aanvoer te bezigen.

Meer rationeel zal het zijn dit kanaal des daags aftesluiten, en door eene speciale opening b voor den aanvoer zorg te dragen.

Wanneer wij den luchtdruk, binnen en buiten, ter halve hoogte van het vertrek, gelijk stellen, waardoor dus de bewegende kracht voor den aan- en afvoer dezelfde is, dan bedraagt de afvoersnelheid ongeveer 0,34 M′.

Blijkens deze berekening, zou er dus des nachts en des daags lucht genoeg kunnen worden aangevoerd, al zij het ook door middel van buitengewoon groote openingen, en de geringe snelheden zijn op zich zelf niet anders dan welkom, met het oog op den eisch: geen tocht.

Van naderbij bezien is de toestand echter niet zoo fraai. Ten eerste moet men wel bedenken, dat we gerekend hebben met gemiddelde temperaturen.

Nu zal op sommige uren van den dag, en op sommige dagen van het jaar, het verschil, binnen en buiten, wel grooter zijn dan werd aangenomen, maar ook even dikwijls kleiner. Ten tweede hebben wij de kanalen, met betrekking tot de wêerstanden, in zeer gunstige conditie gesteld, daar wij doorsnedeveranderingen buiten beschouwing hebben gelaten, en deze moeten toch voorkomen, b. v. roosters, al draagt men er ook de meeste zorg voor, dat de vrije doorsnede van het rooster gelijk is aan die van het kanaal, waarin het is geplaatst.

Bovendien zijn de snelheden in de kanalen te gering, om aan den afvoer de noodige stabiliteit te geven. Morin, die in soortgelijke gevallen, proefondervindelijk, zelfs iets grootere snelheden vond, zegt o. a.: „Mais le renversement des courants est l' inconvénient de toutes les ventilations naturelles, surtout quand la différence des températures intérieure et extérieure est faible". (1) En elders (2): „Les conditions auxquelles il faut satisfaire pour assurer l'extraction de l'air vicié des locaux à assainier, se résument donc ainsi qu'il suit:

1°. Placer les orifices d'évacutions le plus près possible des points où l'air s' altère;

2°. Les proportionner d'après le volume d'air à évacuer par chacun d'eux, de telle sorte que *la vitesse y soit de* 0,80 *M′ à* 1 *M′ au moins en une seconde.*"

Het is overigens ook zeer duidelijk, dat b. v. de wind de beschikbare beweegkracht gemakkelijk kan opheffen. Betrekkelijk de plaats der aan- en afvoeropeningen dient nog opgemerkt te worden, dat het voor het effect der nachtventilatie veel beter zou zijn, indien de aanvoer, niet nabij den vloer, maar ongeveer 2 M′ daarboven, of onmiddelijk onder het plafond plaats vond. De slechts weinig koudere buitenlucht zou dan, binnenstroomende, langzaam dalen, en zonder iemand hinderlijk te zijn, zich beter vermengen met de kamerlucht, vooral als men door middel van inlaatkleppen, als die van Sherringham, voor verspreiding der binnenkomende lucht zorg draagt.

Intusschen zou de beweegkracht daardoor zeker verminderd worden, want als de aanvoeropeningen nabij het plafond zijn, dan moet, in de kamer, de luchtdruk op die hoogte kleiner zijn dan buiten, anders kan geen lucht instroomen; maar dan is dus ook tevens de druk op de afvoeropening kleiner dan vroeger werd aangenomen. De afvoersnelheid wordt dus kleiner. Is de aanvoeropening geplaatst ter halve hoogte van het vertrek, dan kan de luchtdruk nabij het plafond gelijk zijn aan dien buiten ter zelfde hoogte, zoodat de afvoersnelheid dezelfde blijft als vroeger; maar de aanvoersnelheid wordt dan geringer, wegens het geringere drukverschil aan weêrszijden der opening. Ook met de dagventilatie zal het feitelijk minder gunstig zijn gesteld, dan de berekening

(1) Etudes sur la ventilation. Tome 2 pg. 33.
(2) Etudes sur la ventilation. Tome 1 pg. 116.

doet vermoeden. Zij toch is gebaseerd op de veronderstelling dat de temperatuur binnen overal 26,5° is, maar dat is niet juist. Nabij de ramen of glasdeuren zal zij wel hooger zijn, en evenzoo in de nabijheid der menschen, die het vertrek bezet houden. Het is daarom zeer goed mogelijk, dat wel de lucht in het vertrek in circulatie is, maar dat er zeer weinig nieuwe lucht bij komt.

Evenzoo zal het in het algemeen treurig gesteld zijn met de luchtverversching in vertrekken, die van 's morgens 8 uur tot 's namiddags 1 à 2 uur bezet zijn. Met temperatuurverschil alleen is dus slechts eene onvolkomene luchtverversching te verkrijgen, en het zal menigmaal voorkomen, dat op verre na niet aan de eischen wordt voldaan. In het gunstigste geval moeten voorts de doorsneden der aan- en afvoeropeningen, zelfs voor een klein getal personen, zoo groot zijn, dat dit praktische bezwaren oplevert; men denke slechts aan den afvoerkoker van 0,6 M' zijde, die boven bleek noodig te zijn.

Er zijn echter twee zaken buiten beschouwing gebleven, die tot vermeerdering der beweegkracht kunnen medewerken, nl. de zonneschijn en de wind; daarvan moeten wij het effect trachten te bepalen. In de eerste plaats moge de aandacht gevestigd worden op de hulp, die de zon kan verleenen. Iedereen weet dat er een groot verschil bestaat tusschen de lucht temperatuur in de zon en in de schaduw. Door veelvuldige waarnemingen vond Ebermayer (1), dat het verschil in de zomermaanden in sommige streken van Duitschland 2.75°—3.56° R. bedraagt en op sommige plaatsen zelfs 7° à 8° R. Hoewel nu bij gebouwen zulke groote verschillen tusschen de lucht temperatuur in de schaduw- en zonzijde, wel niet zullen voorkomen, omdat beplantingen wel nimmer zoo dicht bij het gebouw kunnen worden aangebracht, dat zij het terrein, als in een bosch, zouden beschaduwen, zoo is het toch zeer goed mogelijk, dat door het openen van tegen elkander overstaande ramen of deuren, een vrij sterke luchtstroom ontstaat, indien de orientatie van het gebouw in dezen zin gunstig is. Eene dergelijke luchtverversching, hoe dankbaar men er ook soms voor zal moeten zijn, is geen stelselmatige, en liever zouden wij op eene andere wijze partij trekken van de zonnewarmte. Deny (2) neemt aan, dat de temperatuurs verhooging van vlakken, en ook van de onmiddelijk daarop rustende luchtlaag, die door de zonnestralen rechthoekig worden getroffen, 50 % bedraagt van de temperatuur in de schaduw; voor vlakken, die niet rechthoekig worden getroffen, moet deze verhooging vermenigvuldigd worden met den cosinus van den hoek, dien zij maken met een vlak, rechthoekig op den zonnestraal. Deze temperatuursverhooging zou dus kunnen worden toegepast tot verwarming van het afvoerkanaal; maar omdat dit des nachts tegen afkoeling moet beschut zijn, moet het zoo weinig mogelijk boven de dakvlakken uitsteken. De verwarming van het kanaal kan dus slechts indirect plaats vinden, daardoor, dat het warmte door geleiding en straling opneemt van de lucht en de wanden der zolderruimte, die ophunne beurt de warmte opnemen, die door de dakbedekking wordt doorgelaten. Ten einde de aanvoer van warmte zoo groot mogelijk te maken, moet de dakbedekking zijn van metaal, b. v. gegalvaniseerd ijzer, dat uitwendig donker is geverfd of geteerd.

De wanden van den ventilatiekoker moeten althans voor het gedeelte beneden de dakvlakken eveneens van metaal zijn. Daar nu echter een oppervlak, dat des daags veel warmte opneemt, 's nachts ook veel warmte afvoert, zoo moeten er maatregelen genomen worden, die de nachtelijke afkoeling tegengaan, want het moet toch ons streven zijn, om ook voor de nachtventilatie van het middel te profiteeren. Het doel zou bereikt worden door de dakvlakken aan de binnenzijde eene bekleeding te geven, die weinig warmte doorlaat, en die des daags kan worden weggenomen. Alvorens nu in détails te treden betrekkelijk de uitvoering, zal het goed zijn, om eerst te onderzoeken, welk effect door dergelijke inrichting voor de ventilatie is te verkrijgen. Om de gedachten te bepalen, stellen wij ons voor een gebouw, waarvan de dakvlakken een hoek van 30° maken met den horizon, en dat georiënteerd is in de richting Oost-West. We wenschen de temperatuur der dakvlakken te kennen op een dag, dat de zon door het zenith gaat. De toestand is dus zeer gunstig. Als de zonnestraal met den horizon een hoek h maakt, dan zal, volgens Deny, de temperatuurs verhooging van het dakvlak zijn: $\frac{1}{2} \mp \cos.(90° - h) \cos. 30°$, indien op dat oogenblik de temp. in de schaduw is T. De temperatuur van het dakvlak is diensvolgens:

te 8 uur:	$25° + \frac{1}{2}$.	25	sin. 30°	cos 30°	=	30.6°
te 9 „	$26° + \frac{1}{2}$.	26	„	45°	=	33.8°
te 10 „	$27° + \frac{1}{2}$.	27	„	60°	=	37.1°
te 11 „	$28° + \frac{1}{2}$.	28	„	75°	=	39.5°
te 12 „	$29° + \frac{1}{2}$.	29	„	90°	=	41.5°
te 1 „	$29° + \frac{1}{2}$.	29	„	75°	=	40.5°
te 2 „	$29 + \frac{1}{2}$.	29	„	60°	=	40°.
te 3 „	$29 + \frac{1}{2}$.	29	„	45°	=	37.5°
te 4 „	$28 + \frac{1}{2}$.	28	„	30°	=	34°.

Dat deze temperaturen kunnen voorkomen mag wel afgeleid worden uit het feit dat, in de onbewoonde kazerne te Weltevreden, voorzien van een onbeschoten metalen dak, in Oct. en Nov. eene temp. van 95° F werd waargenomen, en als ramen en deuren gesloten waren eene van 100° F (1).

Hoewel het niet mogelijk is direct te berekenen, welke resultaten door de verwarming der dakvlakken zijn te verkrijgen, m. a. w. welke snelheid in het afvoerkanaal des daags en des nachts zou kunnen worden bereikt, zoo kan men toch onderzoeken of het denkbeeld voor praktische toepassing vatbaar is, door den omgekeerden weg

(1) Ueber den Einfluss des Waldes auf das Klima. Gesundheits-Ingenieur 1883.

(2) Etude sur les moyens de combattre l'excès de chaleur dans les ateliers, etc. o. a. behandeld in Gesundheits-Ingenieur 1885.

(1) Zie: Bouwsysteem Tollet, in dit tijdschrift, jaargang 1883—84.

te volgen, en zich ter beantwoording deze twee vragen voor te leggen:

1e. Welke temp. moet des daags en des nachts in het afvoerkanaal heerschen, om daarin eene snelheid van b. v. 1 M′ te verkrijgen?

2e. Is die temperatuur, door het bovenbedoelde middel te bereiken?

Als wij aannemen, dat ook des daags de aanvoer beneden en de afvoer boven plaats vindt, dan is, omdat het binnen kouder is dan buiten, dit eerste slechts mogelijk, als de luchtdruk boven in het vertrek voldoende kleiner is dan in het zelfde niveau buiten. De eerste vraag splitst zich dus eigentlijk in twee andere: *a.* welke luchtdruk moet er boven in het vertrek bestaan, om bij eene temp. van 28.5° buiten en 26.5° binnen, ± 1 M′ aanvoersnelheid te verkrijgen? *b.* Welke temp. moet in het afvoerkanaal heerschen, om, bij den in *a* berekenden druk op de opening, eene afvoersnelheid van ± 1 M′ te hebben? Wanneer wij in het korte aanvoerkanaal een rooster geplaatst denken, maar de wrijving verwaarloozen, dan wordt in verband met vroegere notaties, de snelheid voorgesteld door:

$$V = \sqrt{\frac{2g\left(\frac{P}{\gamma_3} - h\frac{\gamma_2}{\gamma_3} - \frac{p}{\gamma_3}\right)}{1+R}}.$$

p is de luchtdruk boven in het vertrek. Stellen we dien in het zelfde niveau buiten p′, dan is:

$$P = p_1 + \gamma_3 h \text{ en dus } V = \sqrt{\frac{2g\left(\frac{p_1 - p}{\gamma_3} + h - h\frac{\gamma_2}{\gamma_3}\right)}{1+R}}.$$

Voor $V = 2$ wordt $p_1 - p = \frac{1058}{6348}$ Kg. (1)

De snelheid, waarmede de lucht in het afvoerkanaal treedt, wordt nu voorgesteld door:

$$V = \sqrt{\frac{2g\left(\frac{p - p''}{\gamma_2} - (H-h)\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)}{1 + R + 2B + \zeta.\,L.\frac{4}{D}}}.$$

p″ is de luchtdruk op de bovenopening, dus is

$$p - p'' = (p - p_1) - (p'' - p') = +(H-h)\gamma_3 - \frac{1058}{6348}.$$

$$\text{Alzoo wordt } V = \sqrt{\frac{2g\left[+(H-h)\left(\frac{\gamma_3 - \gamma_1}{\gamma_1}\right) - \frac{1058}{6348}\right]\frac{1}{\gamma_2}}{4.96.}}$$

Voor V = 1. wordt daaruit gevonden $T_1 = 334$ of $t_1 = 61°$.
„ V = 0,80 „ „ „ $T_1 = 327$ „ $t_1 = 54°$.
„ V = 0,60 „ „ „ $T_1 = 323$ „ $t_1 = 50°$.

Gedurende de daguren zou er dus in het afvoerkanaal eene temperatuur van 61° moeten heerschen om eene snelheid van 1 M′ en van 54° om eene snelheid van 0,80 M′ te verkrijgen.

Op dergelijke wijze wordt berekend, dat voor de nachtventilatie, om te verkrijgen:

eene afvoersnelheid van 1 M′ de temp. moet zijn 44°.
„ „ „ 0,8 „ „ „ „ „ 37°.
„ „ „ 0,6 „ „ „ „ „ 32°.

Met deze cijfers voor oogen is het duidelijk, dat van de zonnewarmte geen doelmatig gebruik kan worden gemaakt. De verwarming der dakvlakken is onvoldoende, om over dag zelfs de geringe snelheid van 0,60 M′ te kunnen verkrijgen. Ook de nachtventilatie zou er weinig door gebaat worden, want al kon men de zolderruimte na 4 uur geheel voor afkoeling vrijwaren, dan zou eene temp. van 32°, die tot het verkrijgen van 0,6 M′ gevorderd wordt, niet gehandhaafd kunnen worden.

Wij zijn daarvan spoedig overtuigd door eene eenvoudige berekening. Om met 0,60 M′ (het ventilatie bedrag voor 2 personen) te kunnen afvoeren, wordt een kanaal vereischt, waarvan de zijde bedraagt:

$$\sqrt{\frac{400}{0{,}6 \times 3600}} = 0{,}43 \text{ M}'.$$

Zij de koker, onder de dakvlakken gemeten 5 M′ lang, dan is zijn warmtedoorlatend oppervlak: $5 \times 4 \times 0{,}43 = 8.6$ M². De ventilatielucht, die van 26° op 32° moet verwarmd worden, neemt per uur uit het kanaal mede $0{,}3 \times 400 \times (32° - 26°) = 720$ caloriën.

Opdat de metalen wanden van den koker 720 caloriën per uur kunnen doorlaten, moet, als men de zoldertemp. = T° en de warmte- doorlatings coefficient = 8 stelt, voldaan worden aan: $8\,(T - 32) \times 8{,}6 = 720$; waartoe T moet zijn 42.46°. Deze temperatuur is echter op den zolder niet mogelijk, als de maximum temp. der dakvlakken slechts 41° bedraagt.

Kon men met een ventilatiebedrag van 100 M³ tevreden zijn, wat tevens in zich sluit, dat de kamertemp. niet 26° is, dan zou, gedurende den ganschen nacht, de temp. op den zolder 34° moeten bedragen. Het is hoogst twijfelachtig of dit is te bereiken, daargelaten nog, dat de moeite, verbonden aan het plaatsen en wegnemen der dakschermen, door zulk een gering resultaat niet beloond wordt. Wanneer men nu verder bedenkt, dat het geval zoo gunstig mogelijk is genomen, en dat de lucht, gedurende een groot deel van het jaar, zoodanig is bewolkt, dat de zon geen krachtigen invloed kan doen gelden, dan kuunen wij het bovenbesproken middel als onvoldoende ter zijde stellen.

Wij moeten nu onderzoeken in hoeverre hulp van den wind kan verwacht worden. De wind zal, al naar omstandigheden, zuigend of drukkend werken op den mond van een ventilatiekanaal. Het is echter terstond duidelijk, dat op deze eigenschappen geen ventilatiestelsel kan worden gegrond, want de wind levert eene zeer veranderlijke kracht, die bovendien, aan de kusten van Java, tot geen zeer belangrijk bedrag opklimt. Daar staat tegenover, dat er een vrij groote regelmaat schijnt te heerschen in het toe- en afnemen van de snelheid gedurende een etmaal.

Gemiddeld is de snelheid 's nachts te 1 uur een minimum; zij stijgt vervolgens vrij regelmatig tot 2 à 3 uur in den namiddag, om daarna weêr geleidelijk aftenemen.

In de nachturen is de snelheid te onbeduidend, om daarmede eenig voordeel te kunnen bereiken. Gedurende de daguren is zij meer beteekenend en bedraagt:

(1) Er is ons meer aan gelegen $p_1 - p$ te kennen dan p.

te	9	uur	4.14	K.M.	per	uur	of	1.1	M′	per sec.
„	10	„	5.74	„	„	„	„	1.6	„	„ „
„	11	„	7.02	„	„	„	„	1.9	„	„ „
„	12	„	8.38	„	„	„	„	2.3	„	„ „
„	1	„	9.73	„	„	„	„	2.7	„	„ „
„	2	„	10.53	„	„	„	„	2.9	„	„ „
„	3	„	10.12	„	„	„	„	2.9	„	„ „
„	4	„	8.52	„	„	„	„	2.3	„	„ „
„	5	„	6.05	„	„	„	„	1.7	„	„ „

Indien deze snelheden onverminderd in de ventilatiekanalen konden worden overgebracht, dan zouden zij een zeer groot effect teweegbrengen, maar dit is niet mogelijk; aan botsing en wrijving gaat heel wat levende kracht verloren. Dit wordt o. a. bewezen door proeven, die Wolpert heeft genomen (1). Hij kreeg het volgend resultaat, als hij horizontale luchtstroomen liet strijken evenwijdig aan, en gelijk gericht met het rechthoekig omgebogen uiteinde van een vertikalen ijzeren buis van 3 c. M. middellijn.

Snelheid van den wind:	26.8 M′.	23.2 M′.	16 M′.
„ in den buis	8″	5.6 „	3″
Nuttig effect	29.8%	2.6%	18.8%

Met zijne bekende zuigkap verkreeg hij bij buiswijdten van 20-100 m. M. en windsnelheden van 8—31 M′, onder verschillende hoeken met den horizon gericht, gemiddeld 50%. Uit het bovenstaande volgt, dat bij rechthoekig omgebogen buizen, het effect met de windsnelheid afneemt. Bij de, in ons geval, geringe windsnelheden, zal het effect dus vermoedelijk zeer klein zijn. Bij den Wolpertschen kap schijnt het effect minder afhankelijk van de windsnelheid, maar of het nuttig effect met deze en dergelijke kappen altijd ongeveer 50% zal bedragen, mag betwijfeld worden (2). Dit neemt evenwel niet weg, dat de zuigende werking van den wind, al is het nuttig effect ook veel geringer, een niet te versmaden steun voor de luchtbeweging is. Men mag echter niet uit het oog verliezen, dat elke voorziening van het afvoerkanaal, met vaste of beweegbare zuigkappen, weêrstanden doet ontstaan, die zeker niet gewenscht zijn bij windstilte. Daar deze nu vrij geregeld 's nachts voorkomen, zoo moet de zuigkap den vrijen afvoer zoo weinig mogelijk belemmeren. Waar geen vrees bestaat voor valwinden, plaatse men boven den mond van het afvoerkanaal slechts een horizontaal plaatje, tot wering van den regen, ten einde zoo na mogelijk nabij te komen aan den geheel onbedekten mond, die bij horizontaal gerichte winden het grootste nuttig effect geeft. (3) Omdat echter de windrichting steeds eenigszins hellende is, zal een kegelvormige kraag om den mond gewenscht zijn. Volgens Wolpert moet de middellijn der horizontale plaat gelijk zijn aan driemaal de middellijn van de buis; de afstand tot de monding moet iets minder zijn dan die middellijn, en de kegelvormige kraag moet een tophoek van 90° hebben.

(1) Wolpert. Theorie und Praxis der Heizung und Ventilation.

(2) Zie daaromtrent: über die Ausmündung der Rauch und Ventilationsrohre und deren Abdeckung. Deutsche Bauzeitung 1883.

(3) Zeitschrift für Biologie 1877.

Wilde men de drukkende werking van den wind toepassen om de lucht in de aanvoerkanalen te persen, dan zou men genoodzaakt zijn hunne monden naar boven het dak te verleggen, en zouden ze daar van kappen moeten worden voorzien, die bij elke windrichting dienst kunnen doen. Hoewel men nu daardoor het onmiskenbare voordeel van een zeer goede prise d'air zou verkrijgen, zoo staat daar tegenover, dat door het lange en soms bochtige kanaal, dat deze inrichting wellicht zou eischen, zooveel weêrstand ontstaat, dat de winddruk niet eens in staat is dien te overwinnen.

Wij zien dus gaarne van een twijfelachtig voordeel af en trachten liever de nadeelen te voorkomen, die ontstaan, als de wind zuigend op de aanvoeropeningen werkt. En dit kan dikwijls gebeuren, want eigenlijk is de wind in deze nooit neutraal: hij werkt zuigend of drukkend. De eenige wijze waarop men den aanvoer onafhankelijk kan maken van den wind, is, dat men een groote luchtkamer aanlegt onder het gebouw, die op de vier hoeken, door diagonaalsgerichte horizontale kanalen met de buitenlucht in gemeenschap staat. Windstroomen, van welke richting ook, zullen op de lucht in die kamer, zuigend of drukkend werken; maar de invloed daarvan zal, wegens het groote volume der kamer òf nul, òf zeer onbeduidend zijn. Intusschen zijn tegen het maken van dergelijke inrichtingen in het onderhavige geval bezwaren. Men zou nl. op die wijze ventileeren met lucht, die te dicht nabij den bodem is genomen, en voorts zou waarschijnlijk de noodige beweegkracht ontbreken, om door dit lange weêrstandbiedende kanaal de lucht aan te voeren. Er blijft dan ook weinig anders over, dan de aanvoerkanalen te voorzien als is voorgesteld in fig. II. Daardoor wordt ten minste bereikt, dat luchtstroomen, die naar den muur of evenwijdig daaraan zijn gericht, niet zuigend, maar eer drukkend op de opening werken. Luchtstroomen, die van de muur af zijn gericht, blijven min of meer zuigend werken, omdat zij eene luchtverdunning aan deze zijde van het gebouw veroorzaken.

Dit bezwaar is echter bij de gewoonlijk zeer geringe windsnelheid niet zeer groot. Belangrijker is het bezwaar, dat deze inrichting hinderlijk is, wanneer zij boven en nabij den galerijvloer is aangebracht; toch is ook dit op te heffen, òf door het kanaal onder den galerijvloer door, te verlengen, als in fig. III, maar daardoor vermeerderen de weêrstanden; òf door den voorsprong van het windscherm te verminderen, en als compensatie de hoogte te vermeerderen, zooals fig. IV aangeeft.

Wanneer men op vorenstaande wijze de noodige voorzieningen aan de monden der kanalen heeft getroffen, dan heeft men met weinig kosten iets bereikt, dat nooit schaadt, maar daarentegen dikwijls voor de dagventilatie een niet te versmaden drukvermindering op de afvoeropening te weeg brengt, waarvan het effect evenwel niet alleen veranderlijk, maar tevens waarschijnlijk niet zeer beteekenend zal zijn.

De uitkomsten betrekkelijk ons onderzoek naar de natuurlijke middelen, waardoor aan de eischen der ventilatie zou kunnen worden voldaan, zijn niet zeer gunstig, want het is ons gebleken, dat daarmede niet de voldoende beweegkracht is te verkrijgen, die eene systematische luchtverversching vordert. Waar men daarop prijs stelt, zal men derhalve, naar onze meening, kunstmatige ventilatie moeten toepassen.

De kunstmatige verhooging van het luchtdrukverschil, binnen en buiten, kan op twee wijzen worden verkregen, n. l. door verhooging van den druk buiten, of door vermindering van den druk binnen. Hiermede zijn twee bekende ventilatiesystemen gekenschetst, het pulsie- en het aspiratie-systeem. De middelen, welke ten dienste staan om volgens een dezer systemen te kunnen ventileeren, zullen wij achtereenvolgens bespreken en onderling vergelijken. Laat ons met het aspiratie-stelsel beginnen.

Luchtdrukvermindering binnenskamers is in de eerste plaats te verkrijgen door verwarming van het afvoerkanaal. Daartoe kan met goed succes gas gebezigd worden. De toepassing van dit middel is eenvoudig; men zou kunnen volstaan met eenige gaspitten in het afvoerkanaal te doen branden; maar ten einde zooveel mogelijk van de warmte der gasvlammen gebruik te maken, is iets meer wenschelijk. Men moet nl. trachten te verkrijgen een groot verwarmend oppervlak, waaraan de afvoerlucht warmte kan ontnemen. Dit doel wordt bereikt door eene der inrichtingen, voorgesteld in fig. V. Om de vlammen is geplaatst een gegoten ijzeren mantel, die tot vergrooting van het verwarmingsoppervlak met ribben zou kunnen worden voorzien, zooals bij *a* is geteekend (1). De inrichting *b* verschilt van de voorgaande daarin, dat de ribben als 't ware hol zijn, en inwendig worden verwarmd door vlammen.

De mantel zal natuurlijk uitstralen naar de wanden van den koker. Deze moet dus veel warmte kunnen opnemen, maar weinig doorlaten; daarom moet de koker geconstrueerd worden van slecht geleidend materiaal, b. v. hout.

En dubbele wand met spouw, opgevuld met slakkenwol of iets dergelijks is zeer wenschelijk. Belangrijk is de vraag: welke uitgaven zijn aan het gebruik van gas verbonden? Deze kan slechts beantwoord worden, als men weet hoeveel gas voor een bepaald doel verbruikt wordt, en om tot de kennis daarvan te komen, moet men weten welke temperatuur in het afvoerkanaal moet heerschen, ten einde eene vooraf bepaalde snelheid te doen ontstaan. Nieuwe berekeningen behoeven daarvoor niet gemaakt te worden, want wij hebben vroeger reeds gevonden, dat, om gedurende den nacht 1 M' snelheid te verkrijgen, de temperatuur in het afvoerkanaal 44° zou moeten zijn, terwijl die zelfde snelheid, gedurende de daguren eerst met 61° temperatuur zou zijn te bereiken. Deze temperaturen zijn zeer hoog; vooral komt dit uit, als men bedenkt dat het gemiddelde temp. zijn, zoodat beneden in het afvoerkanaal nog hoogere temperaturen moeten worden ontwikkeld.

Deze worden als volgt berekend.

Gedurende den nacht moet er voor twee menschen 400 M³ lucht worden afgevoerd. Bij eene snelheid van 1 M' is daartoe noodig een vierkante koker van 0,33 M' zijde. In verband met de fig. I stellen wij zijne lengte 6 M', zoodat dus het ontwikkeld oppervlak bedraagt: 7.80 M². Wanneer de koker met zeer veel zorg is geconstrueerd, kunnen wij aannemen dat zijne wanden bij 1° temp. verschil slechts 1 calorie doorlaten. Noemt men de temp. der lucht beneden in den koker Tx en boven, bij het verlaten van den koker Ty., dan is $\frac{Tx + Ty}{2} = 44°$.

Zij de temp. van de lucht, die den koker omgeeft gemiddeld 25,5° (temp. op den zolder 26° en buiten 24°) dan geldt deze vergelijking: $(Tx - Ty) \times 0{,}3 \times 400 = 1 \times (44 - 25{,}5°)$ 7.80 d. w. z. de warmte door de lucht in den koker verloren is gelijk aan die, welke door de wanden is heengegaan. Hieruit volgt dat $Tx - Ty = 1.2$, en daar $Tx + Ty = 88°$, zoo is dus $Tx = 44{,}6°$ en $Ty = 43.4°$ De aanvangstemperatuur der lucht blijkt te zijn ongeveer 47°, en nu moeten dus per uur 400 M³ lucht van 26° op 47° gebracht worden; daartoe zijn noodig $400 \times 0{,}3\ (47 - 26) = 2520$ caloriën.

Bij verbranding geeft 1 M³ goed lichtgas 5500 caloriën, en volgens Morin (1) wordt van die warmte voor dit doel hoogstens $^5/_6$ nuttig gebruikt. Bij verbranding van 1 M³ gas kan dus slechts gerekend worden op 4580 calorien.

Er zouden dus per uur in den koker moeten verbranden $\frac{2520}{4580} = 0.550$ M³ gas, waartoe eene uitgaaf noodig is van ƒ 0,155, als men den gasprijs of ƒ 0,28 per M³ rekent. Eene dergelijke berekening leert, dat voor de dagventilatie de uitgaaf per uur, voor 2 personen, bedraagt ƒ 0,07. Deze cijfers zijn zeer hoog; zulke uitgaven zijn voor velen onoverkomelijk. Door het gebruik van petroleum zouden zij belangrijk dalen; maar het gebruik van deze brandstof is voor dit doel niet wel mogelijk, om voor iedereen begrijpelijke redenen. Evenmin kan steenkool toegepast worden tot direkte verwarming der afvoerkanalen. Het gebruik van deze brandstof is slechts denkbaar bij eene controle ventilatie-inrichting; d. w. z. bij zulk eene, waar door een lokschoorsteen in alle afvoerkanalen van een gebouw eene luchtverdunning wordt te weeg gebracht.

Deze schoorsteen met zijn verwarmingstoestel zou in een bijgebouw moeten geplaatst zijn; maar dit maakt, dat aan de toeleiding der afzonderlijke ventilatiekanalen wel geene onoverkomelijke, maar toch zeer groote bezwaren zijn verbonden.

Bovendien is centralisatie met betrekking tot een gebouw, waarvan nu eens één, dan twee of drie vertrekken

(1) De vergrooting van het oppervlak gaat gepaard met temp. verlaging aan de buitenzijde. Geribde vlakken hebben dan ook slechts dit voor boven gladde, dat zij in eene kleine ruimte een groot verwarmings oppervlak geven. De eersten laten per M² minder warmte door dan de laatsten. Zie daaromtrent: Dingler Bd. 228. Deutsche Bauzeitung 1887.

(1) Etudes sur la ventilation. Tome I pg. 318.

worden bezet, niet voordeelig. Evenwel zou, voor gebouwen waarvan de vertrekken geregeld elken dag, gedurende het zelfde tijdsverloop bezet zijn, dit denkbeeld zeer goed voor verwezenlijking vatbaar zijn. Te meer daar het verwarmen van den lokschoorsteen, door toepassing van vulkachels geen voortdurend toezicht eischt.

Wij zullen evenwel deze wijze van ventileeren niet nader bespreken; maar daarop wellicht later terugkomen, en ons nu bepalen tot de luchtverversching van woonhuizen.

Luchtverdunning in het afvoerkanaal kan ook verkregen worden met behulp van een ventilator. Op twee wijzen kan dit werktuig worden toegepast, òf door één ventilator wordt in alle afvoerkanalen van een gebouw de lucht verdund, daartoe moeten zij tot één verzamelkanaal vereenigd worden; òf elk vertrek heeft zijn eigen ventilator. Voor woonhuizen is in beginsel centralisatie afteKeuren, wegens het zeer afwisselend bedrag van lucht, dat het werktuig moet afvoeren. Evenwel kan de beweegkracht eenvoudiger op één werktuig, dan op meerdere overgebracht worden. Vooral is dit het geval als door middel van eene gasmachine (van een stoommachine kan wel geen sprake zijn) de ventilator wordt bewogen. Het gebruik van gas zal zonder twijfel zeer kostbaar zijn, en bij deze indirecte toepassing meer uitgaven vorderen dan bij de boven beschreven directe verwarming der afvoerkanalen. Immers het is bekend, dat van ventilators niet veel meer dan 30 % nuttig effect kan worden verwacht. Men zou echter ook een petroleum-machine kunnen toepassen, ter beweging van den ventilator, en daar petroleum op Java veel goedkooper is dan gas, zal hierin zeker voordeel gelegen zijn, daar de kosten van het werktuig zelf, het verbruik van afkoelingswater enz. dezelfde zijn als bij gasmachines. De kleinere motoren, die tot 2½ à 3 pkr. kunnen leveren, verbruiken per uur en per pkr. 0,6 — 0,7 kg. petroleum, of, het soortelijk gewicht 0,6 à 0,7 stellende, ongeveer 1 liter (1). Gasmachines van hetzelfde vermogen verbruiken per uur en per pkr. 1 à 1,2 M³. gas (2). Rekent men de petroleum op *f* 0,12 de ltr., dan is er dus een voordeelig verschil van *f* 0,16 à *f* 0,215 per pkr., d. i. 50 à 75%. Het bewaren van den petroleum, die in het groot moet worden opgedaan, levert natuurlijk eenig bezwaar op, wegens het brandgevaar, maar hiertegen kunnen voorzorgen genomen worden.

De beweging van den ventilator kan ook verkregen worden door middel van waterdruk. In 't algemeen zou het, bij toepassing daarvan, wel zoo eenvoudig zijn elk vertrek zijn eigen ventilator te geven, die dan klein kan zijn en voor de toe- en afleiding van het water niet veel moeite oplevert, omdat hij in verband met den betrekkelijk geringen te leveren arbeid niet veel water verbruikt. Voor dit doel zou zeer geschikt zijn de kosmosventilator, die door de firma Schäffer en Walcker te Berlijn wordt vervaardigd. Volgens de fabrikanten bedraagt het waterverbruik per uur bij 3 à 4 atm. druk:

0,03	M³	om	per	uur	aftevoeren	100	M³	lucht.
0,07	„	„	„	„	„	300	„	„
0,15	„	„	„	„	„	600	„	„
0,20	„	„	„	„	„	1200 à 1500	„	„

Met weêrstanden buiten het werktuig is natuurlijk geen rekening gehouden, zoodat we waarschijnlijk goed zouden doen met op een 100% hooger verbruik te rekenen. Het gebruik van dezen ventilator is echter niet denkbaar zonder eene hoogdrukwaterleiding, en die wordt op geen der hoofdplaatsen gevonden.

Hoe wenschelijk zij echter, ook voor dit doel, zou zijn, blijkt duidelijk, als men bedenkt, dat daarmede eene beweegkracht wordt verkregen, die veel goedkooper is dan gas en petroleum en geen gevaar oplevert.

In het ontwerp-tarief voor eene eventueel uit te voeren waterleiding te Soerabaija (1) werden de waterprijzen als volgt geregeld:

Bij waterbruik van minder den 1 M³ per dag *f* 0,15 per M³.
„ „ „ 1— 25 „ „ „ „ 0,12.—
„ „ „ 25— 50 „ „ „ „ 0,10.—
„ „ „ meer dan 50 „ „ „ „ 0,08.—

Voor de nachtventilatie ten dienste van 2 personen, moet 400 M³ lucht per uur afgevoerd worden; rekenen wij daartoe noodig 0,3 M³ water à *f* 0,12, dan staat tegenover eene uitgaaf van gas van *f* 0,155, eene aan water van *f* 0,036. Daar komt bij, dat het water niet verloren is, maar voor sommige doeleinden nog zeer goed bruikbaar, en dat er geen toezicht vereischt wordt, en juist dit maakt toepassing van eene machine, vooral des nachts, uiterst bezwaarlijk.

Ventilators kunnen natuurlijk even goed, zoo niet beter, gebruikt worden tot het indrijven van lucht; maar deze toepassing vordert, na het bovenstaande, geene afzonderlijke bespreking. Liever wenschen wij de aandacht te vestigen op een ander middel tot luchtverversching, nl. op de afkoeling van de kamerlucht, teneinde zoodoende het noodige temperatuursverschil voor beweging te verkrijgen. Men kan het doel langs twee wegen bereiken; men kan òf de lucht en de wanden van het vertrek zelf afkoelen, òf men kan de invoerlucht afkoelen. Men zou dus gevoegelijk kunnen spreken van lokale- en centrale afkoeling. Al spoedig blijkt het, dat de lokale van weinig nut kan zijn. Immers de buitenlucht bevat zeer veel waterdamp, en ze behoeft slechts weinig afgekoeld te worden, om geheel of bijna geheel verzadigd te zijn. Volgens de tabel op pag. 39 kan men, met het oog daarop, de kamertemperatuur niet lager stellen dan 25°.

Bij die temperatuur is echter geen voldoend verschil met buiten, om beweging te doen ontstaan, en vooral niet 's nachts. Blijft dus ter nadere beschouwing over de centrale afkoeling. Wanneer wij ons nu tevens voorstellen

(1) Neuere Erdölkraftmachinen. Dingler. Bd. 262.

(2) Over de gas-, stoom- en watermotoren op de tentoonstelling te Weenen in 1884. Tijdschr. Ter bev. van Nijverheid 1885.

(1) Watervoorziening van de hoofdplaats Soerabaija, door N. H. Henket, E. Steuerwald, en P. v. Dijk.

langs dezen weg, de temperatuursverhooging, door ademhaling en straling, binnenskamers tegen te gaan, dan moeten de volgende vragen beantwoord worden: 1e op welke temperatuur moet de lucht aangevoerd, om b. v. eene kamertemperatuur van 25° te kunnen handhaven? 2e Hoe geschiedt de afkoeling? 3e. Is bij de dan bestaande temperatuursverhouding, binnen en buiten, voldoende ventilatie mogelijk? 4e Welke zijn de kosten?

Het antwoord zal gezocht worden met betrekking tot het vroeger reeds behandelde vertrek van $6 \times 5 \times 4 =$ 120 M³ inhoud met 9 M² glasvlak, en bezet door 2 personen. We onderstellen eerst dat het een dagvertrek is, bewoond van 8 uur 's morgens tot 2 uur 's namiddags. De gemiddelde buitentemperatuur wordt geacht te zijn $27\frac{1}{2}°$; de muren laten geen warmte door. De aanvoer van warmte bedraagt dan:

door het glas: $[3.6\ (27{,}5 - 25) \times 9] \times 6 =$ 486 cal.
„ het levensproces van 2 menschen: $2 \times 100 \times 6 =$ 1200.—
te zamen 1686 cal.

Deze moeten worden afgevoerd door de ventilatie van 55 M³ per hoofd en per uur; stelt men de daartoe gevorderde temperatuur der versche lucht: x, dan moet voldaan worden aan:

$[\ (25 - x) \times 2 \times 55 \times 0{,}3\ ]\ 6 = 1686.$

zoodat $x = 16.5°$.

Bij een ventilatiebedrag van 30 M³ per hoofd, dat in dit geval, nu men niet op het vochtgehalte behoeft te letten, in den zin als vroeger werd aangegeven, ook zeer voldoende is, zou de temp. der invoerlucht moeten zijn 10.5° (1).

De afkoeling der lucht kan op de meest geschikte wijze plaats vinden op den zolder, door aldaar een luchtkamer te maken, waarin ijzeren draadkorven, met ijs gevuld, zijn geplaatst. Deze kamer moet natuurlijk met de buitenlucht in gemeenschap staan, en van weinig warmtedoorlatende wanden voorzien zijn. De versche lucht moet boven in het vertrek aangevoerd worden, en de bedorven lucht, beneden, nabij den vloer afgevoerd.

Toch zou direkte aanvoer van lucht van 16.5° of 10.5°, nabij het plafond, onaangenaam worden gevonden; daarom is het beter, de zeer koude lucht door een a vormig kanaal te leiden, in het eene been waarvan zij reeds warmte aan de kamerlucht kan onttrekken, waardoor zij op eene, minder met die der kamer verschillende temperatuur, nabij het plafond kan uitstroomen. Fig. VI stelt de inrichting schematisch voor. Het spreekt van zelf dat de wanden van kanaal a geen warmte mogen doorlaten, terwijl daarentegen b zooveel mogelijk warmte moet opnemen, waartoe deze arm van het kanaal moet gemaakt worden van metaal. Hoe meer de luchttemperatuur in b nadert tot die in het vertrek, hoe minder weêrstand deze wijze van aanvoer aan de luchtbeweging geeft.

G zij de kamer, waarin de lucht wordt afgekoeld.

Ten einde op de meest gemakkelijke wijze tot de kennis te komen der snelheid, waarmede de lucht onder bovengenoemde omstandigheden kan toevloeien, zullen we het vertrek als eene verwijding beschouwen van een kanaal dat bij G begint en bij c eindigt. We gaan dus van de veronderstelling uit dat de kamerwanden luchtdicht zijn. Het is natuurlijk, dat we in deze groote verwijding de snelheid = o stellen, zoodat bij c aan de lucht op nieuw snelheid moet worden medegedeeld. Voorts bevinden zich bij d en c roosters, terwijl we aannemen, dat de kanalen a en b dezelfde doorsnede hebben.

Stelt men nu:

De absolute temp., en het gewicht van 1 M³ lucht in G en A; T en γ.
De gemiddelde abs. tem. en „ „ „ „ „ b T_1 en γ_1.
„ „ „ „ „ „ „ „ „ in het vertrek T_{11} en γ_{11}.
„ „ „ „ „ „ „ „ „ buiten T_{111} en γ_{111}.
De luchtdruk in Kg. per M² in G ± P.
„ „ „ „ „ „ voor de opening c. p.

De hoogte van het midden van G en van d boven het midden van c respect: H en h, dan wordt de snelheid, waarmede de lucht stroomt uit G in a. voorgesteld door:

$$V = \sqrt{\frac{2g.\left(\frac{P-p}{\gamma} + H - h\frac{\gamma_1}{\gamma} + h\frac{\gamma_{11}}{\gamma}\right.}{\left[1+2B+4\beta\frac{H}{D}+B\left(\frac{T_1}{T}\right)^2+4\beta\frac{h}{D}\left(\frac{T_1}{T}\right)^2+R\left(\frac{T_1}{T}\right)^2+\left(\frac{T_{11}}{T}\right)^2+R\right.}}$$

of bij verdere benadering door:

$$V = \sqrt{\frac{2g.\left(-H\frac{T}{T_{111}} + H - h\frac{T}{T_1} + h\frac{T}{T_{11}}\right.}{\left(1 + 2B + 4\beta\frac{H+h}{D} + B + R + 1 + R\right)}}$$

Substitueert men daarin:

$H = 5{,}5$ M'., $h = 3.5$ M'. $T = 289{,}5°$. $T_1 = 273 + \frac{16{,}5 + 20{,}5}{2} = 291{,}5$ (de lucht stroomt dus op 20,5° in het vertrek) $T_3 = 300{,}5$. $D = 0{,}2$ M'. $2g = 19{,}18$. $\beta = 0{,}014$. $B = 1$ en $R = 1{,}3$, dan vindt men $V =$ 0,47 M'.; terwijl door in plaats van $T_1 = 291{,}5$ te substitueeren $T_1 = 273 + \frac{10{,}5 + 20{,}5}{2} = 288{,}5$ en in plaats van $T = 289{,}5$., $T = 283{,}5$ aldus aannemende dat de lucht tot 10,5° is afgekoeld, gevonden wordt: $V = 0{,}7$ M'. De snelheid van 0,47 M' is, in verband met het vroeger daaromtrent besprokene wel wat gering; de snelheid van 0,7 M' is voldoende te achten. Echter zijn in bovenstaande berekening ook weêr eenige weêrstanden verwaarloosd, die in den regel wel zullen voorkomen, als daar zijn contracties, doorsnedeverminderingen enz. Men zal dus om die snelheid te verkrijgen, nog wel iets lager moeten afkoelen, of het koude luchtreservoir hooger stellen; maar daarin is men door de hoogte van het gebouw beperkt. Met boven berekende snelheden wordt respect. aangevoerd per uur: 67,64 M² en 100,8 M², dus in het 1e geval te weinig, in het 2e geval te veel. Men zou dus de doorsnede van a en b dienovereenkomstig moeten wijzigen.

Wij hebben aangenomen, dat de gemiddelde temperatuur in kanaal b, respect. 18,5° en 15,5° bedraagt; zal

(1) Het is er hier namelijk niet om te doen, om door een zeker ventilatiebedrag het vochtgehalte der kamerlucht, beneden een vooraf bepaalde grens te houden, want de invoerlucht zal wel altijd verzadigd zijn. Hier is het dus van meer belang te weten of de verzadigde lucht, zich verwarmende tot 25°, een niet te hoog vochtgehalte heeft. Dit nu is niet het geval, want het bedraagt respect. 668‰ en 440‰.

dit echter juist zijn, dan moet de lucht, die er b. v. per uur doorstroomt, ook zooveel warmte kunnen opnemen als noodig is, om haar van 16.5° op 20.5°, of van 10.5° op 20.5° te brengen. De wanden van *b* moeten dus per uur doorlaten:

In 1e. 67.64 × 0,3 (20,5 — 16,5) = 81.16 Calorien.
„ 2e. 100.8 × 0,3 (20,5 — 10,5) = 302.4 „

Veronderstellende, dat per M² en bij 1° temperatuursverschil, per uur, door de wanden van *b* worden doorgelaten 8 calorien, dan gaan er in bovenstaande gevallen door:

(4 × 0,2) × 3,5 × 8 (25 — 18,5) = 145,6 calorien.
en. (4 × 0,2) × 3,5 × 8 (25 — 15,5) = 212,8 „

Voor het 1e geval dus te veel, voor het 2e te weinig. Wij zouden derhalve door herhaalde berekening, met invoering van andere doorsneden der kanalen tot een goed resultaat moeten trachten te komen. Wij houden ons daarmede echter niet verder bezig; ons hoofddoel is: de mogelijkheid der luchtverversching aan te toonen. Bij definitieven aanleg zou het bovendien aanbeveling verdienen, het kanaal b, horizontaal langs het plafond te verlengen. De zijwanden van dit horizontale kanaal zouden van geperforeerd zink moeten zijn, ten einde in fijn verdeelde stroomen de lucht aan te voeren; de weêrstanden zouden daardoor evenwel zeer toenemen en waarschijnlijk zou het noodig blijken de lucht nog lager dan 10,5° aftekoelen.

En nu de uitvoering. Voor eene particuliere woning komt, als koelmiddel, slechts in aanmerking ijs. Ten einde het afkoelend oppervlak zoo groot mogelijk te maken, zal het het best zijn, in eenige kleine draadkorven het ijs te verdeelen, en deze in de bovenbesproken luchtkamer te plaatsen. Het smeltwater moet natuurlijk ook gebruikt worden, daarom is het noodig de lucht van uit de koelkamer te leiden langs metalen buizen, waardoor het smeltwater afvloeit, dat nog voor verschillende doeleinden bruikbaar is. Het spreekt van zelf, dat voor de ventilatie van eene geheele woning slechts ééne koelkamer wordt ingericht, waaruit naar alle aanvoerkanalen de versche lucht vloeit. Eene bruikbare inrichting stelt fig. VII voor. (2) De onkosten aan deze ventilatiewijze verbonden, worden als volgt berekend (1).

110 M³ lucht moeten, ten dienste van 2 personen, per uur afgekoeld worden van gemiddeld 27,5° tot 16,5° (dagventilatie), daartoe moeten er aan onttrokken worden:

110 × 0,3 (27.5° — 16.5°) = 363 calorien.

Bovendien condenseert er waterdamp, waardoor warmte vrij wordt. Tusschen 8 uur 'sm. en 2 uur 'snam. bevat de lucht gemiddeld per M³ 19.84 gr. waterdamp. Bij 16,5° kan ze bevatten per M³. 13,6 gr. Per M³, wordt er 6,24 gr. waterdamp verdicht, en dus per uur:

110 × 6,24 gr. = 682,4 gram. Elk Kg. waterdamp, van 27,5°, condenseerende tot water van 16,5°, maakt vrij ± (535 + 11) = 546 caloriën. In ons geval moeten dus nog gebonden worden 350.5 calorien, makende met de boven berekende te zamen 713.5 calorien:

Elk Kg. ijs smeltende tot water van 10° (1) heeft daarvoor noodig 89 calorien. Per uur zouden dus in de koelkamer moeten smelten: $\frac{713.5}{89}$ = 8 Kg. ijs, waarvan de kosten zullen bedragen: 8 × *f* 0,04 à *f* 0,05 = *f* 0,32 à *f* 0,40. Deze zijn zoo hoog, dat, zoolang de prijs van het ijs niet aanzienlijk lager wordt, van dit middel geen praktische toepassing kan gemaakt worden, want er komen nog belangrijke bedieningskosten bij. Immers het ijs moet van uit een kelder naar den zolder worden vervoerd, waaraan veel moeite en bezwaren zijn verbonden. De regeling van de ventilatie in een geheel gebouw, of liever van de temperatuur der versche lucht zal tevens veel zorg vereischen, zoo men althans het doel der luchtverversching wil bereiken.

Alvorens deze beschouwingen betrekkelijk de ventilatie van woonhuizen te eindigen, willen wij het voorgaande nog kort samenvatten, en dan komen we tot de volgende conclusien:

1°. Systematische natuurlijke ventilatie is onmogelijk.

2°. Kunstmatige ventilatie is over 't algemeen zeer kostbaar.

3°. Een groot deel der onkosten wordt veroorzaakt door het hooge vochtgehalte der lucht, tengevolge waarvan het ventilatie-bedrag en dus de te bewegen massa noodzakelijk zeer groot wordt.

4°. Het meest eenvoudige hulpmiddel om luchtbeweging te verkrijgen, bestaat in verwarming der afvoerkanalen met gas.

5°. Het minst kostbare hulpmiddel is een ventilator, door waterdruk bewogen.

6°. De beweging van ventilators door middel van gas- en petroleum-machines is praktisch zeer goed uitvoerbaar, maar vrij duur, wegens:

a. den aanleg.
b. de brandstof.
c. het wisselend luchtverbruik in eene particuliere woning.

7°. Ventilators, die lucht inpersen, zijn het meest bevordelijk aan eene geregelde luchtverversching.

8°. Het meest kostbare middel tot ventilatie is afkoeling der invoerlucht door ijs.

Omtrent de plaatsing der aan- en afvoeropeningen is in dit opstel reeds een en ander gezegd; toch wenschen wij daarop hier nog de aandacht te vestigen. In 't algemeen is deze zaak niet uit te maken; ze moet in elk

(1) Wij zullen hier de aanlegkosten buiten beschouwing laten, voornamelijk omdat die slechts in eenig bizonder geval kunnen worden opgegeven. Intusschen zullen wij daar waar die, naar onze meening, grooten invloed oefenen, er opmerkzaam op maken.

(2) Bij dergelijke inrichtingen moet er voor gezorgd worden dat geen water in de luchtkanalen kan komen, omdat de afleiding daarvan slechts tot moeielijkheden aanleiding geeft. In bovengenoemde inrichting wordt het smeltwater direkt opgenomen in de onder de korven geplaatste trechters, en door eene buisleiding afgevoerd, zoodat de lucht er niet mede in aanraking komt.

(1) 110, omdat de eindtemp. van het water wel niet gelijk zal zijn aan die van de lucht, d. i. 16.5°.

bizonder geval beslist worden. Slechts kan men zeggen, dat de luchtverversching te meer volkomen is, naarmate een grooter deel van het vertrek met nieuwe lucht wordt voorzien. Dit wordt het best bereikt door talrijke aanvoeropeningen, langs den wand verspreid, en eene afvoeropening in het centrum. Hoogst zelden zal men evenwel de aanvoeropeningen zoo talrijk kunnen aanbrengen en veelal zal men zich tot één of twee openingen moeten bepalen. In dat geval moeten ze ten opzichte van de afvoeropening zoodanig geplaatst zijn, dat de bewoner zich in den luchtstroom kan bevinden, die in het vertrek ontstaat. Meestal zal het dus hierop neêrkomen, dat de aan- en afvoeropeningen zich aan het einde van den lichaams- diagonaal van het vertrek bevinden. Aannemende, dat het afvoerkanaal verwarmd wordt, zouden wij de volgende inrichting wenschelijk achten. Een of twee aanvoeropeningen in de buitenmuur, voor slaapkamers 1 à 2 M^1 boven den vloer; voor dagvertrekken nabij den vloer. Voor slaapkamers zou de buitenlucht ter hoogte van den galerijvloer moeten genomen worden, en door eenen in het vertrek geplaatsten koker, 1 à 2 M^1 vertikaal moeten worden opgevoerd, ongeveer dus zooals is voorgesteld in fig. III; daardoor zal er eene goede luchtvermenging ontstaan. De afvoeropening moet zijn in het plafond tegen den aan den buitenmuur evenwijdigen binnenmuur, en wel bij twee aanvoeropeningen in het midden, bij ééne aanvoeropening in een der hoeken. Lettende op het voordeel, dat kan worden getrokken van de verbrandingsproducten der lampen tot verwarming van het afvoerkanaal, zal het goed zijn die middelijk of onmiddelijk daarin afteleiden.

W. C. KOOMANS.

BREDA 1888.

BEVLOEIING UIT DE KALI KENING, RESIDENTIE REMBANG.

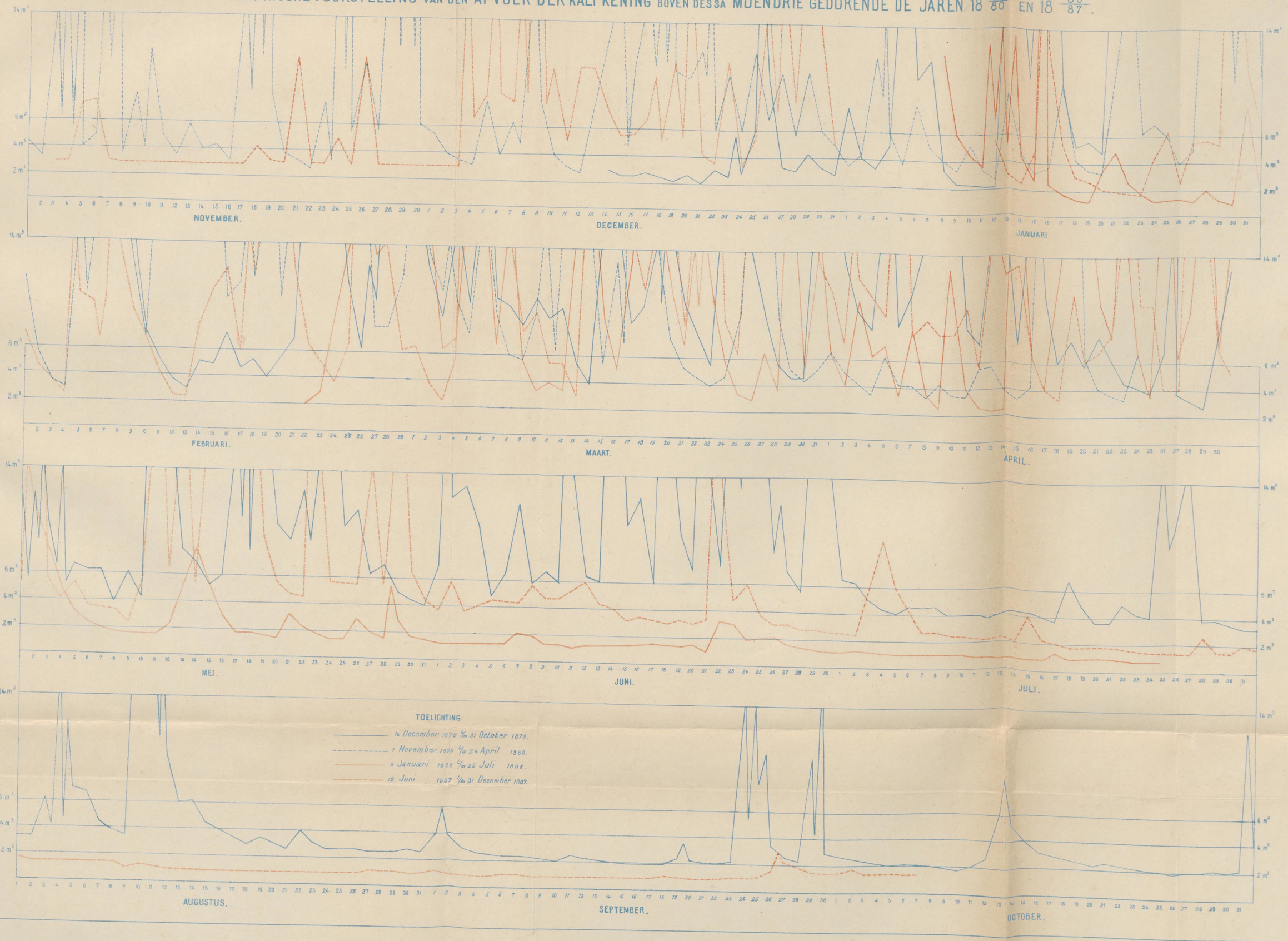
KAART VAN HET STROOMGEBIED DER KENING.

Schaal 1 á 100,000.

NB. Op de plaatsen waarvan de namen onderstreept zijn geschieden regenwaarnemingen.
Het geheele stroomgebied der **Kening** is groot 826 KM².
Het gedeelte daarvan boven **Moendrie** [groene kleur] 317 KM².

BEVLOEIING UIT DE KALI KENING RESIDENTIE REMBANG.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DEN AFVOER DER KALI KENING BOVEN DESSA MOENDRIE GEDURENDE DE JAREN 18 $\frac{78}{80}$ EN 18 $\frac{86}{87}$.



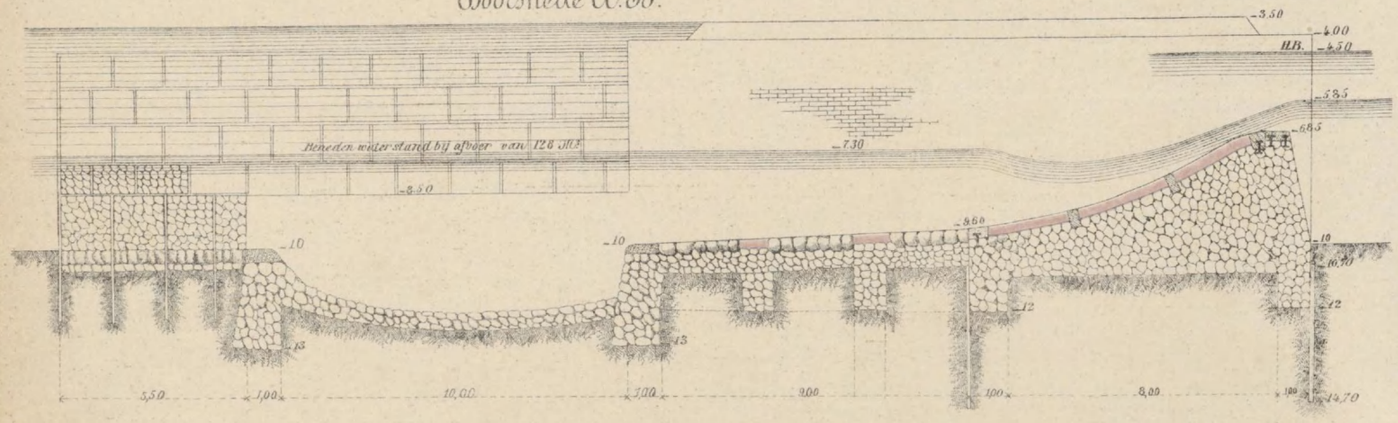
PLAAT IV.

Bevloeiing uit de Kali Kening Residentie Rembang.

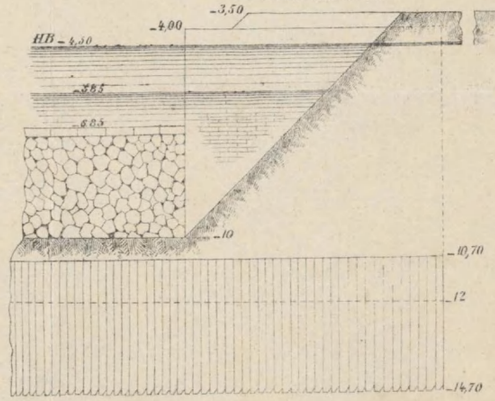
Stuwdam in de Kening

Schaal 1á 200

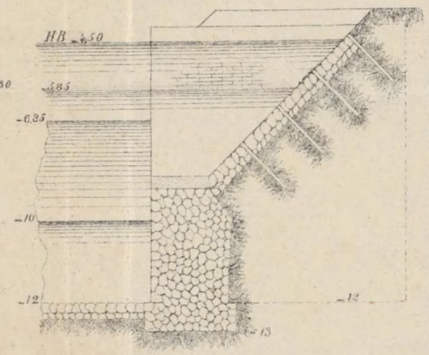
Doorsnede A.B.



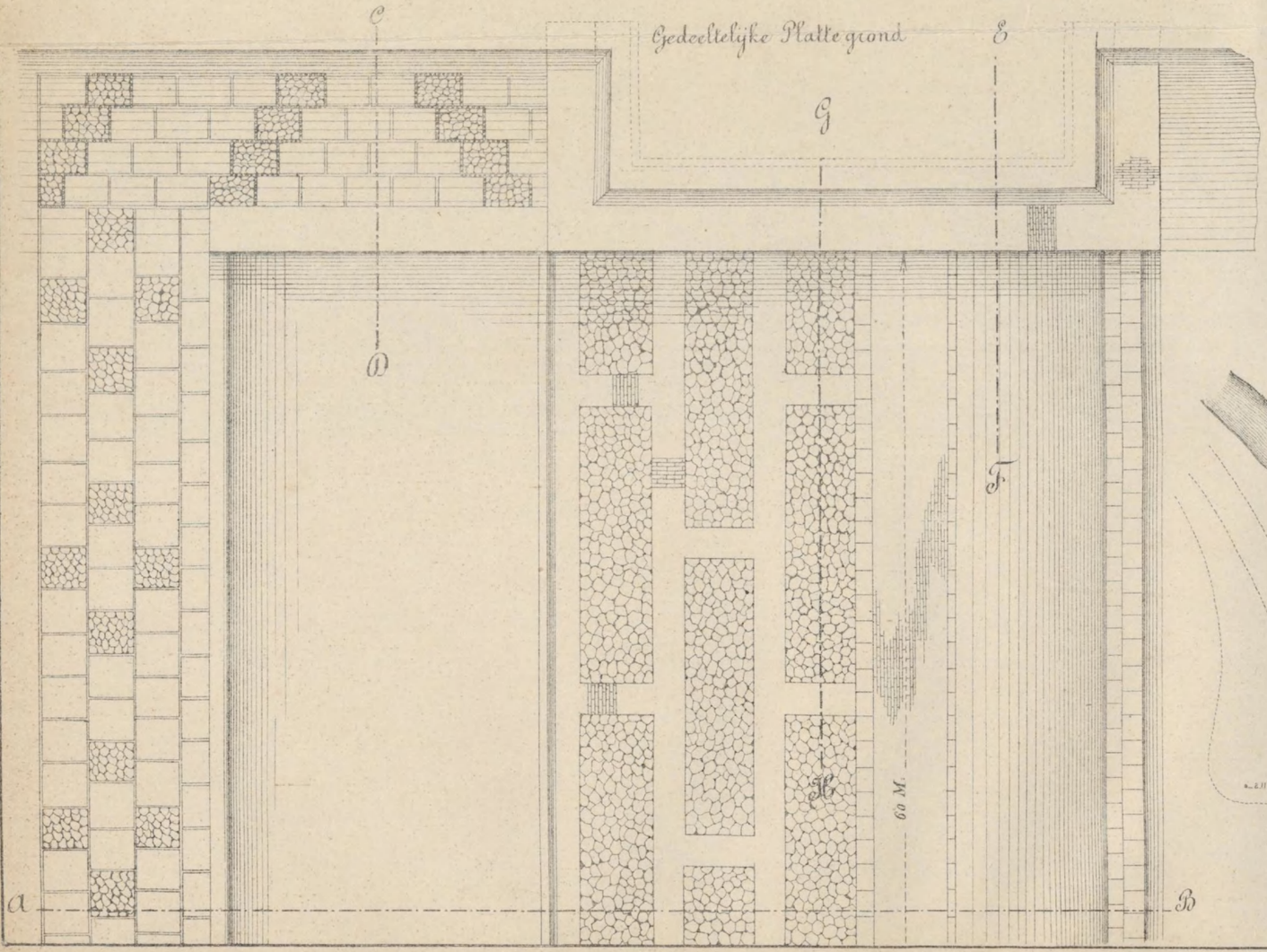
Voorzicht



Doorsnede C.D.

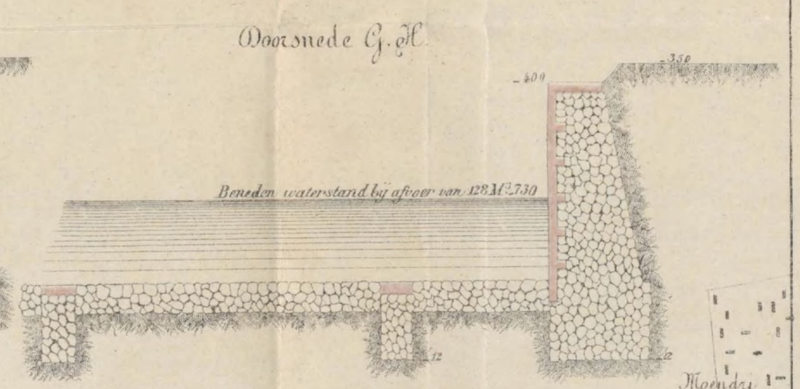


Gedeeltelijke Platte grond



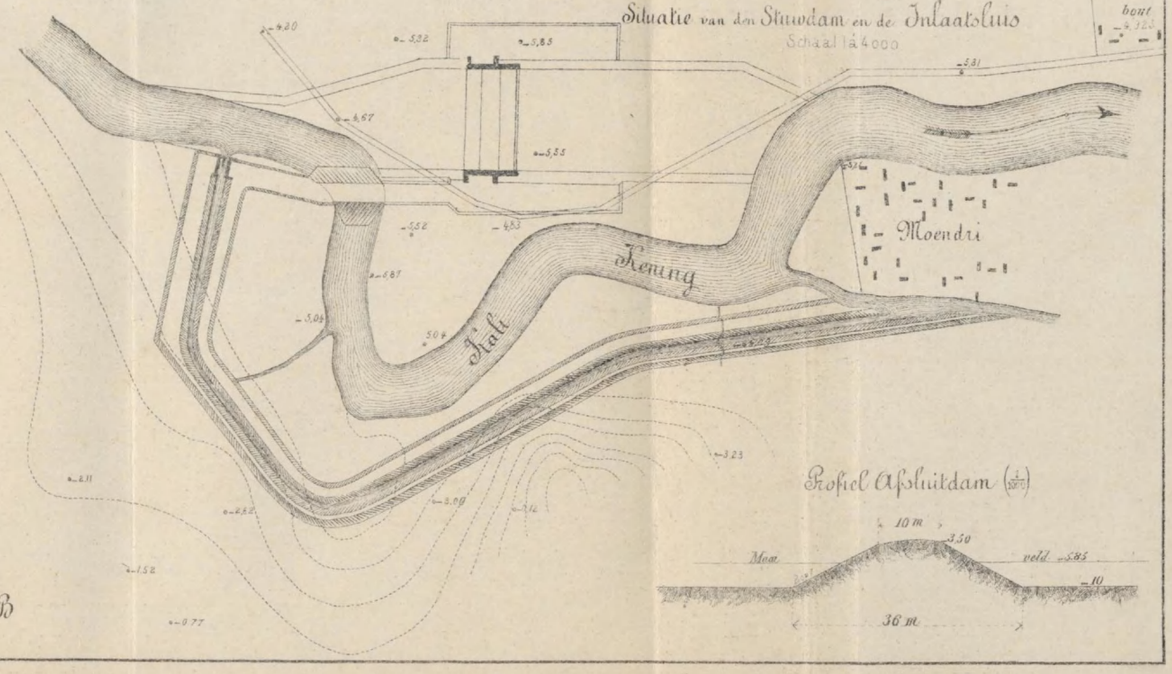
Doorsnede E.F.

Doorsnede G.H.



Situatie van den Stuwdam en de Inlaatsluis

Schaal 1á 4000



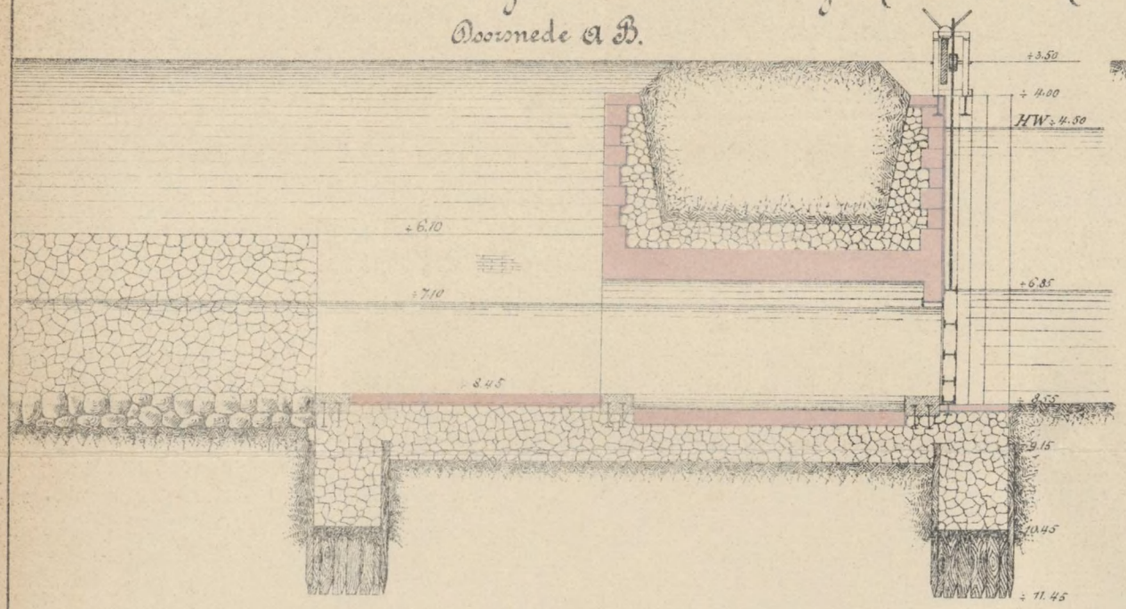
Profiel Afsluitdam (1/200)

BLAD V.

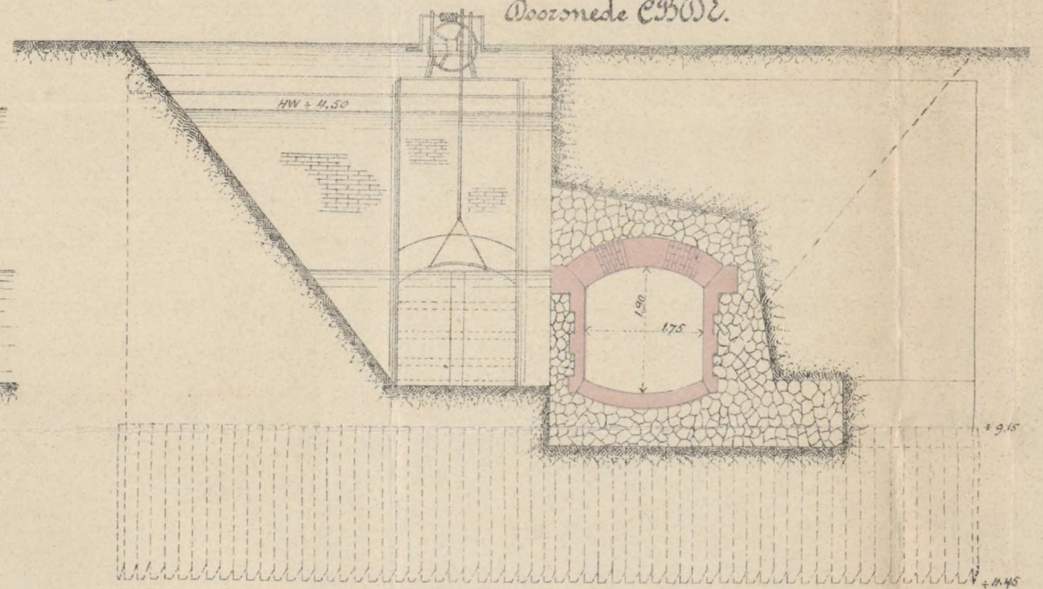
Bevloeiing uit de Kali Kening. Residentie Rembang. Inlaatsluis aan de Kening.

Schaal 1a 100.

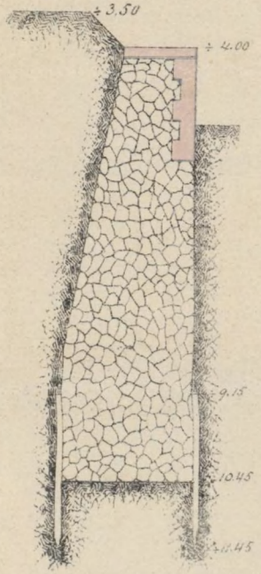
Doorsnede a B.

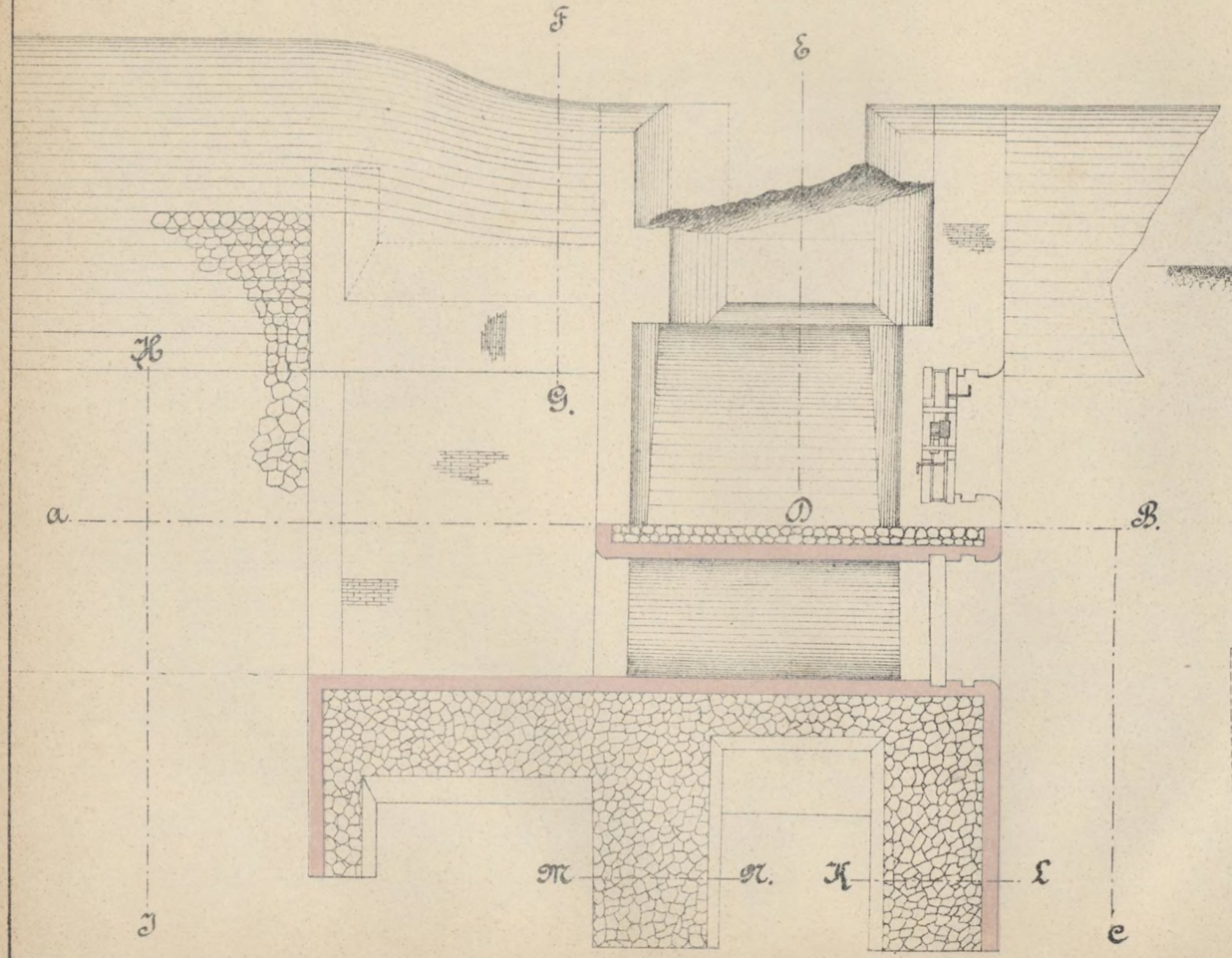


Doorsnede C B D E.

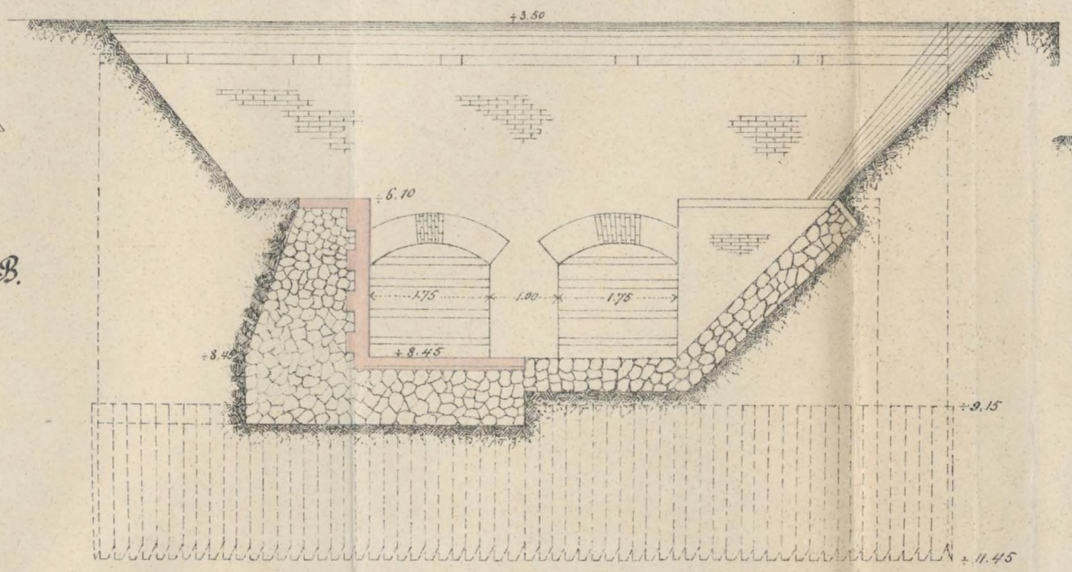


Doorsnede K L.

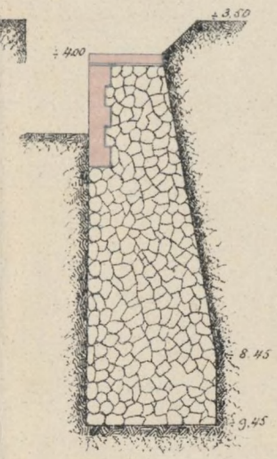




Doorsnede F G H J.



Doorsnede M N.



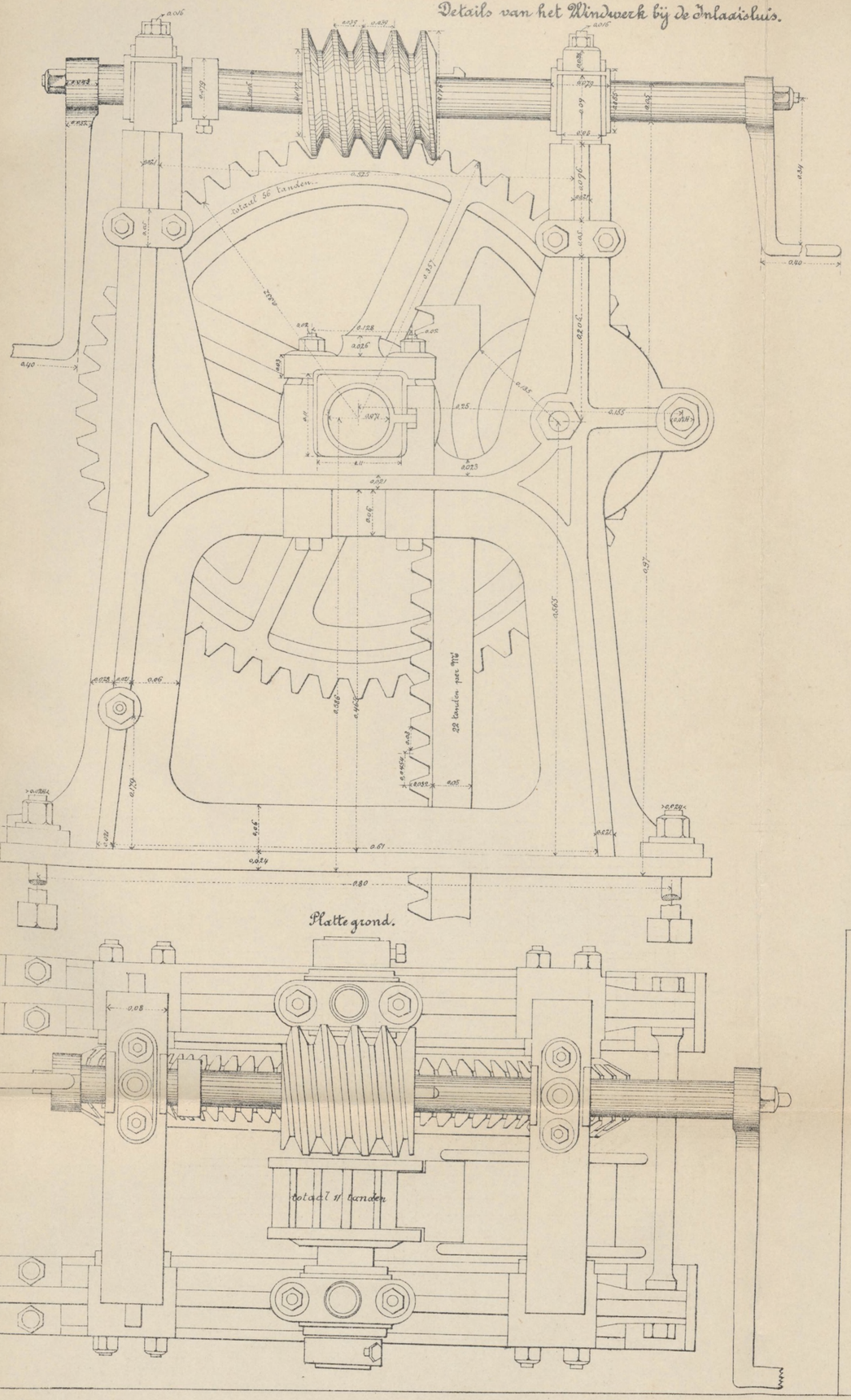
PLAAT VI.

Bevloeïng uit de Kali Kening. Residentie Rembang.

Schaal 1:5.

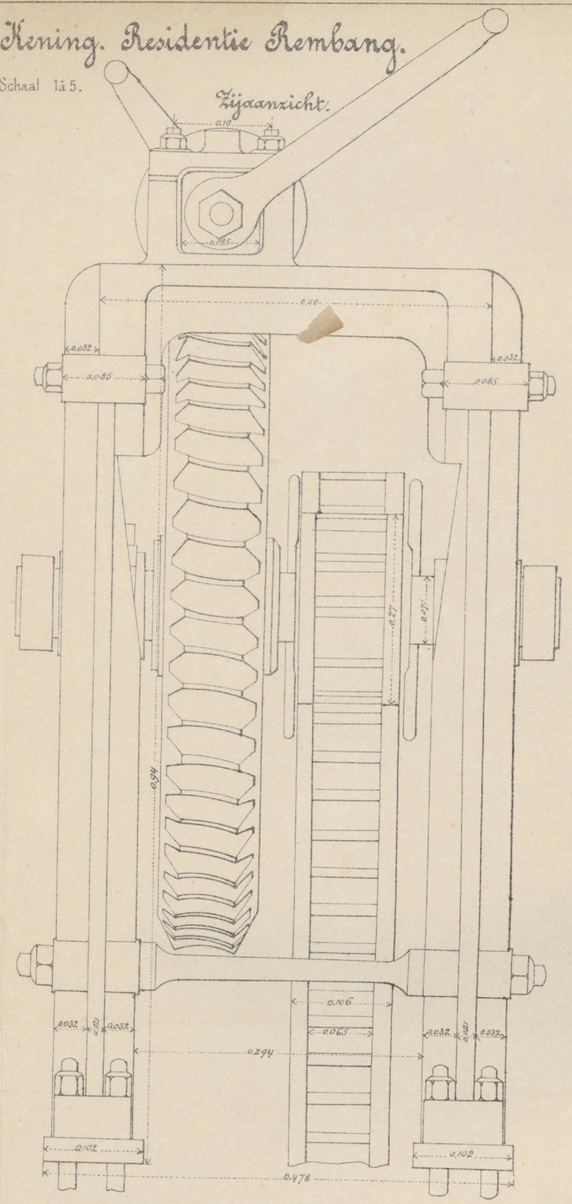
Details van het Windwerk bij de Inlaatsluis.

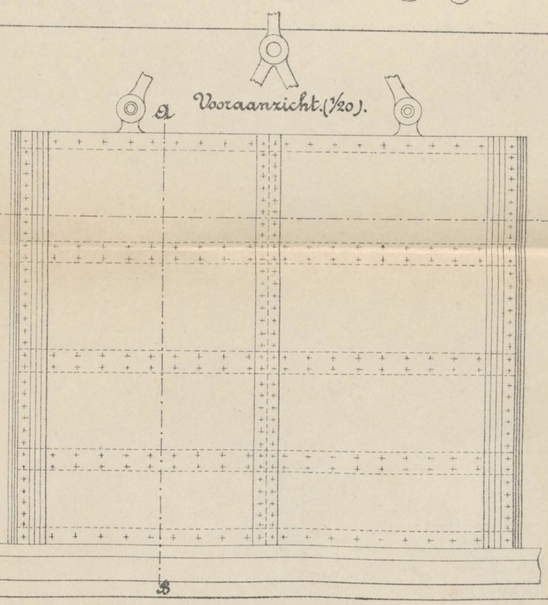
Voorzicht.



Platte grond.

Zijaanzicht.

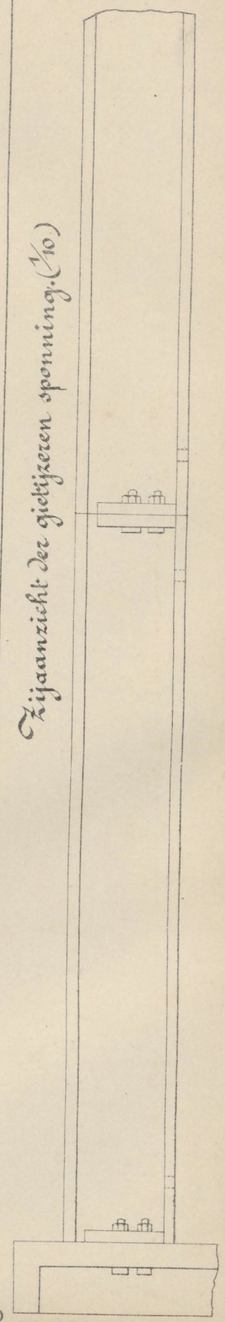


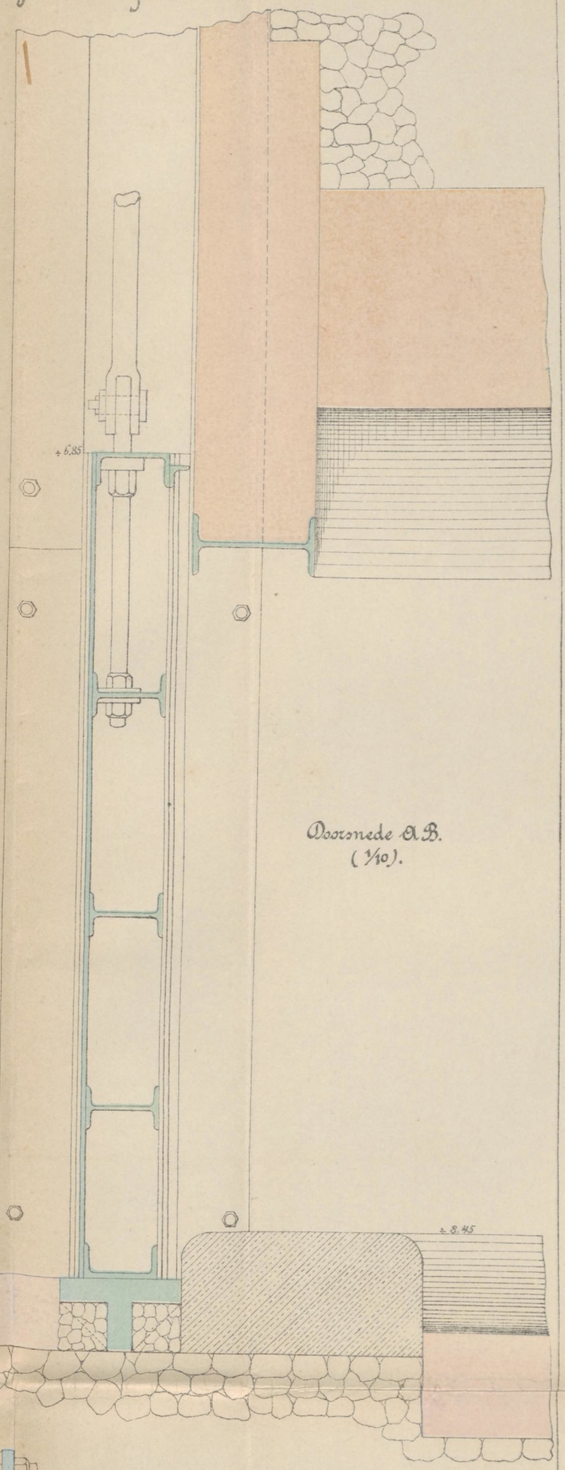


Voorzicht. (1/10).

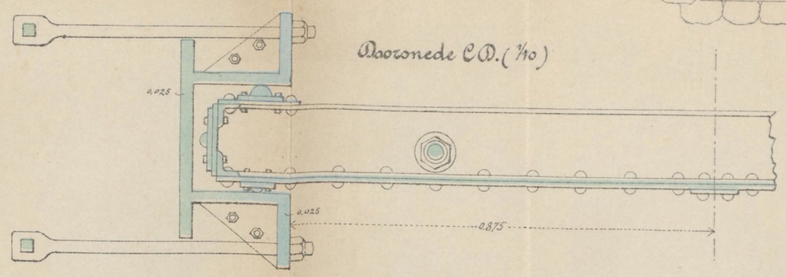
Details van de Yzeren Schuif der Inlaatsluis.

Zijaanzicht der gietijzeren spanning. (1/10)





Doorsnede A.B. (1/10).



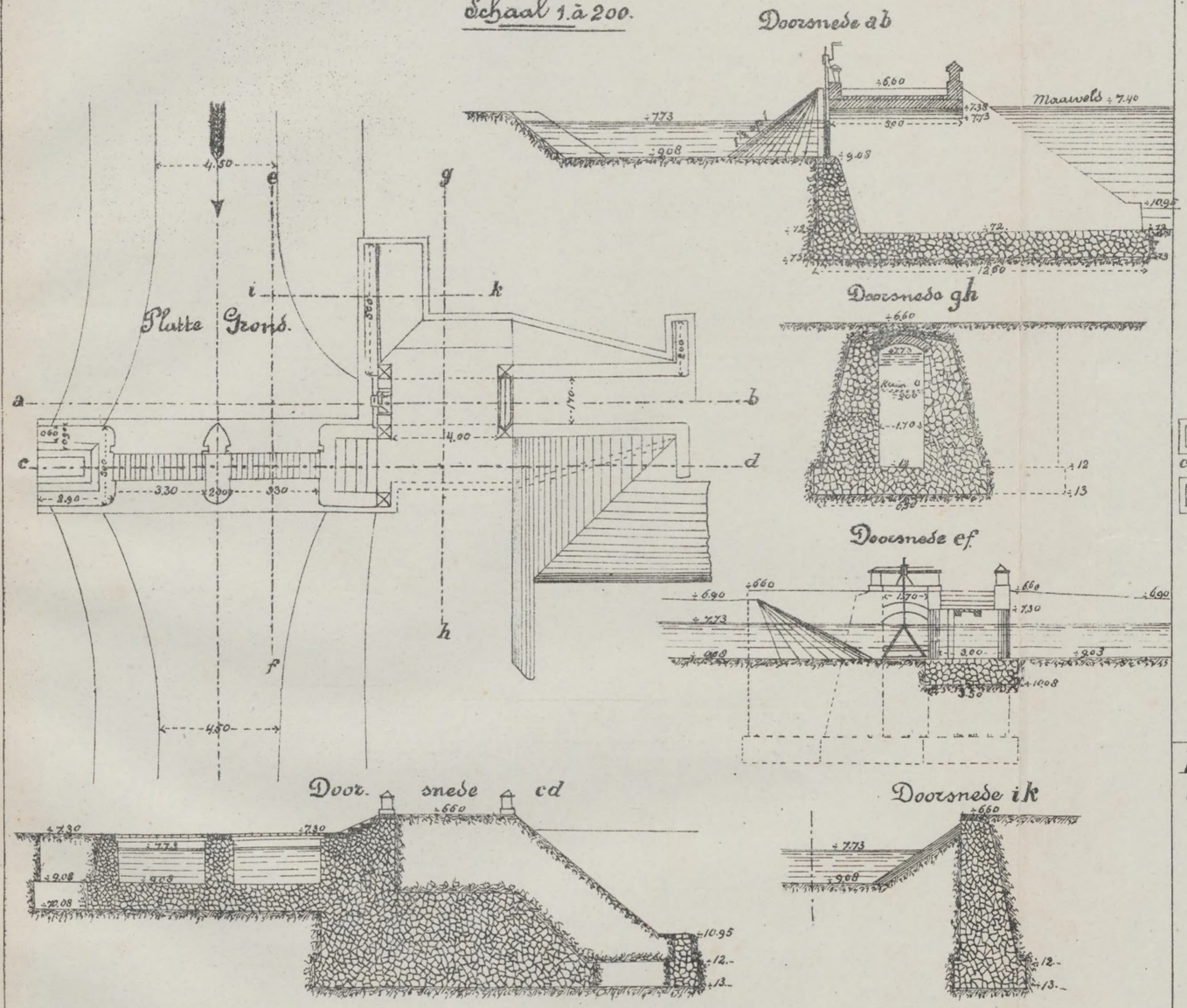
Doorsnede C.D. (1/10)

Bevloeiing uit de Kali Kening Res. Rembang.

Blad 7.

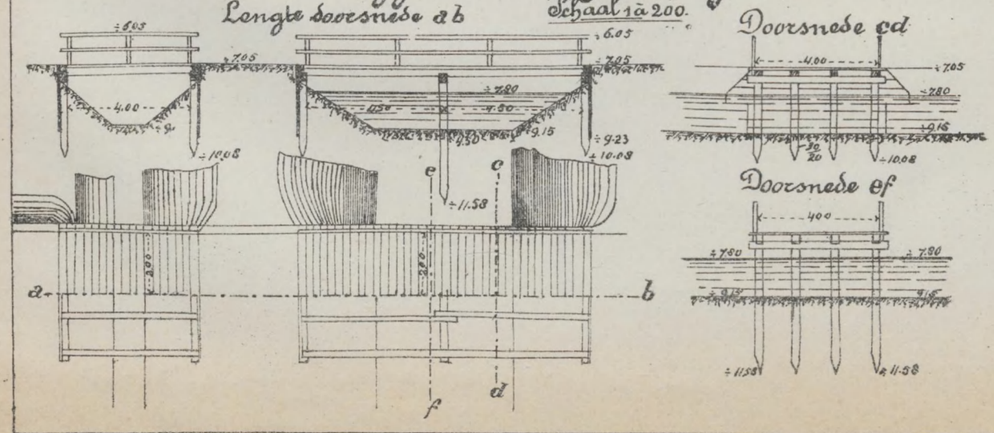
K 1 Gekoppelde Spui- en Schotbalksluis in de hoofdleiding bij KM 1,850.

Schaal 1:à 200.



K 2 Houten bruggen over de hoofdleiding en de bermsloot bij KM 2,040.

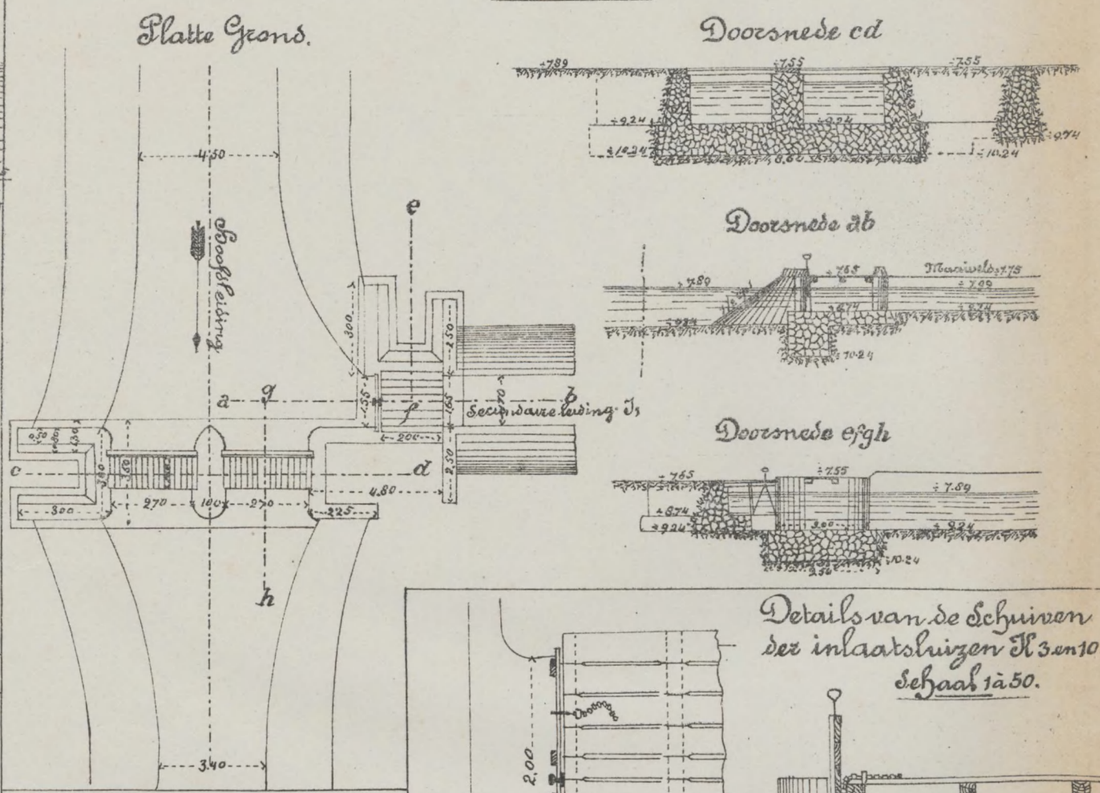
Schaal 1:à 200.



K 4 en K 7 (Houtenbruggen over de hoofdleiding en de bermsloot, bij KM 2,800 en 3,840) van dezelfde constructie als K 2, met dit onderscheid, dat de wijdte tusschen de landhoofden bedraagt 8 M., en dat bij K 4 bodem hoofdleiding ligt + 8.42 en bovenkant dek op + 7.1[illegible] bij K 7 de eerste op + 10.07 en de l[illegible]ste op + 779.–

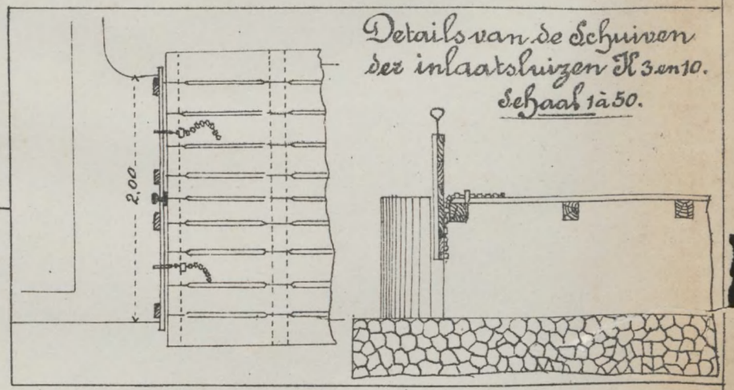
K 3 Gekoppelde Inlaat en Schotbalksluis in de Hoofdleiding bij KM 2330.

Schaal 1:à 200.



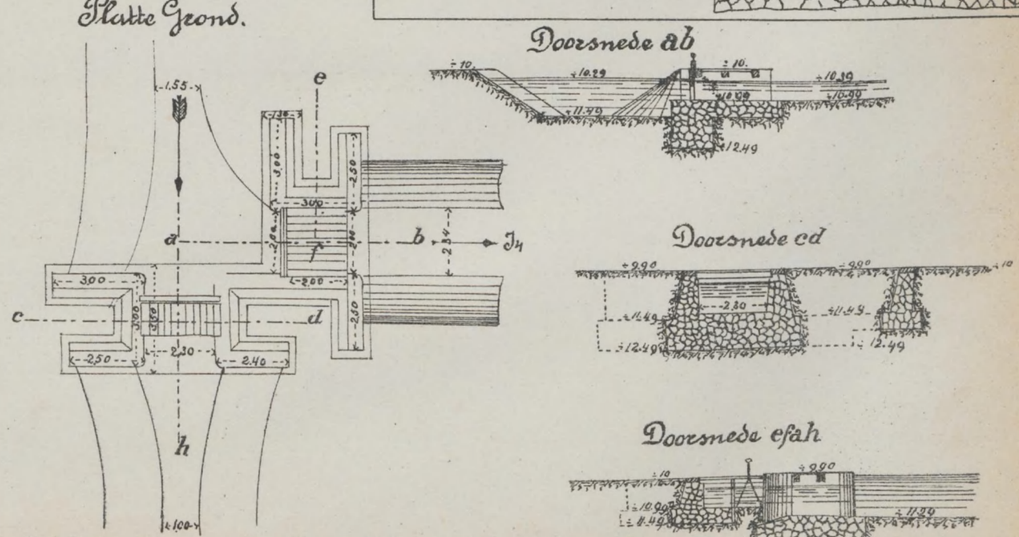
Details van de Schuiven der inlaatsluizen K 3 en 10.

Schaal 1:à 50.



K 10. Gekoppelde Inlaat en Schotbalksluis in de Hoofdleiding bij KM 6680.

Schaal 1:à 200.



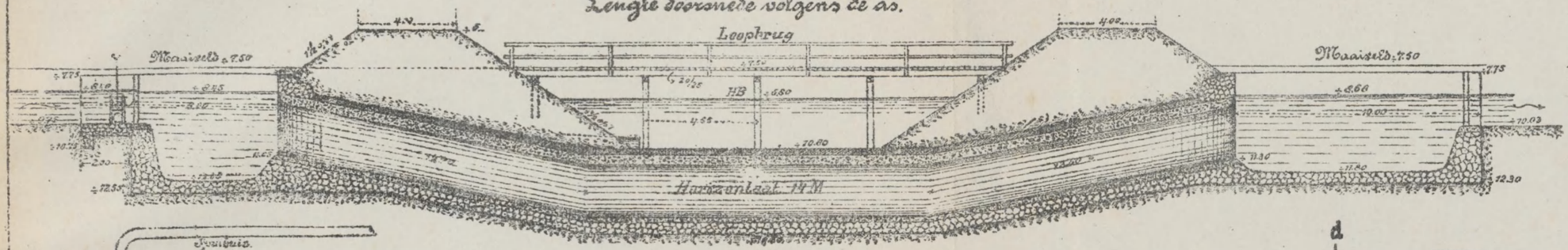
K 13 Gekoppelde Inlaat en Schotbalksluis in de hoofdleiding bij KM 8,890 van dezelfde constructie als K 10 met dit verschil, dat de wijdte der schotbalksluis bedraagt 1.70 M.–

Bevloeiing uit de Kali Kening Res. Rembang.

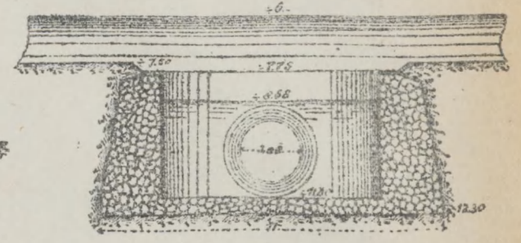
K6. Syphonduiker onder de Kali Kedjoeran in de hoofdleiding bij KM 3690.

Schaal 1 à 200.

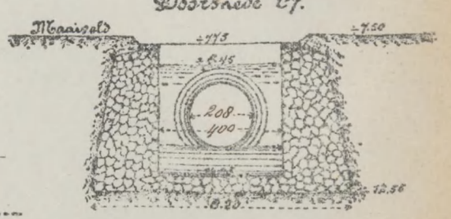
Lengte doorsnede volgens de as.



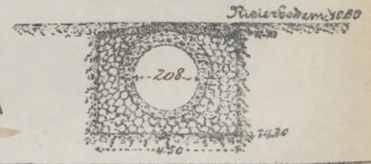
Doorsnede cd.

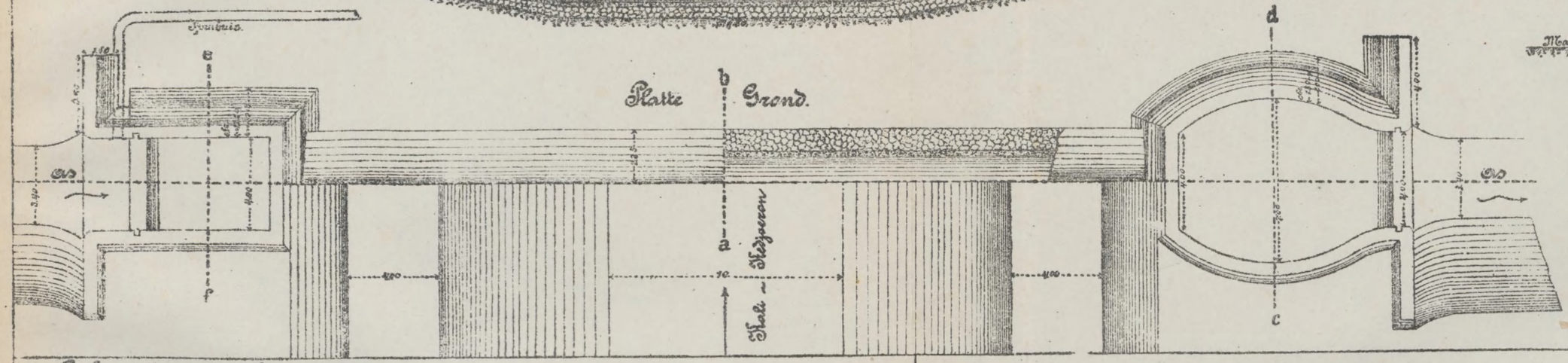


Doorsnede cf.



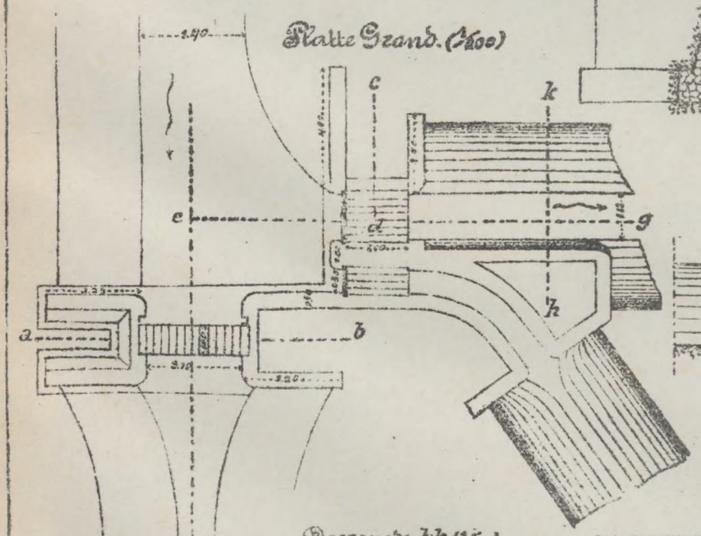
Doorsnede ab



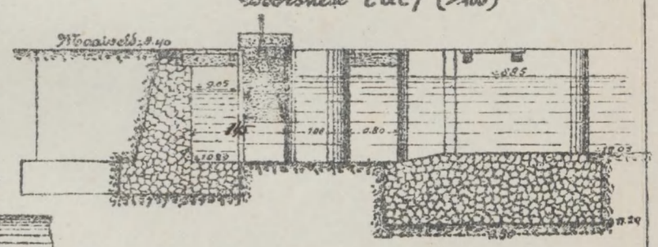


K8. Schoppelde inlaatsluizen voor de vak. hier D1 en D2 benevens Schotbalksluis in de hoofdleiding bij KM 4180.-

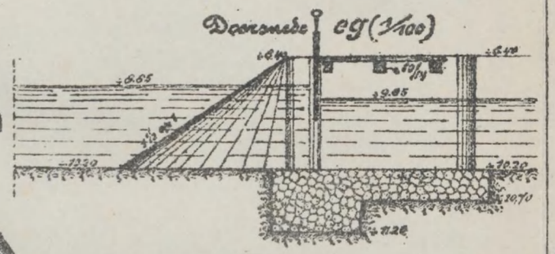
Platte Grond. (1/100)



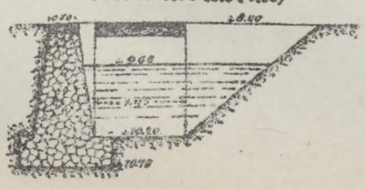
Doorsnede cdef (1/100)



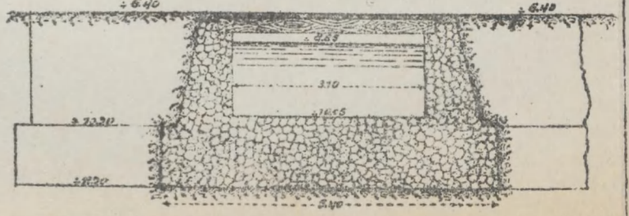
Doorsnede eg (1/100)



Doorsnede hik (1/100)

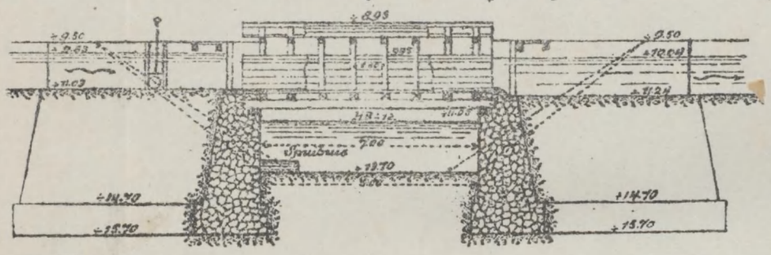


Doorsnede ab. (1/100)

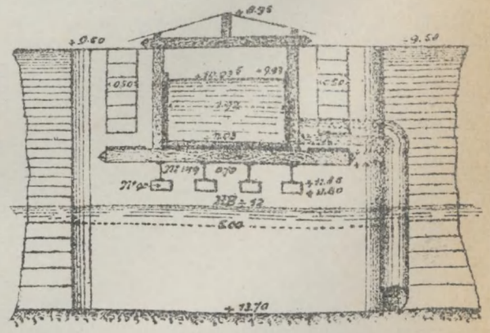


K 9 Aquaduct over de Kali Tavenan in de hoofdleiding bij KM 6.170.

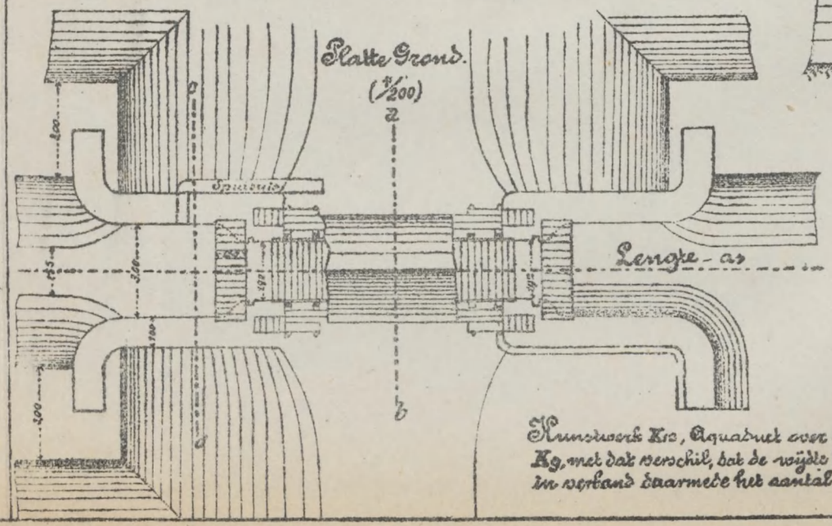
Doorsnede volgens de lengte as. (1/200)



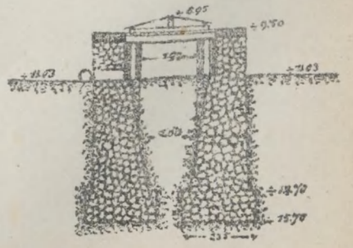
Doorsnede ab. (1/100)



Platte Grond. (1/200)



Doorsnede cd. (1/100)



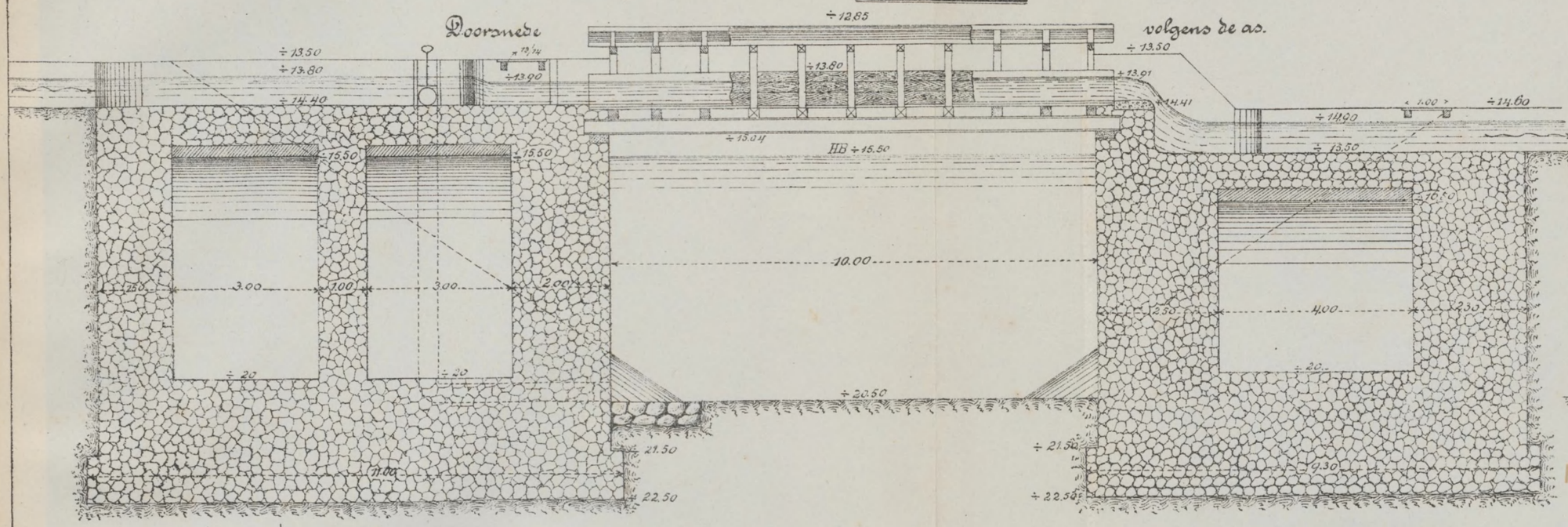
Kunstwerk K10, Aquaduct over de Kali Sendang, van dezelfde constructie als K9, met dat verschil, dat de wijdte tusschen de landhoofden bedraagt 9.30 M en in verband daarmede het aantal ijzeren liggers 6 is.-

Bevloeiing uit de Kali Kening. Residentie Rembang.

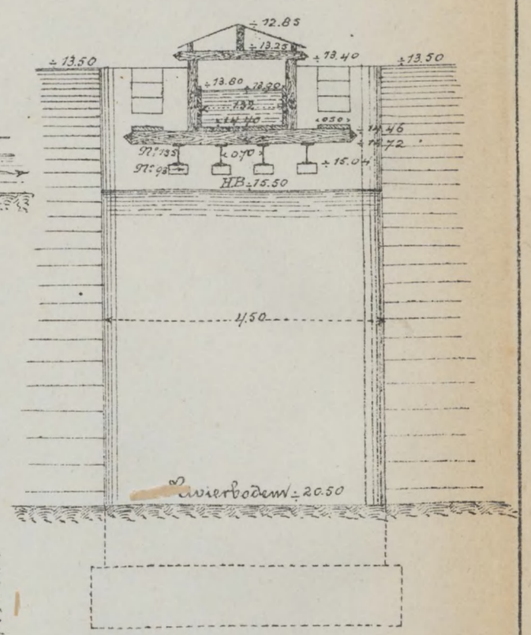
K14 Aquaduct over de Kali Senori in de hoofdleiding bij K.M. 10,710.

Schaal 1 à 100.

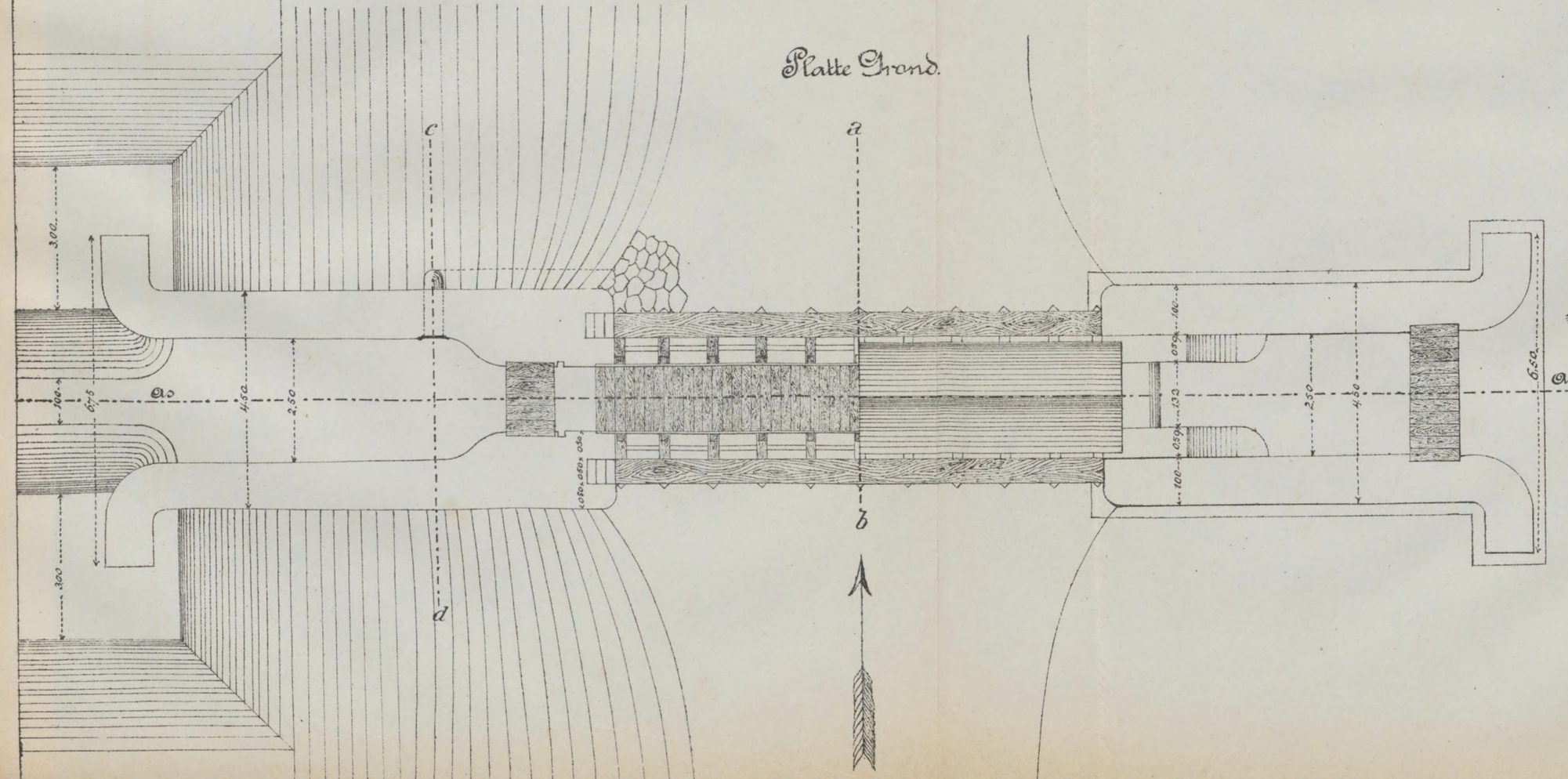
Doorsnede volgens de as.



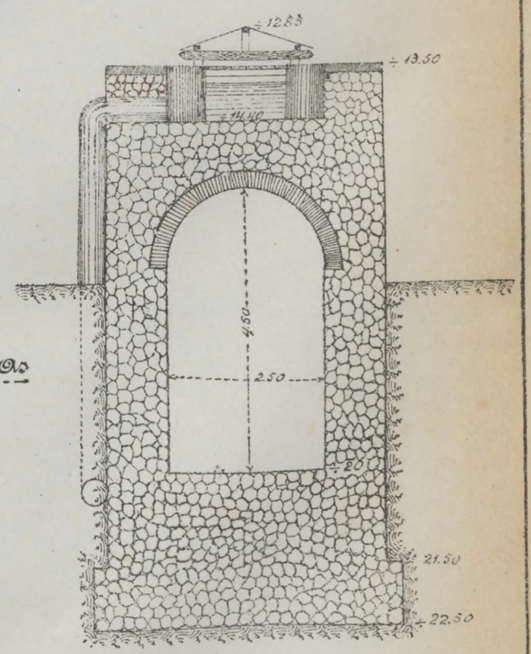
Doorsnede ab.



Platte Grond.



Doorsnede cd.

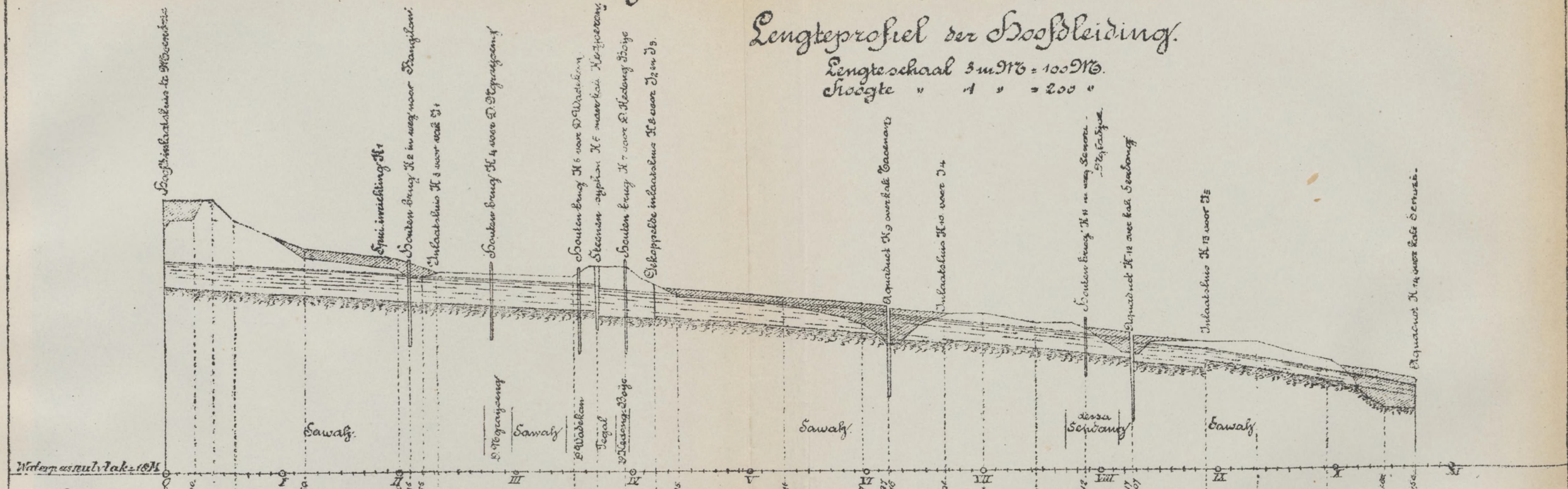


Bevloeiing uit de kali Kening. residentie Rembang.

Blad 10.

Lengteprofiel der Hoofdleiding.

Lengteschaal 3 m/M = 100 M.
Hoogte " 1 " = 200 "



Waterpasvlak = 10 M

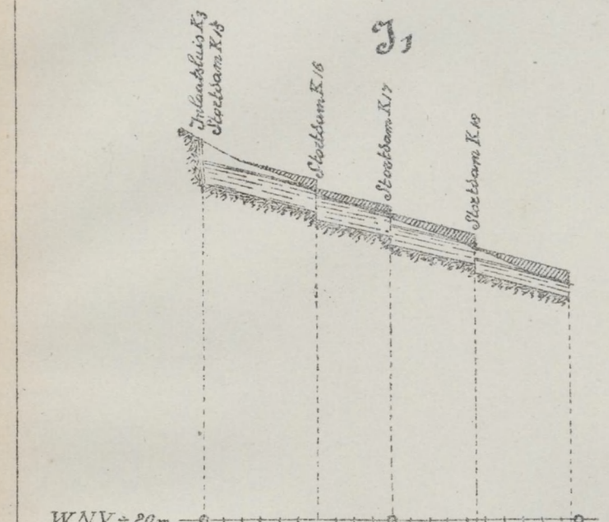
| | | |

Bevloeiing uit de kali Kenung residentie Rembang.

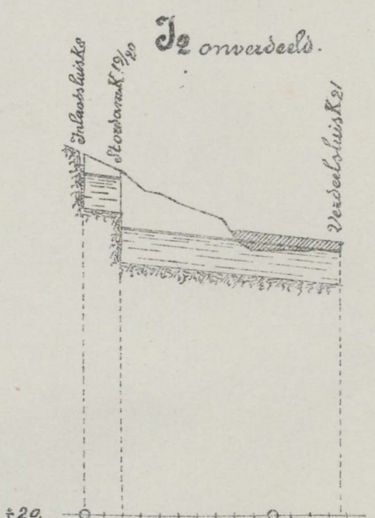
Blad 11.

Lengteprofillen der secundaire leidingen

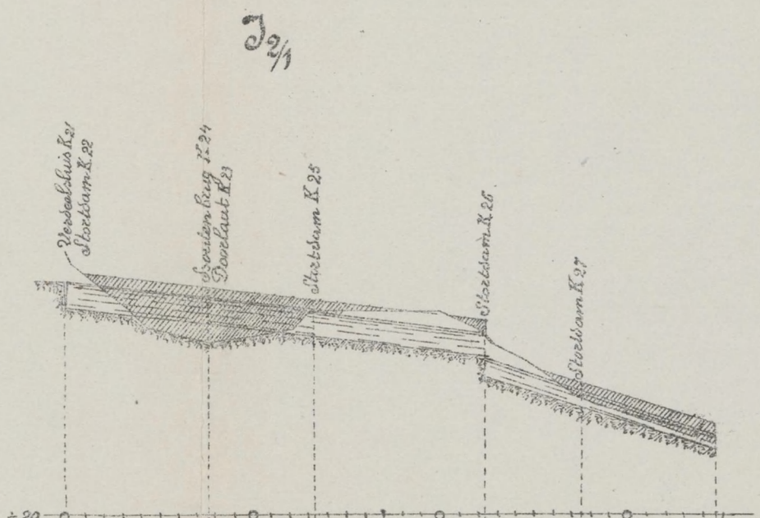
Lengteschaal 3 mM = 100 M
Hoogte " 1 à 200.



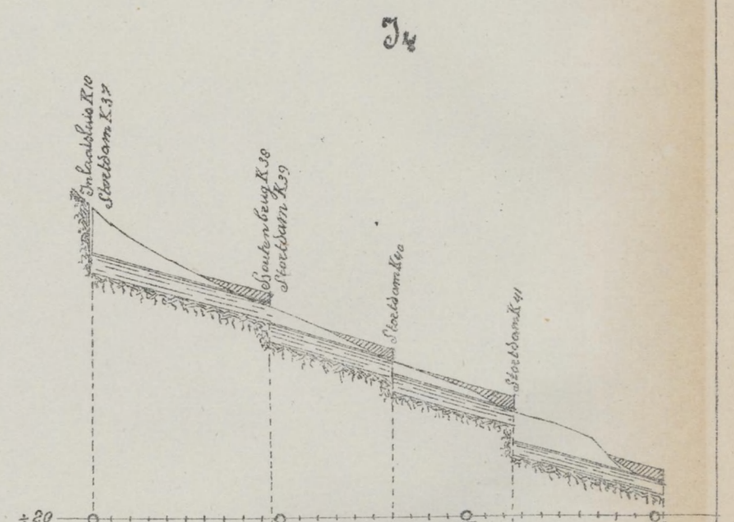
Terreinhoogte ÷ WN	9.75	9.44	10.26	12.16
Bodemdiepte WN	8.75	10.64	11.76	12.81
Verhang	0.00135	0.00138	0.00138	0.00138
Capaciteit	0.88 m³	0.66 m³	0.44 m³	0.22 m³
Bodembreedte	0.93	0.60	0.54	0.46
Waterdiepte	0.75	0.75	0.55	0.50



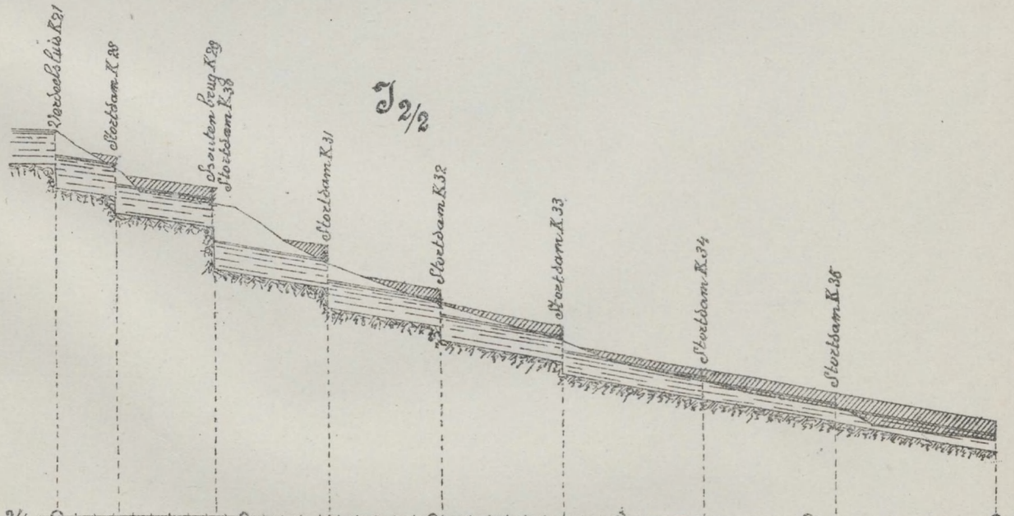
Terreinhoogte ÷ WN	9.0	9.32
Bodemdiepte WN	10.26	11.31
Verhang	0.000635	
Capaciteit	2.1 m³	
Bodembreedte	1.46	
Waterdiepte	1.15	



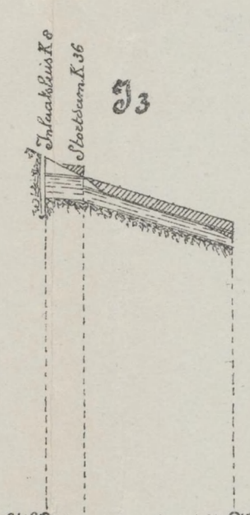
Terreinhoogte ÷ WN	14.00	14.80	14.80	16.53
Bodemdiepte WN	13.38	14.80	14.80	16.53
Verhang	0.000655		0.00191	0.00187
Capaciteit	0.855 m³	0.54 m³	0.36 m³	0.18
Bodembreedte	0.69	0.69	0.40	0.38
Waterdiepte	0.85	0.78	0.60	0.48



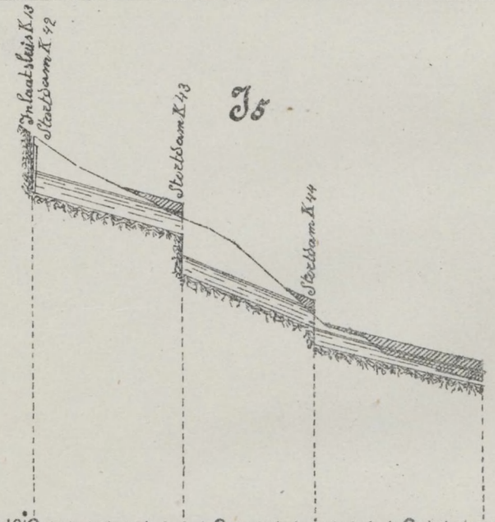
Terreinhoogte ÷ WN	12.78	13.33	13.92	16.58
Bodemdiepte WN	10.98	12.68	13.52	16.20
Verhang	0.00163	0.00165	0.00167	0.00162
Capaciteit	0.74 m³	0.555 m³	0.37 m³	0.185 m³
Bodembreedte	1.16	0.82	0.46	0.44
Waterdiepte	0.60	0.60	0.60	0.48



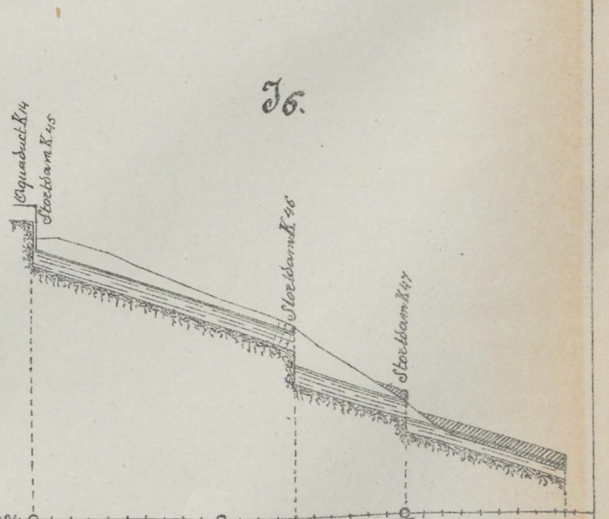
Terreinhoogte ÷ WN	13.40	13.69	14.22	14.79	15.86	16.37	20.28	21.45
Bodemdiepte WN	13.40	13.23	13.67	13.79	14.27	14.30	19.58	20.45
Verhang	0.000934	0.000936	0.00112	0.00111	0.00113		0.001	
Capaciteit	1.33 m³	1.26 m³	1.08 m³	0.90 m³	0.72 m³	0.64 m³	0.36 m³	0.18 m³
Bodembreedte	0.90	0.83	0.67	0.62	0.52	0.51	0.45	0.40
Waterdiepte	1.00	1.00	0.95	0.90	0.85	0.75	0.65	0.50



Terreinhoogte ÷ WN	9.70	8.40
Bodemdiepte WN	8.70	8.40
Verhang	0.000532	0.00192
Capaciteit	0.24 m³	0.20 m³
Bodembreedte	0.45	0.30
Waterdiepte	0.80	0.50



Terreinhoogte ÷ WN	14.79	17.72	18.79
Bodemdiepte WN	13.67	17.72	18.79
Verhang	0.00170	0.00245	0.00171
Capaciteit	0.675 m³	0.45 m³	0.225 m³
Bodembreedte	0.68	0.47	0.40
Waterdiepte	0.70	0.60	0.50



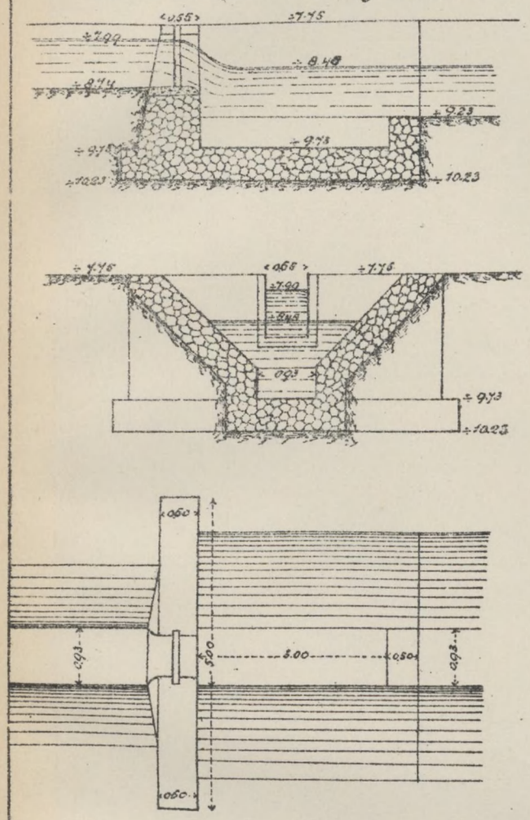
Terreinhoogte ÷ WN	16.80	18.64	20.28
Bodemdiepte WN	14.47	19.26	20.28
Verhang	0.00198		0.00192
Capaciteit	0.40 m³		0.20 m³
Bodembreedte	0.45		0.30
Waterdiepte	0.60		0.50

Bevloeiing uit de kali Kening residentie Rembang.

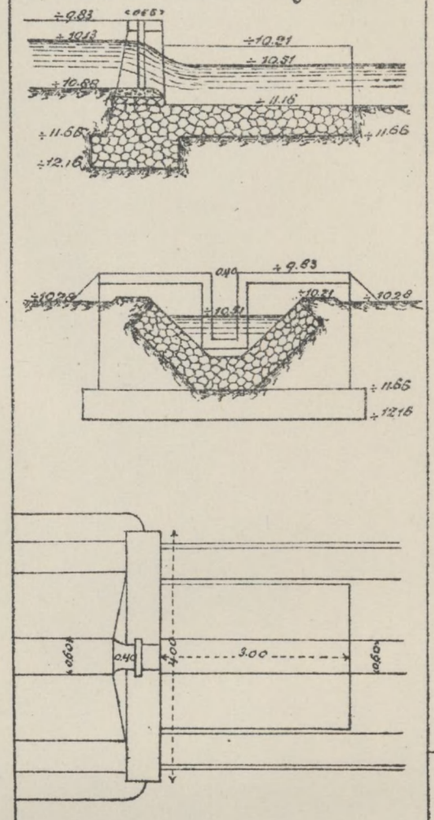
Kunstwerken in de secundaire leidingen.

Schaal 1 à 100.

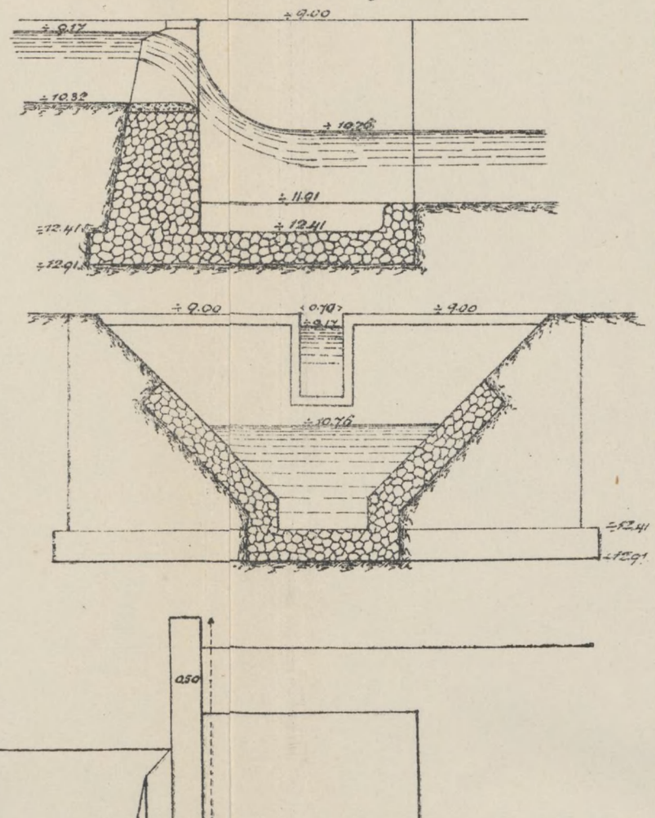
K 13. Stortdam in J1 bij KM 0.



K 17. Stortdam in J1 bij KM 1.

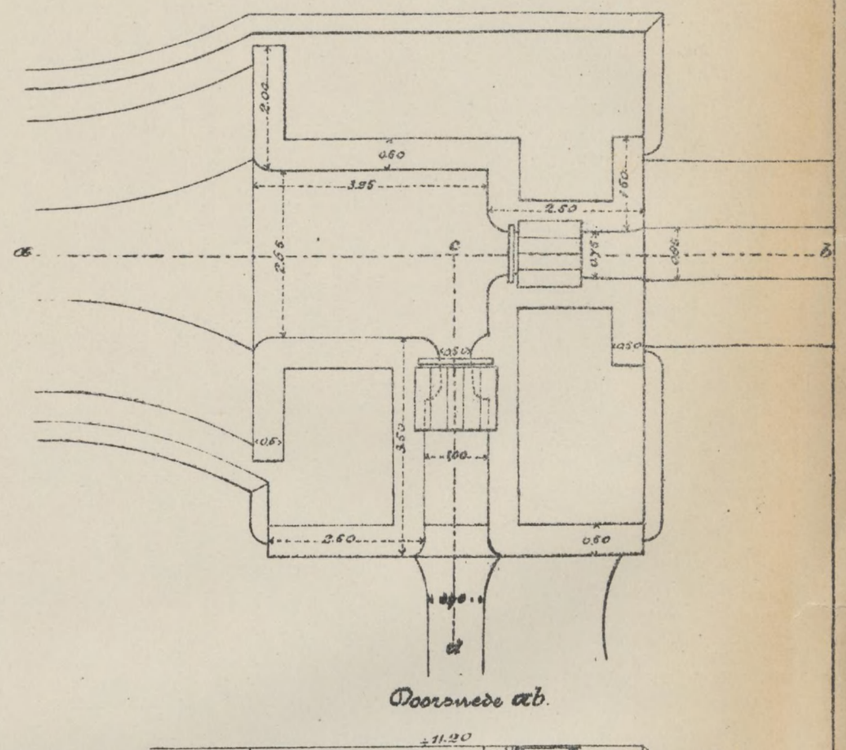


K 19/20. Stortdam in J2 bij KM 0.190.

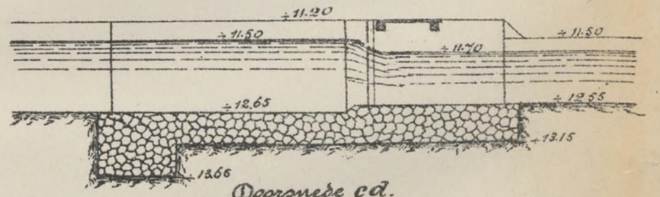


K 21. Verdeelsluis in J2 bij KM 1360.

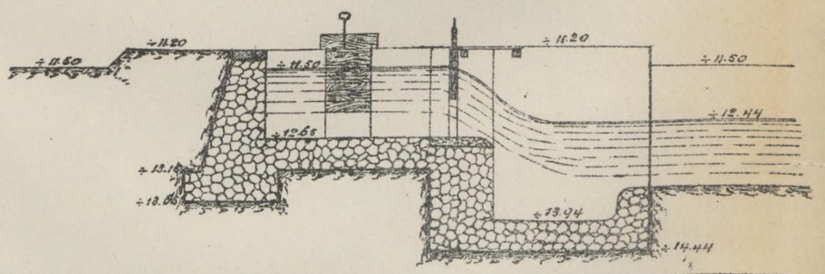
Platte Grond.



Doorsnede ab.

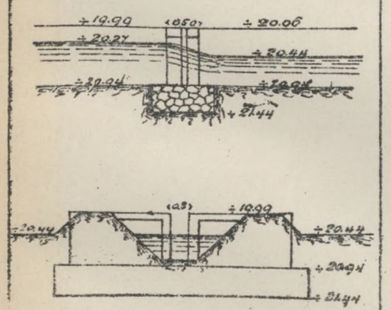


Doorsnede cd.

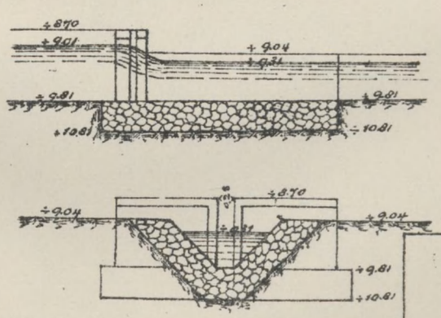


K 35.

Stortdam in J½ bij KM 4150.

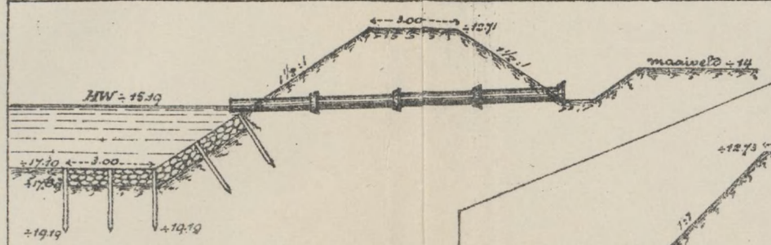


K 36. Stortdam in J3. bij KM 0.200.

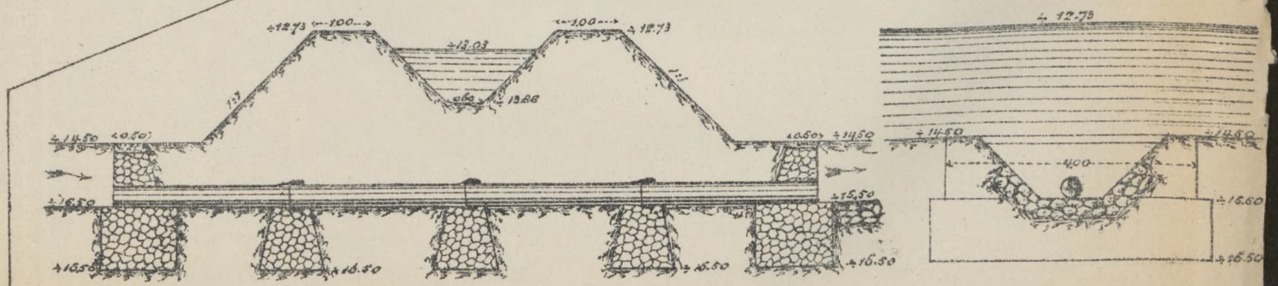


K 34. Uitlooizingsbuis in den nieuwen Kedjoeron bij KM 2.990.

Schaal 1 à 200.



K 23. Doorlaatbuis onder J2 bij KM 0.770.



Bevloeiing uit de kali Kenung residentie Rembang.

Blad 13.

Langteprofillen

kali Kedjoeron

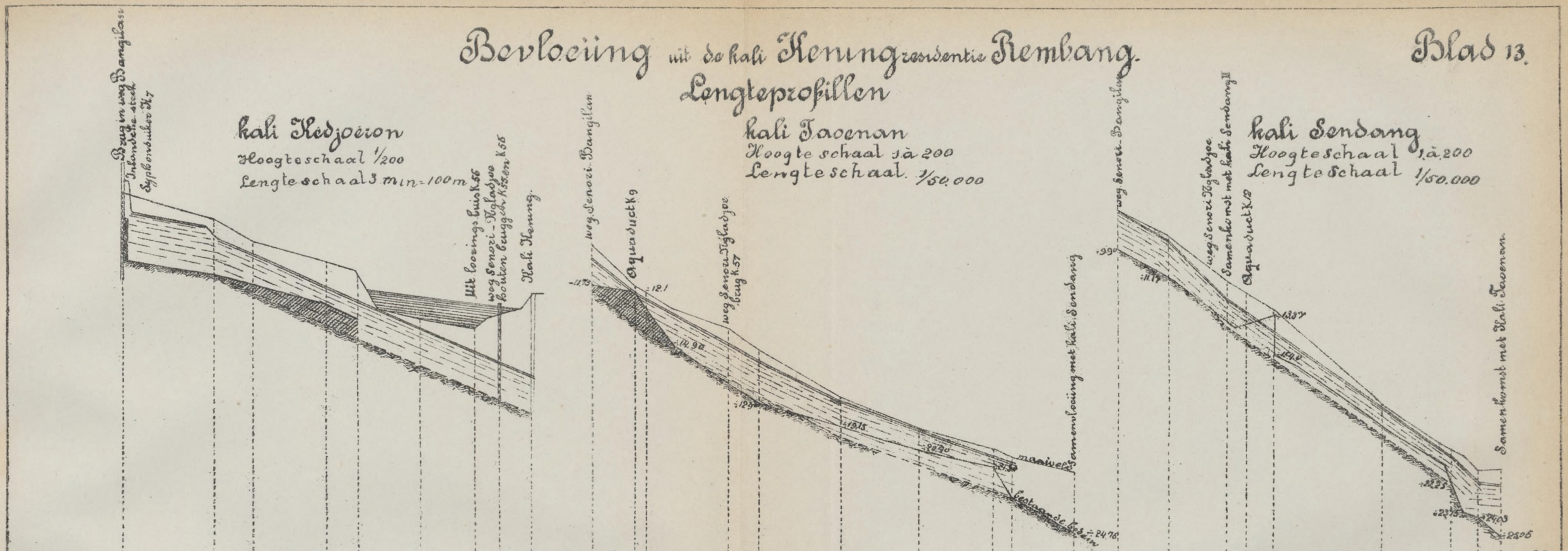
Hoogteschaal 1/200
Lengteschaal 3 mm = 100 m

kali Taoenan

Hoogte schaal 1 à 200
Lengteschaal 1/50.000

kali Sendang

Hoogteschaal 1 à 200
Lengteschaal 1/50.000

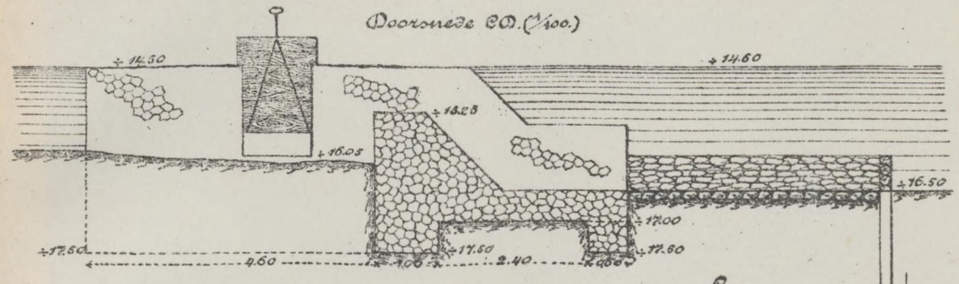


| | | |

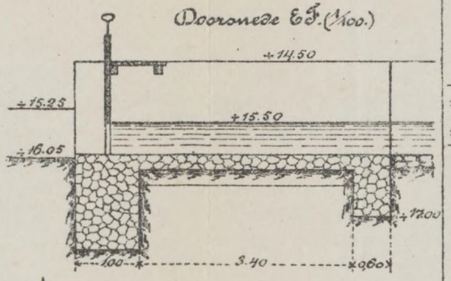
Bevloeiing uit de kali Krindjo en Kowang in het district Djattirogo res: Rembang. Blad 14.

Prise d'eau uit de kali Krindjo.

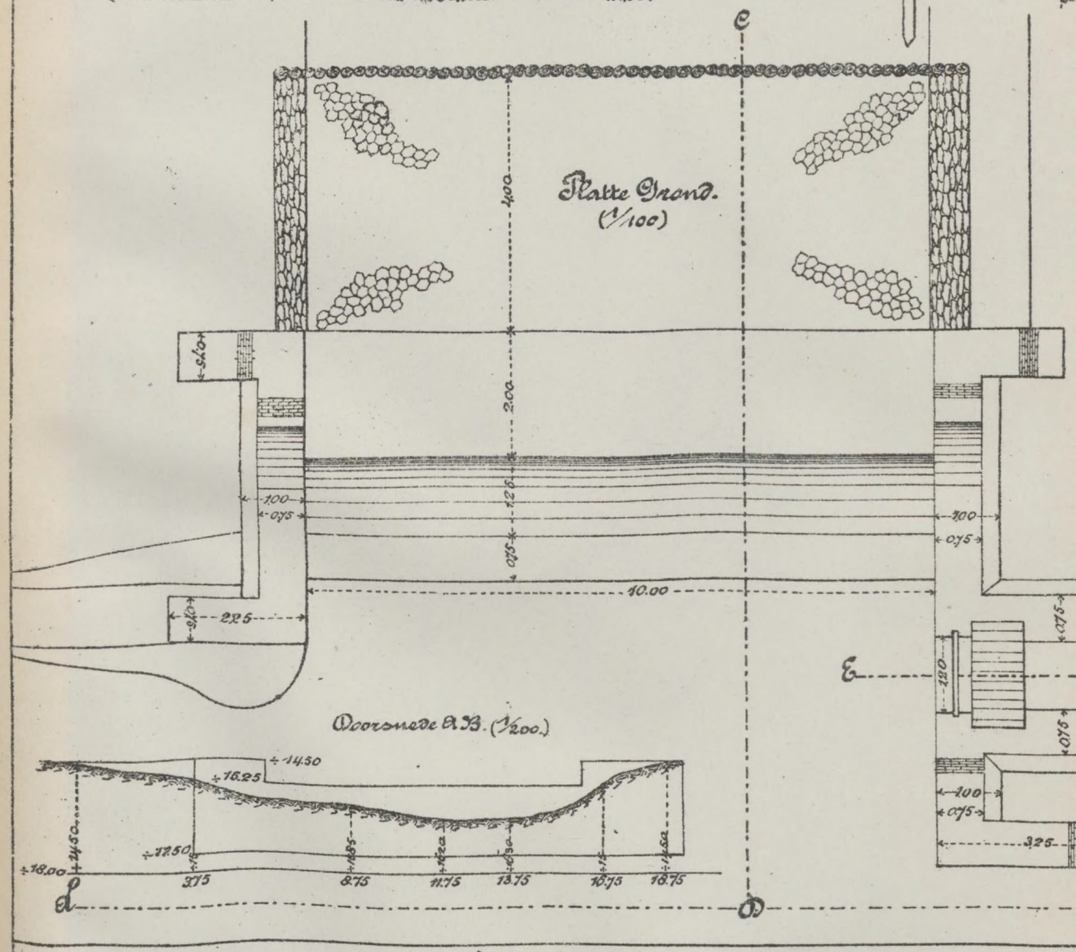
Dooronede CD. (1/100.)



Dooronede EF. (1/100.)



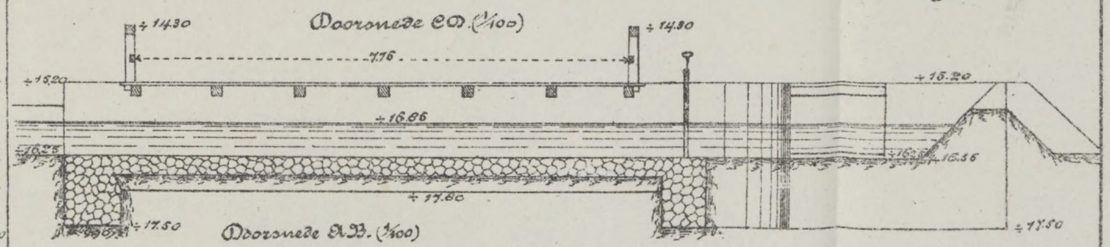
Platte Grond. (1/100)



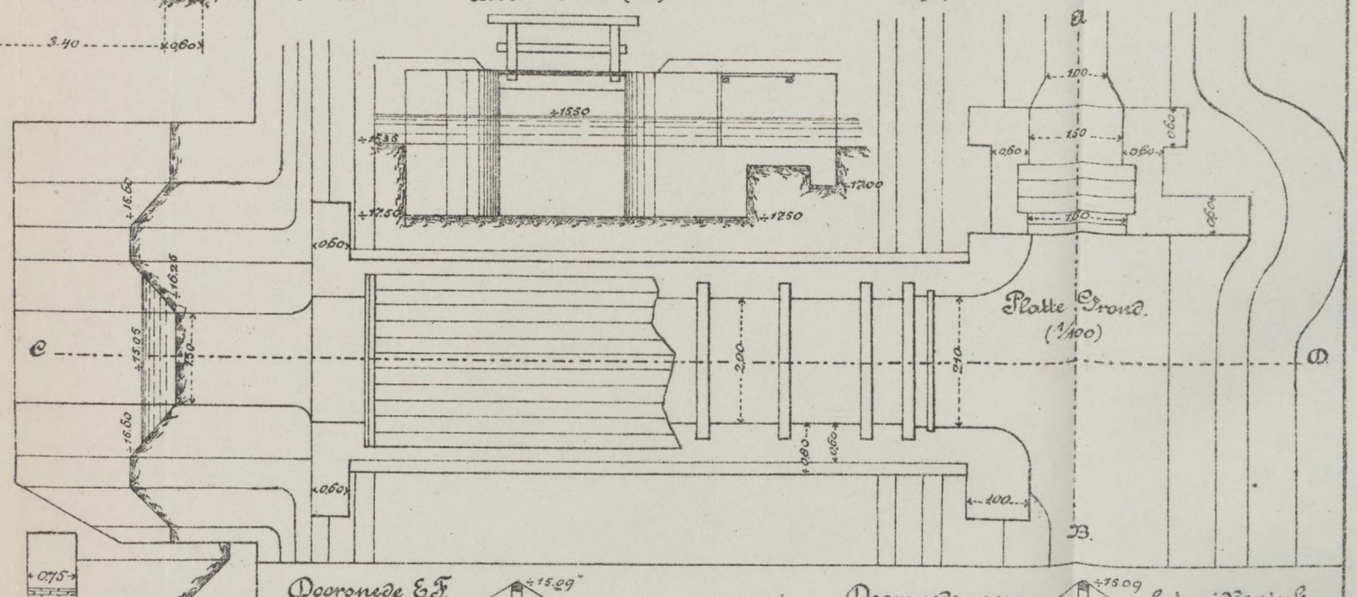
Doorsnede AB. (1/200.)

Verdeelsluis op 500 M beneden de inlaatsluis Krindjo.

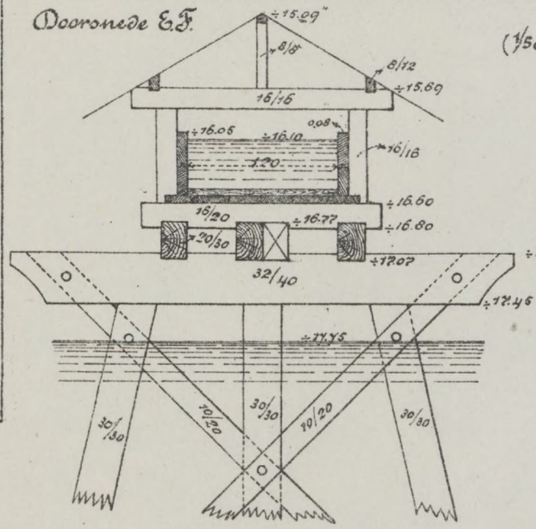
Dooronede CD. (1/100)



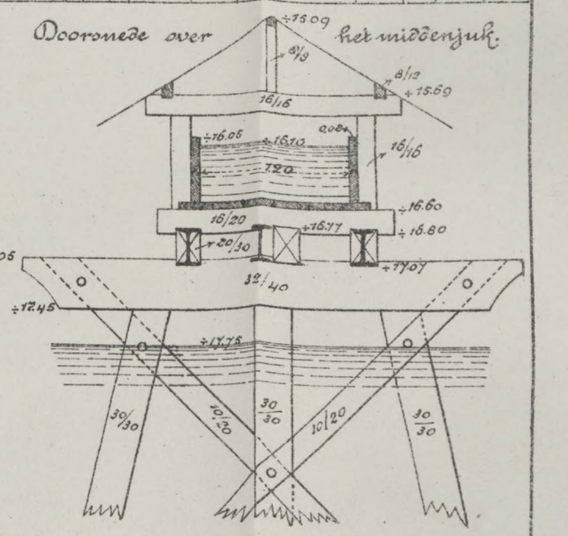
Doorsnede AB. (1/100)



Dooronede EF (1/50.)

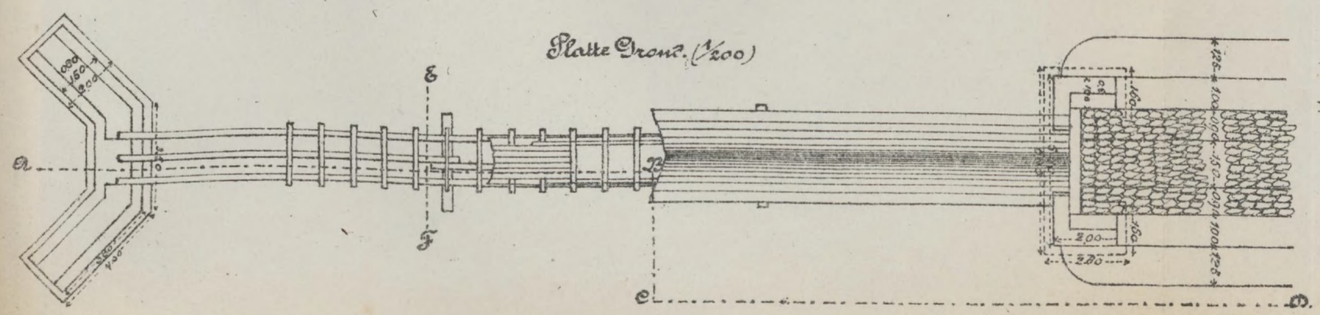


Dooronede over het middenjuk. (1/50.)

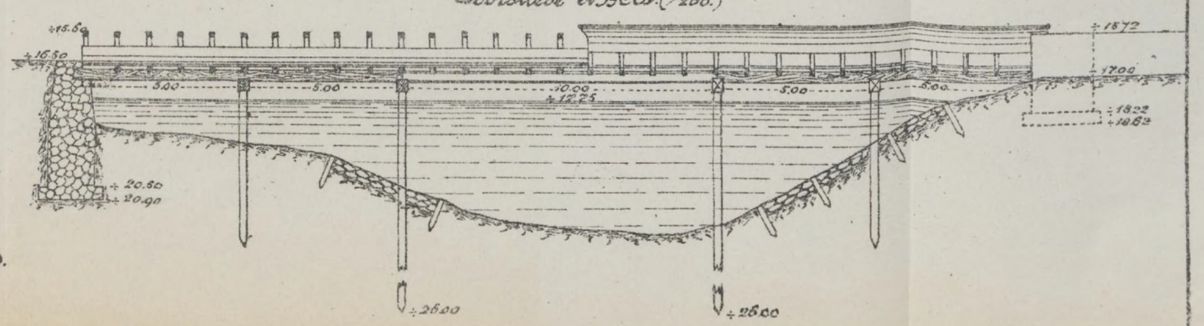


Aquaduct over de kali Kening op 280 M beneden de verdeelsluis.

Platte Grond. (1/200)



Dooronede ABCD. (1/200.)



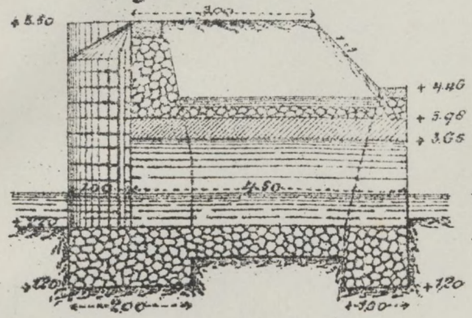
Bevloeiing uit de kali Krindjo en Kowang in het district Djattirogo residentie Rembang.

Blad 15.

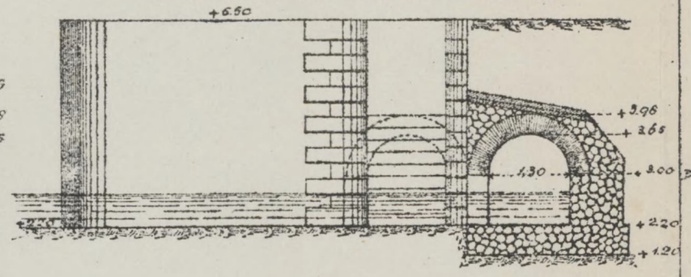
Inlaatsluis aan de Kowang.

Schaal 1 à 100.

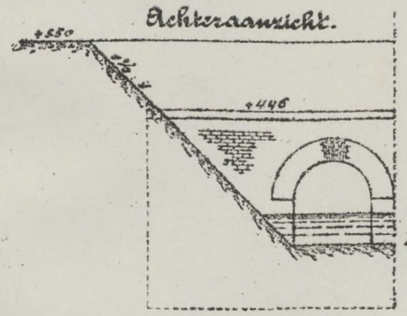
Lengtedoorsnede ab.



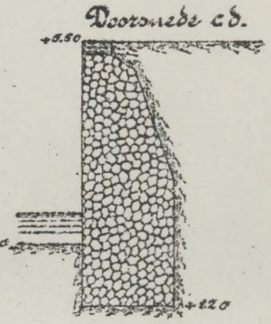
Vooraanzicht en Dwarsdoorsnede.

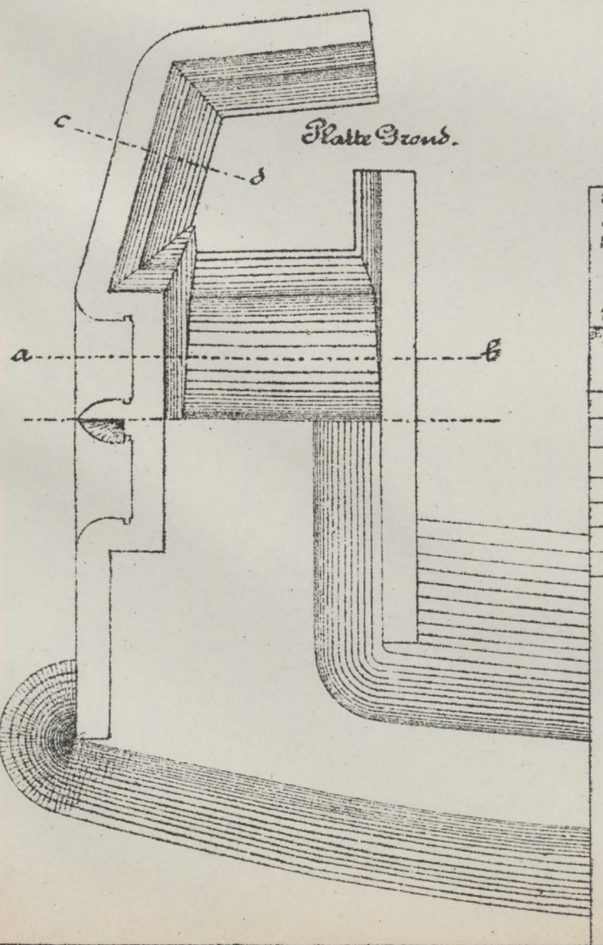


Achteraanzicht.



Doorsnede cd.

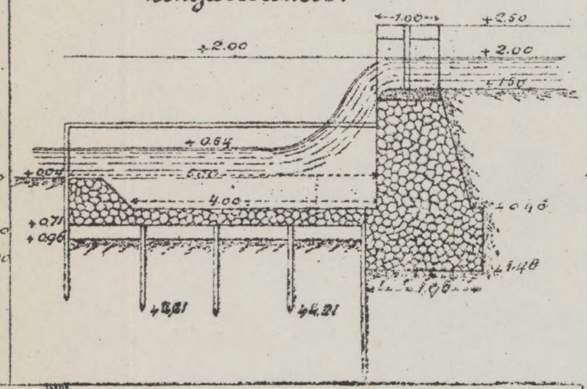




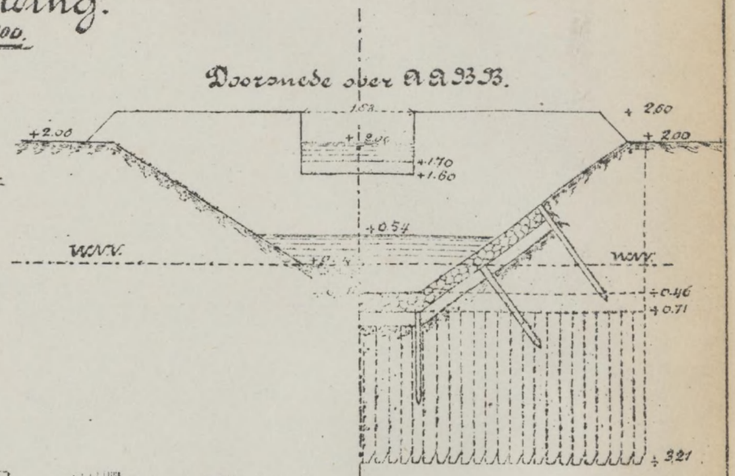
Stortdam in de leiding.

Schaal 1 à 100.

Lengte doorsnede.

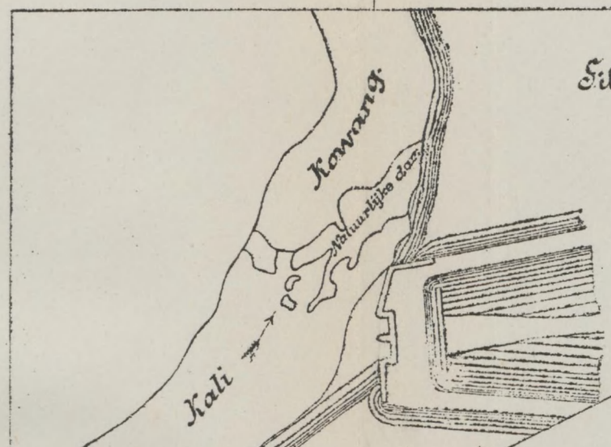


Doorsnede over a a b b.

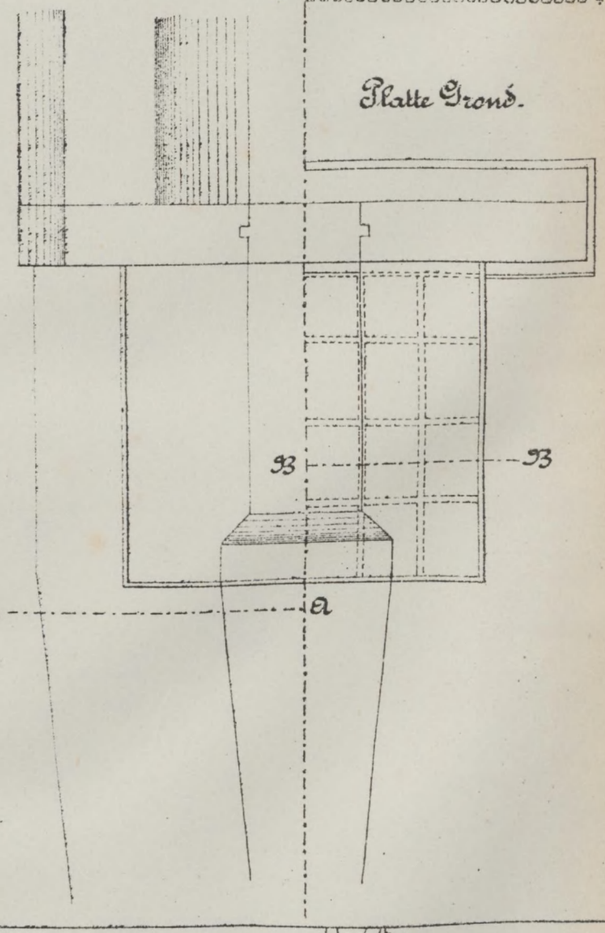


Situatie van de Inlaatsluis aan de kali Kowang.

Schaal 1/500.

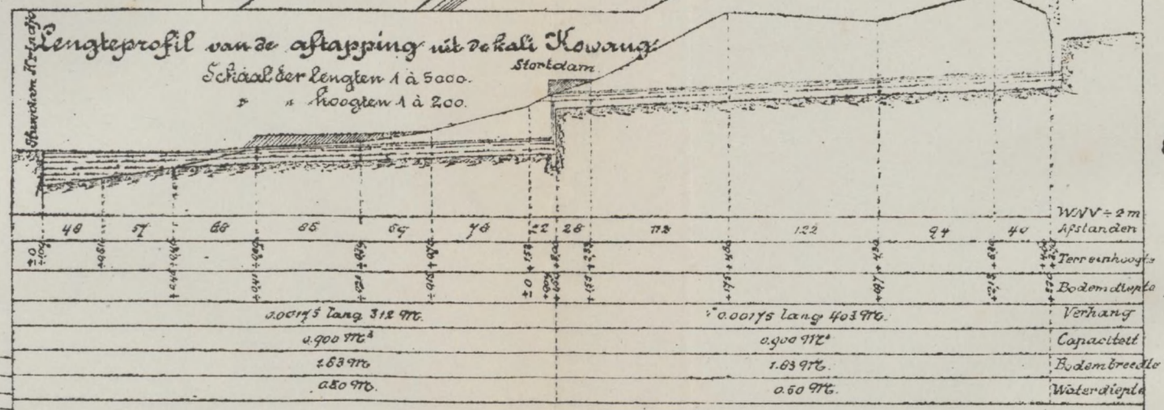


Platte Grond.



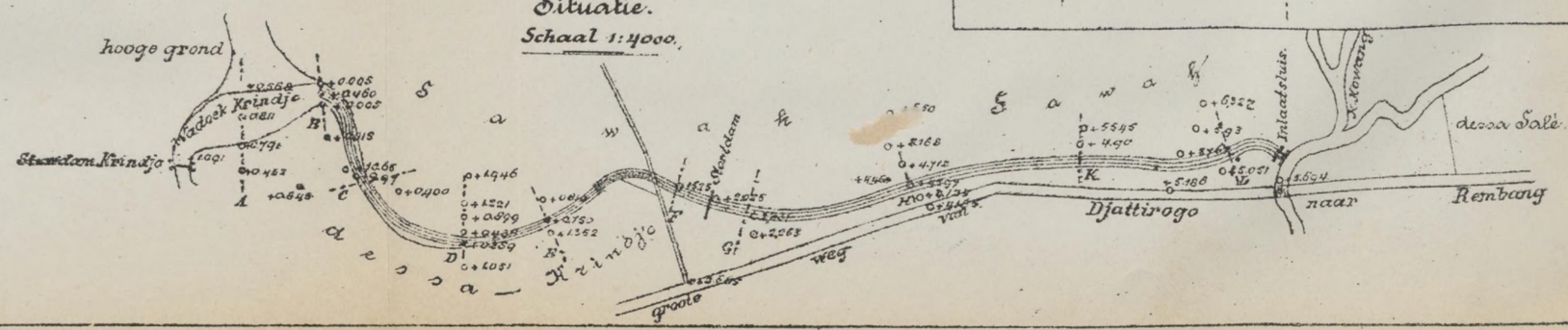
Lengteprofil van de afstapping uit de kali Kowang.

Schaal der lengten 1 à 5000.
" " hoogten 1 à 200.



Situatie.

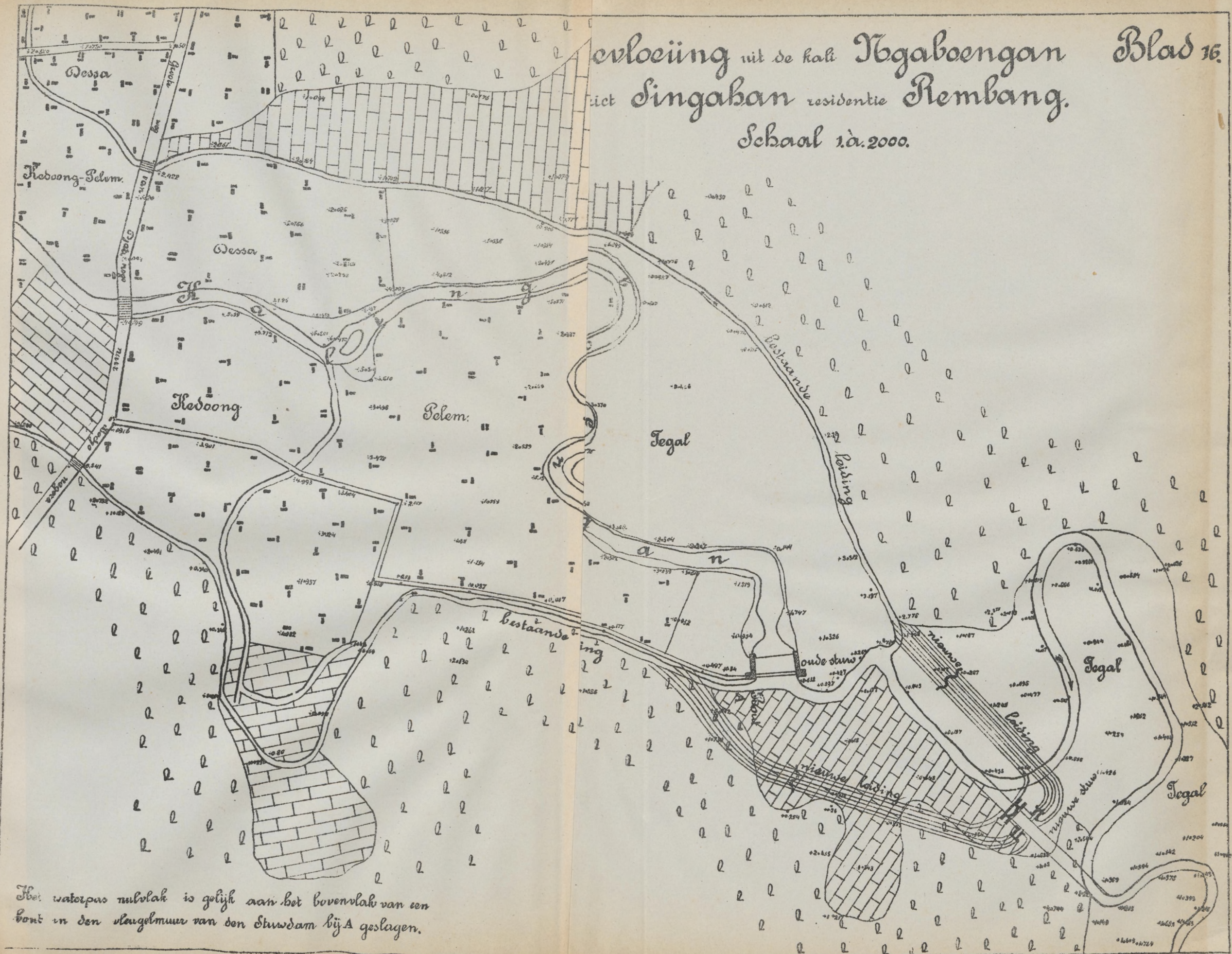
Schaal 1:4000.



...evloeiing uit de kali Ngaboengan Blad 16.

...ict Singaban residentie Rembang.

Schaal 1:a. 2000.



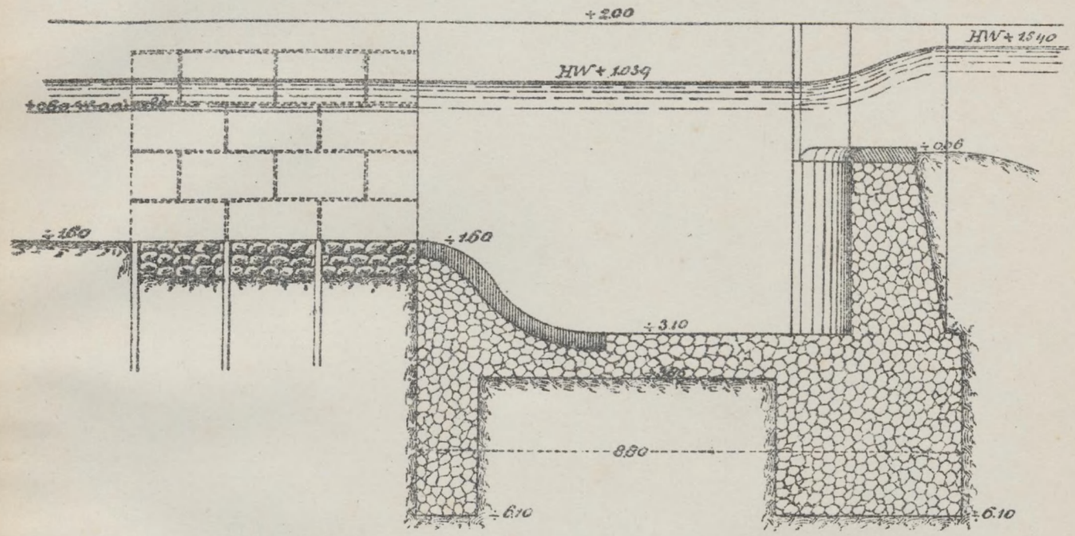
Het waterpas nulvlak is gelijk aan het bovenvlak van een bout in den vleugelmuur van den Stuwdam bij A geslagen.

Bevloeiing uit de kali Ngaboengan district Singahan residentie Rembang.

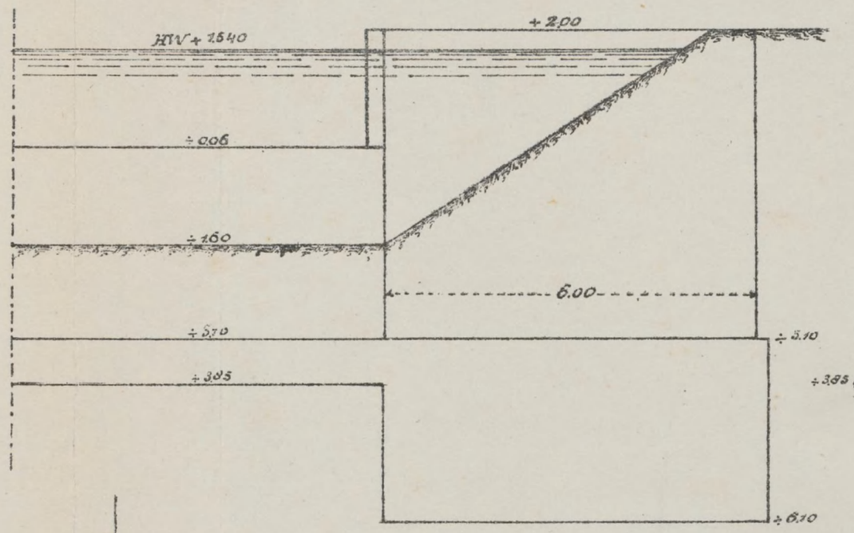
Struwdam in de kali Ngaboengan.

Schaal 1 à 100.

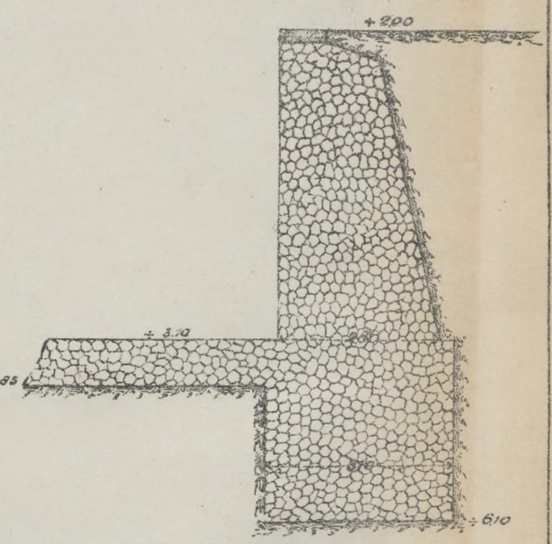
Doorsnede A B.

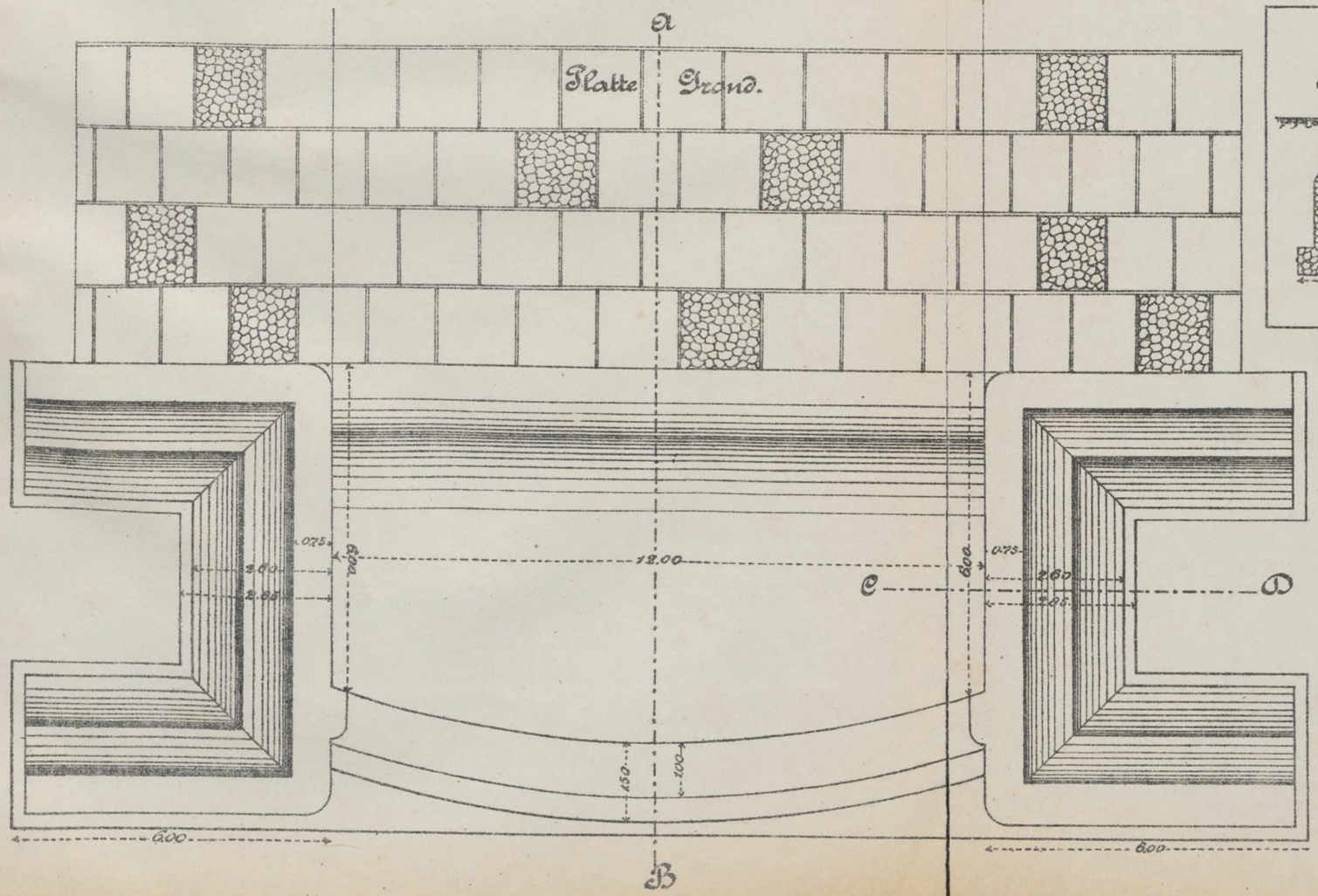


Half-bovenaanzicht.



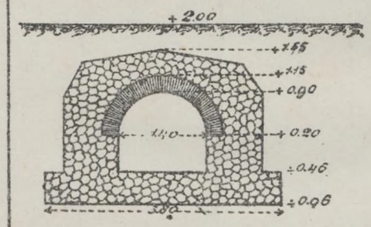
Doorsnede C D.



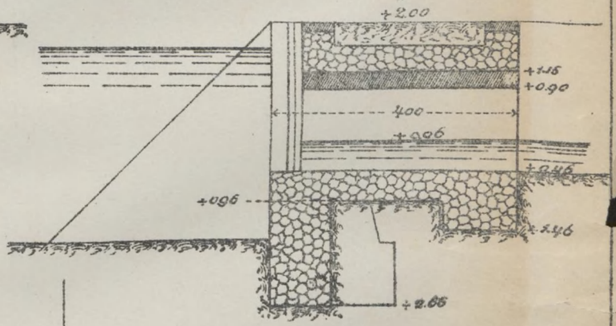


Inlaatsluis.

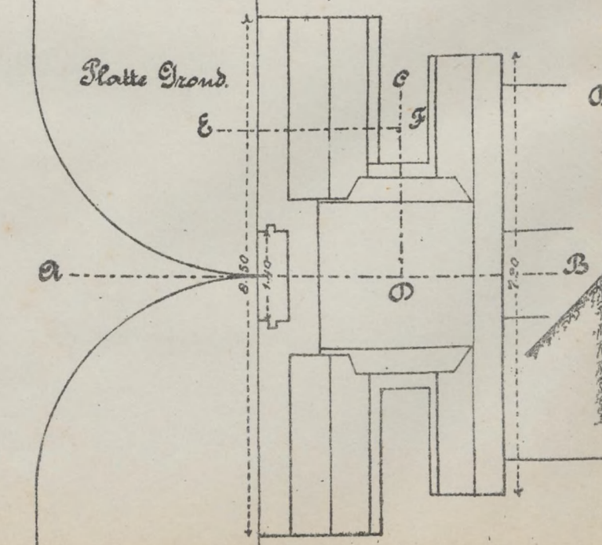
Doorsnede C D.



Doorsnede A B.

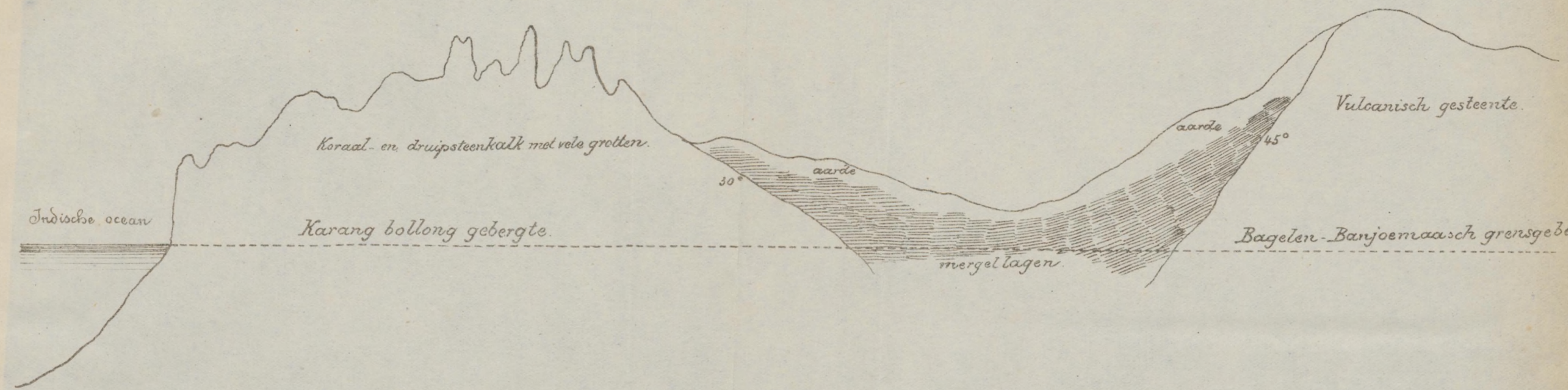


Platte Grond.

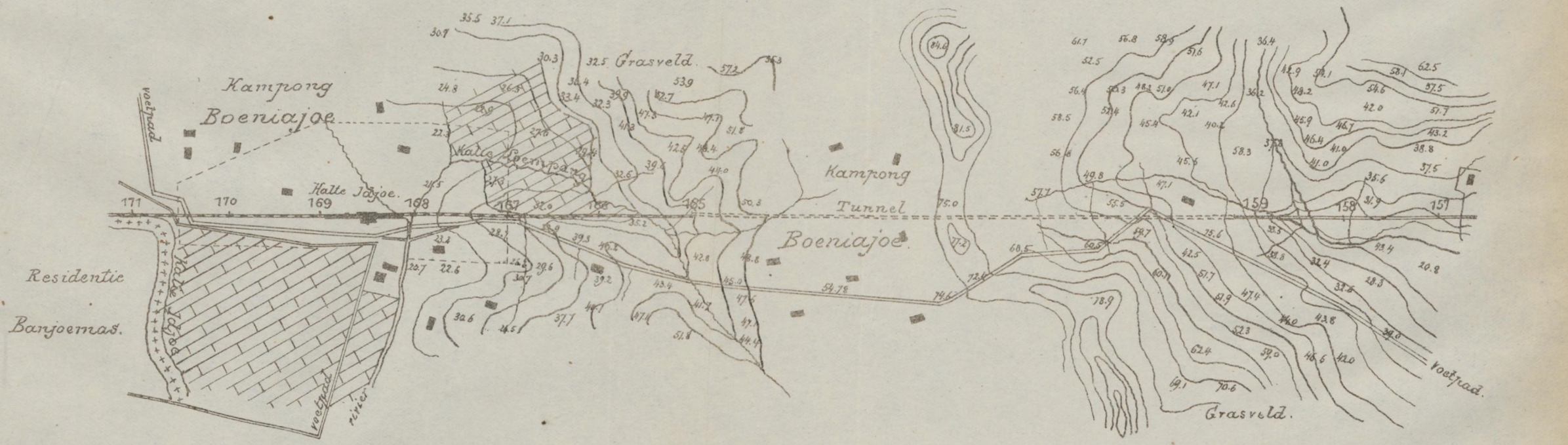


Doorsnede E F.

Figurative doorsnede van den bergrug in de richting Noord - Zuid.



Residentie Bagelen.



Tunnel bij Gombong.

Fig. 1. Doorsnede G.H.

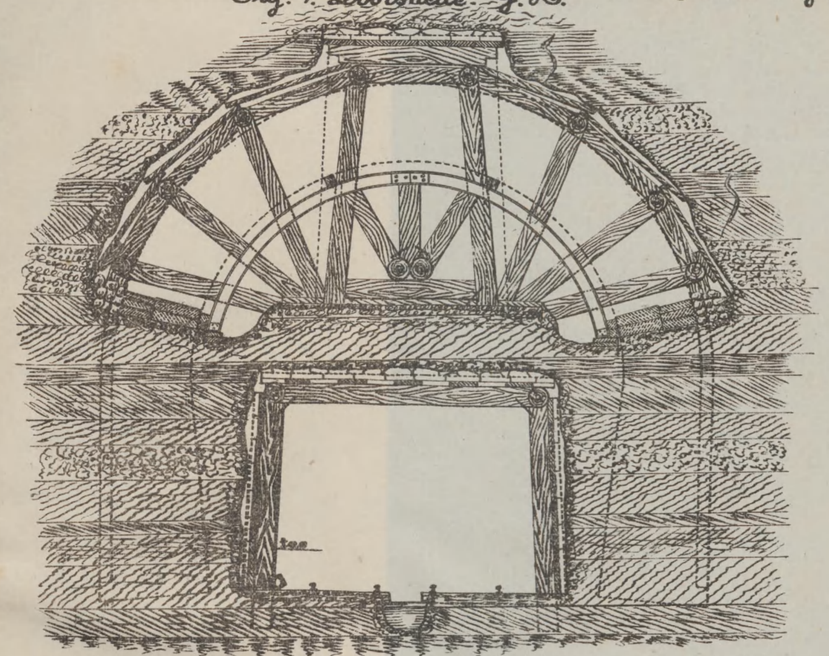


Fig. 2. Uitbreiding voor gewelf. Schaal 1 à 50.
met betimmering in los gesteente. met betimmering in vast gesteente.

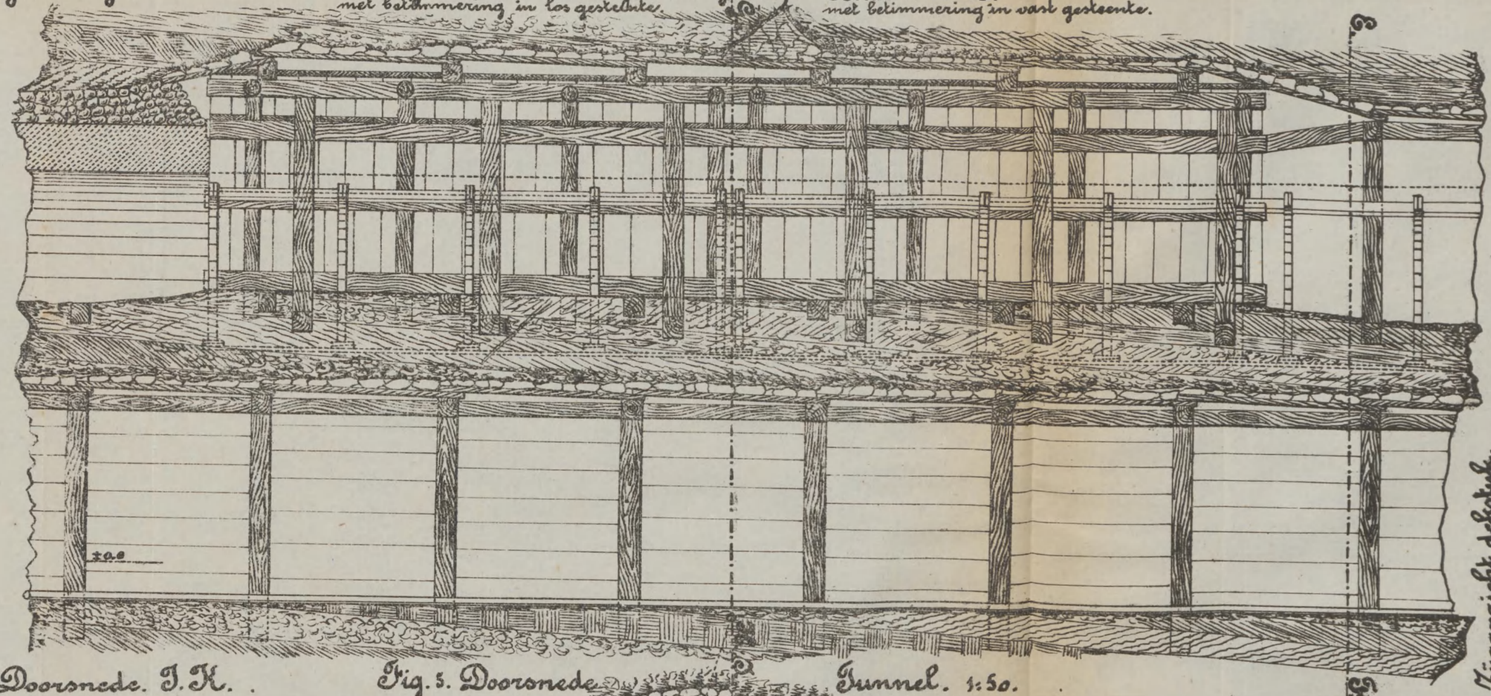


Fig. 3. Doorsnede E.F.

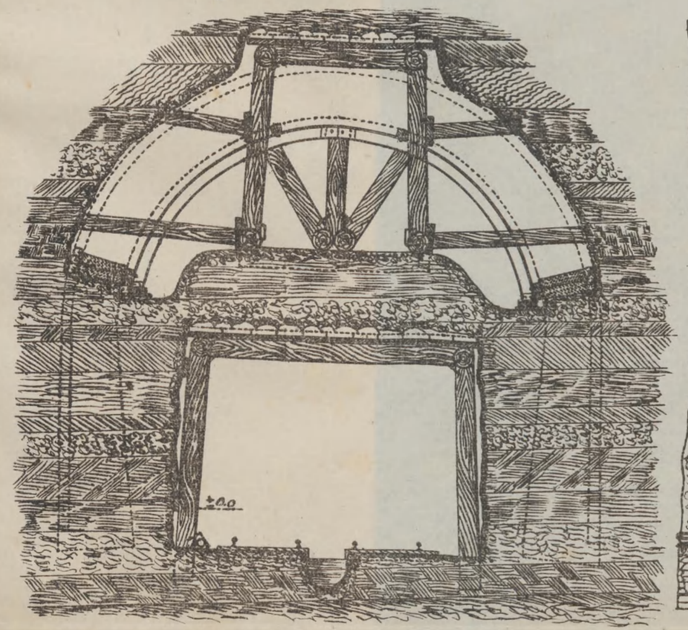


Fig. 4. Doorsnede I.K.

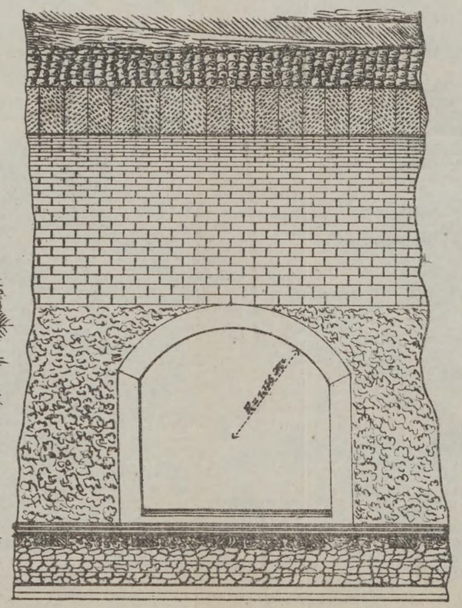


Fig. 5. Doorsnede
met dubbel gewelf en bij de monden.

Tunnel. 1:50.
met enkel gewelf.

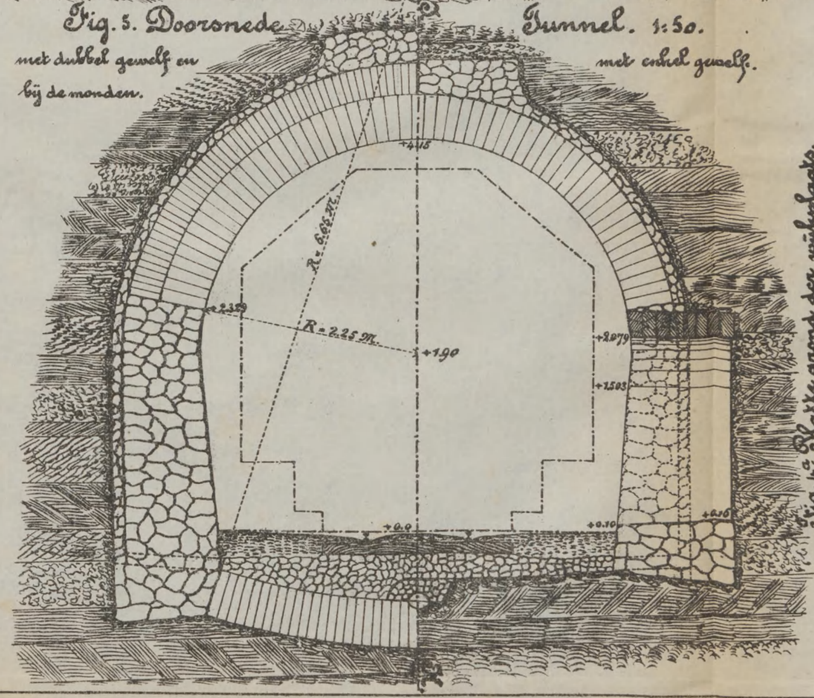


Fig. 4a Platte grond der wijkplaats.

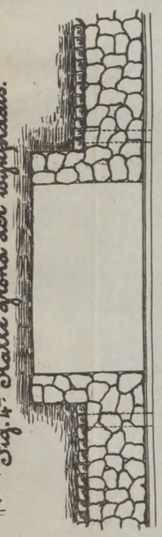


Fig. 6. Afwateringsbuis met sluitstuk. 1:10.

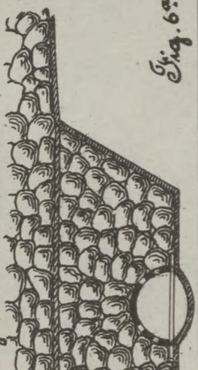
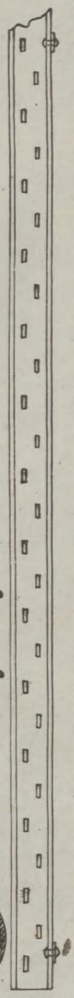


Fig. 6a Kijkgat.



Tunnel bij Gombong.

Fig. 2. Betimmering der Galerijen.
voor dubbel gewelf en bij de monden. Schaal 1 a 50. Voor enkel gewelf.

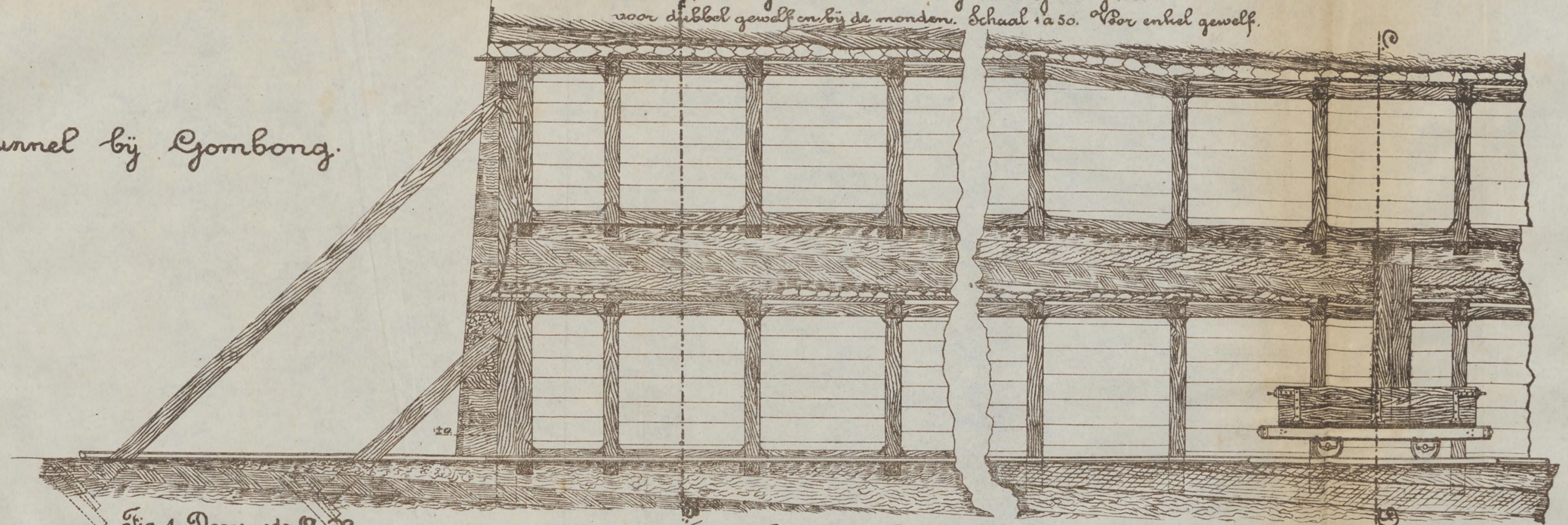
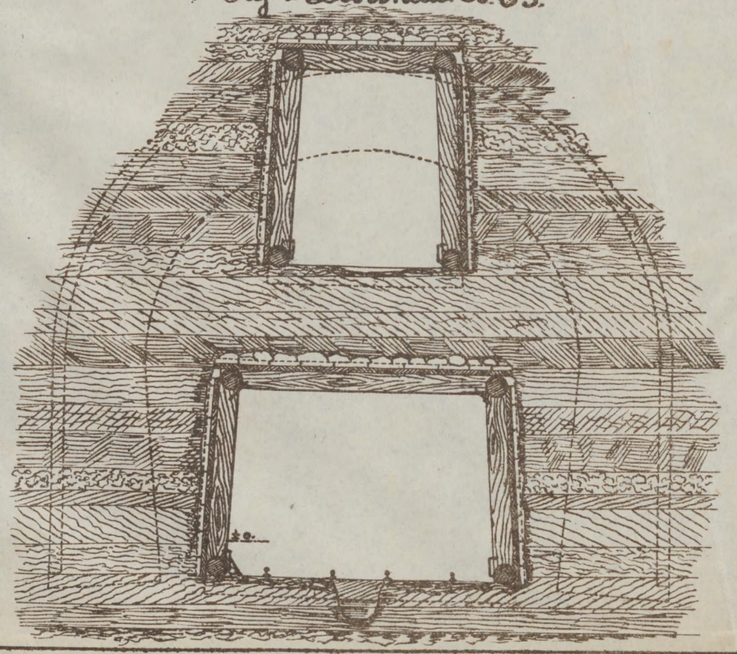
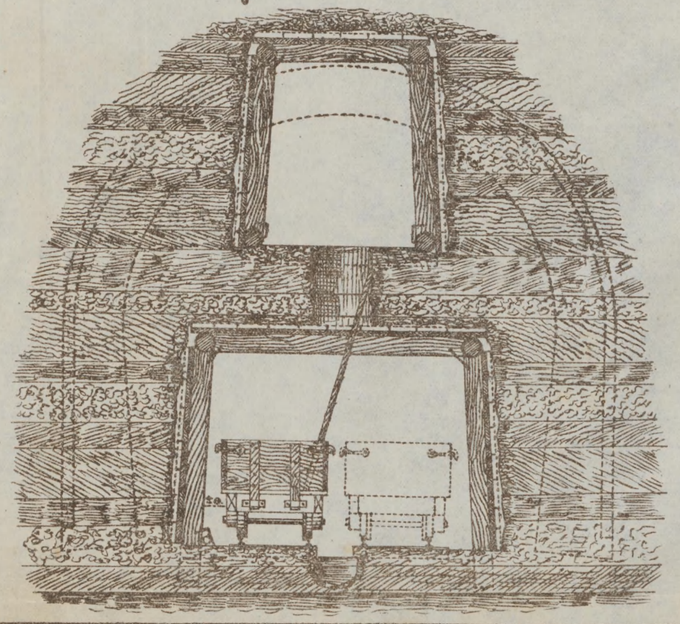


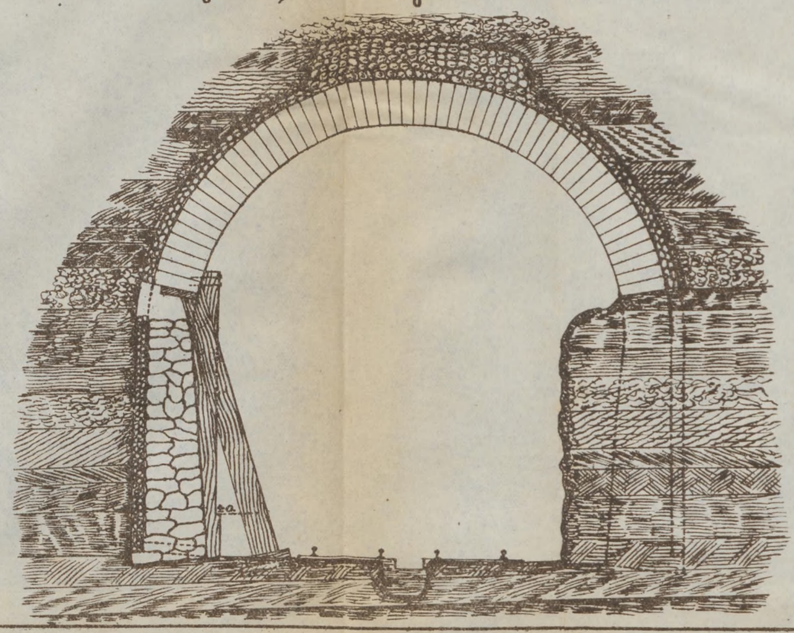
Fig. 1. Doorsnede A. B.

Fig. 3. Doorsnede C. D.

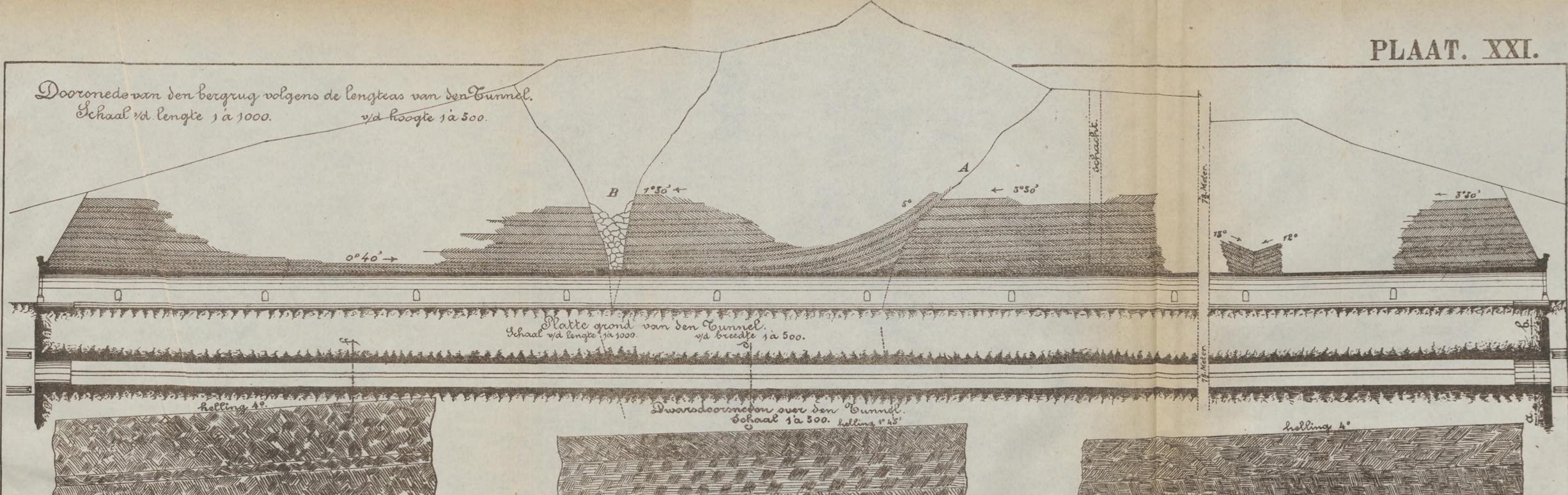
Fig. 4. Opmetseling der rechtstanden.





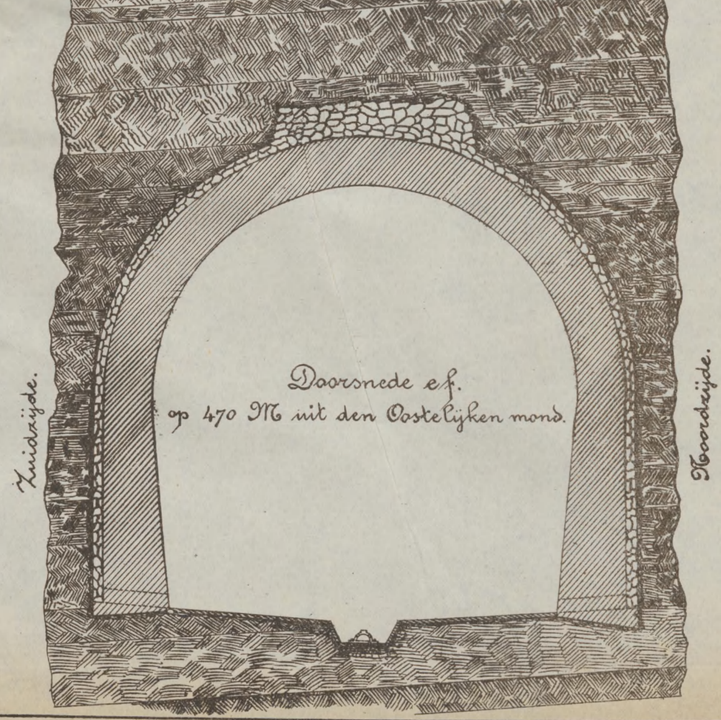


Dooronede van den bergrug volgens de lengteas van den Tunnel.
Schaal v/d lengte 1 à 1000. v/d hoogte 1 à 500.

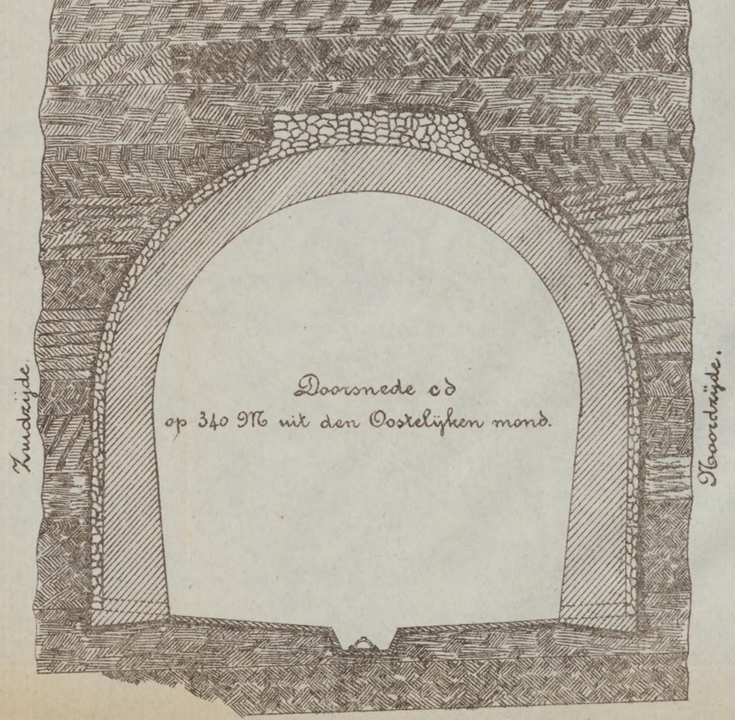


Platte grond van den Tunnel.
Schaal v/d lengte 1 à 1000. v/d breedte 1 à 500.

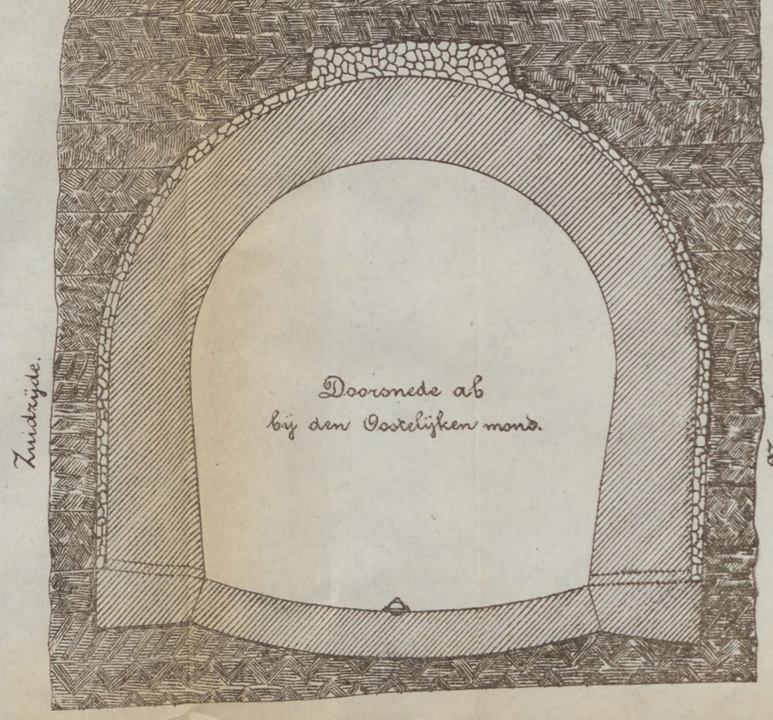
Dwarsdoorsnede over den Tunnel.
Schaal 1 à 500.



Doorsnede e f.
op 470 M uit den Oostelijken mond.



Doorsnede c d
op 340 M uit den Oostelijken mond.



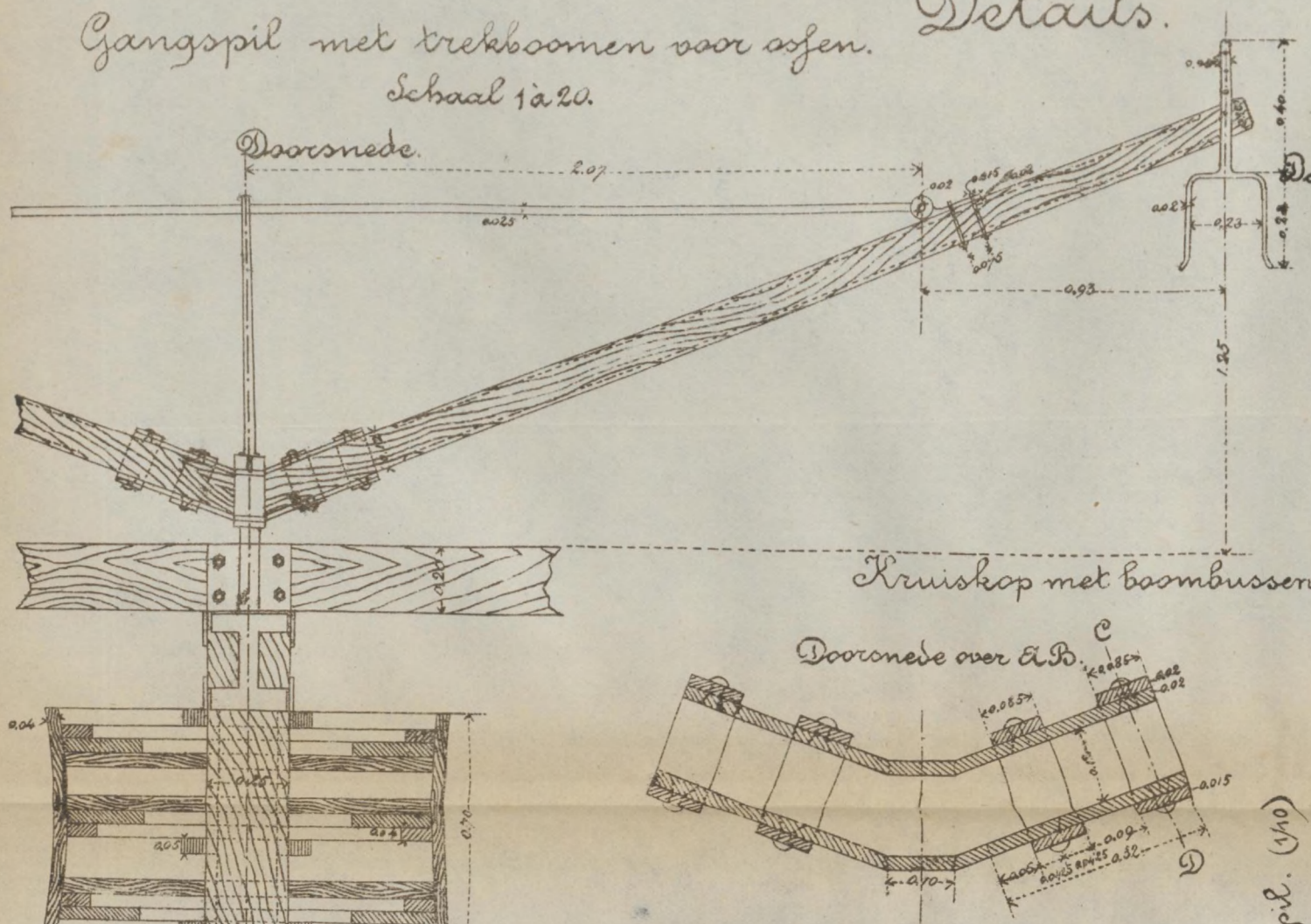
Doorsnede a b
bij den Oostelijken mond.

Details.

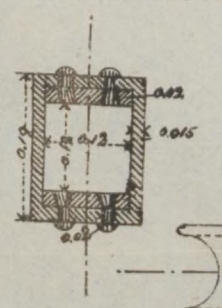
Gangspil met trekboomen voor assen.

Schaal 1 à 20.

Doorsnede.

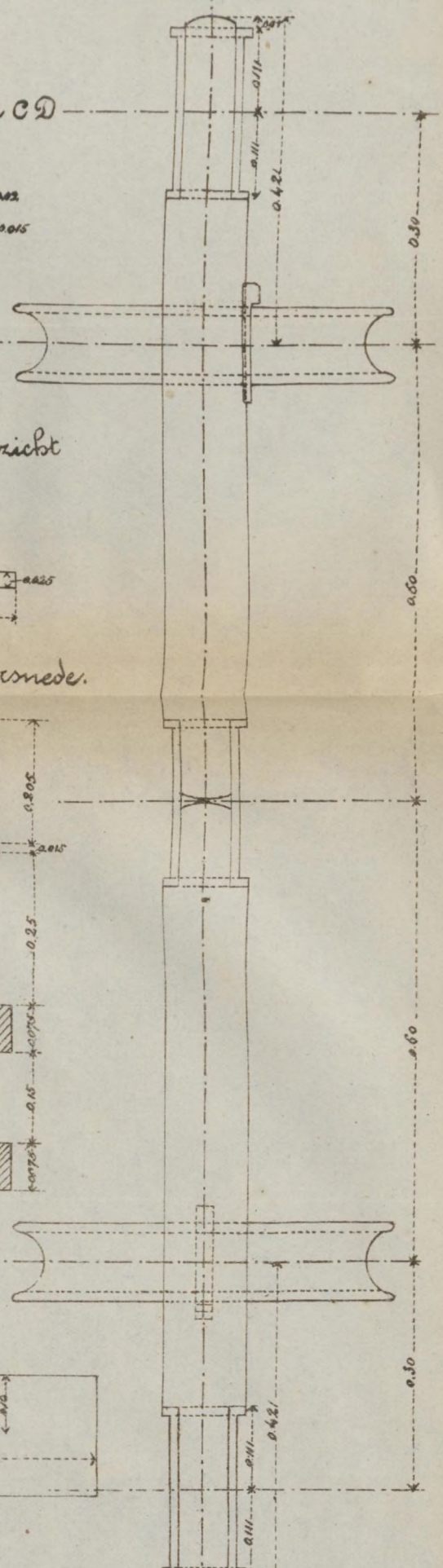


Doorsnede over C D

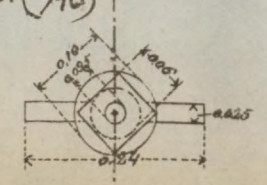


As met schijven.

Schaal 1 à 8.



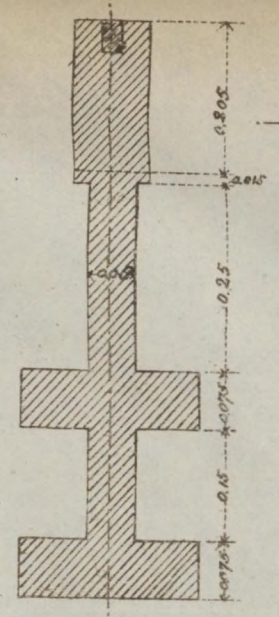
Bovenaanzicht



Kruiskop met boombussen. (1/10)

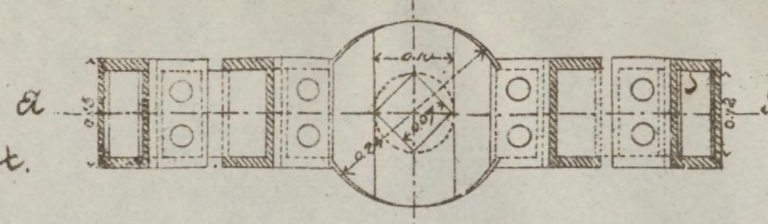
Doorsnede over A B.

Dwarsdoorsnede.

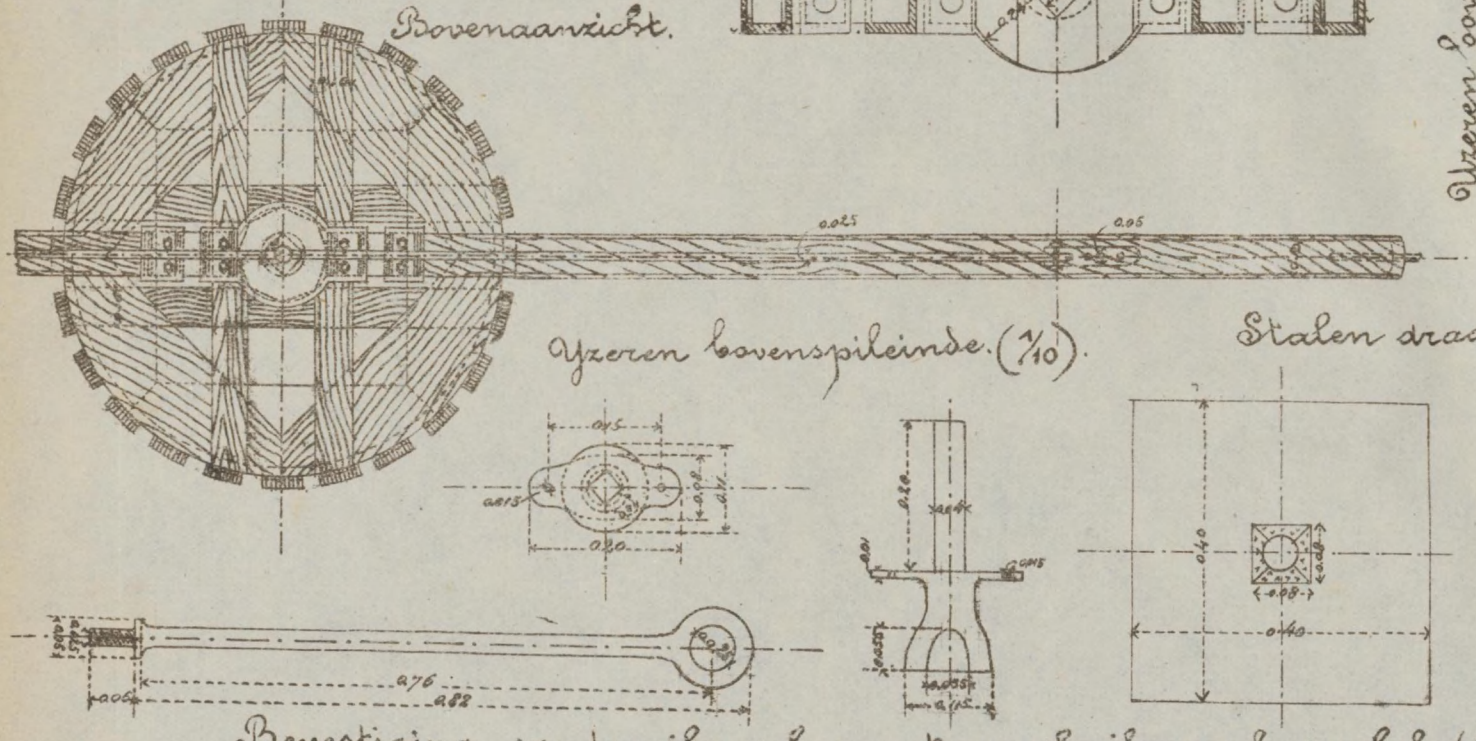


IJzeren bovenkap der spil. (1/10)

Boombus bovenaanzicht.

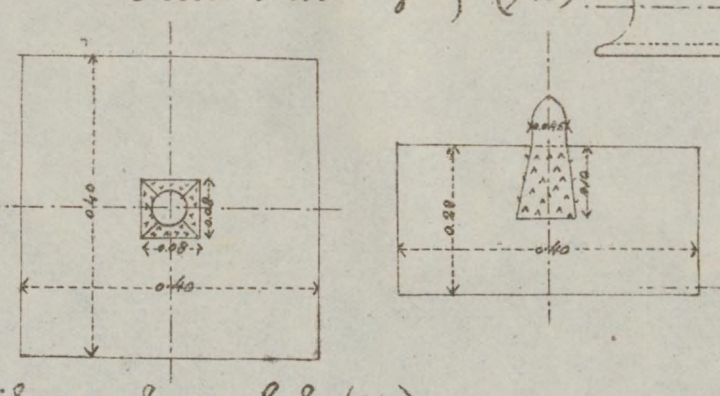


Bovenaanzicht.



IJzeren bovenspileinde. (1/10).

Stalen draagkap. (1/10)

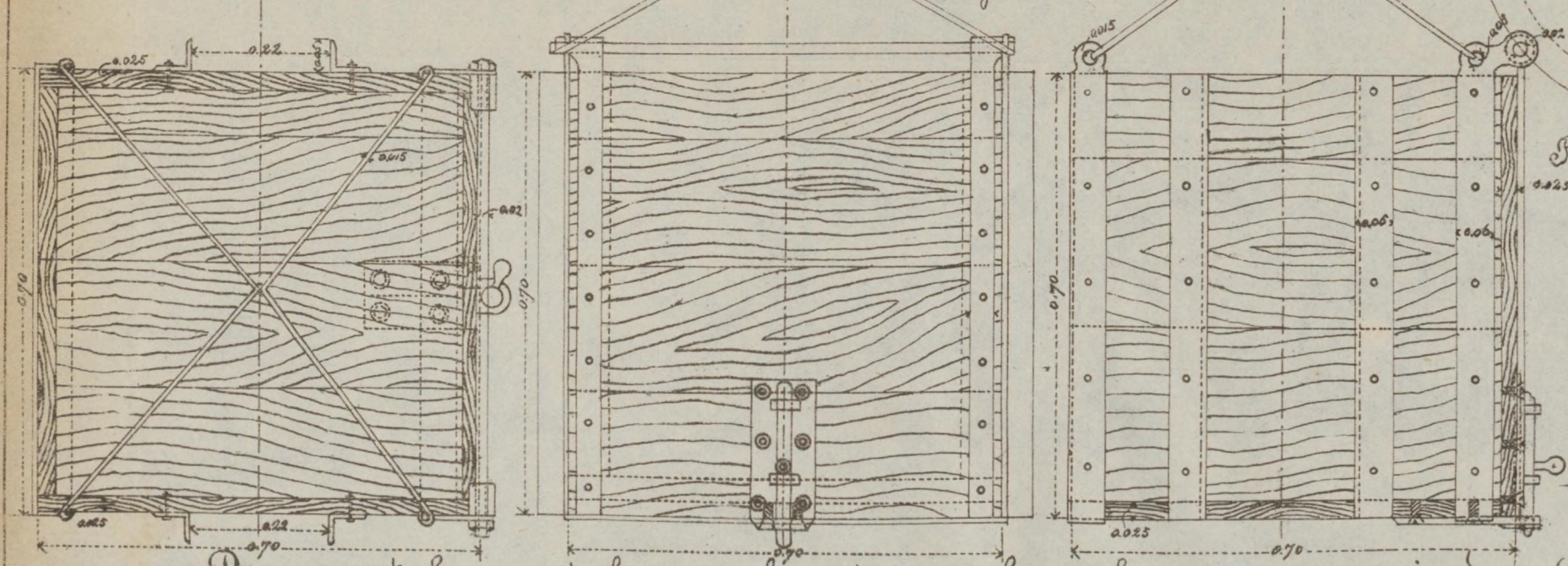


Bevestiging en draaibeugels van trommelspil aan bovenvlak. (1/10)

Kipbakken. (1/10)

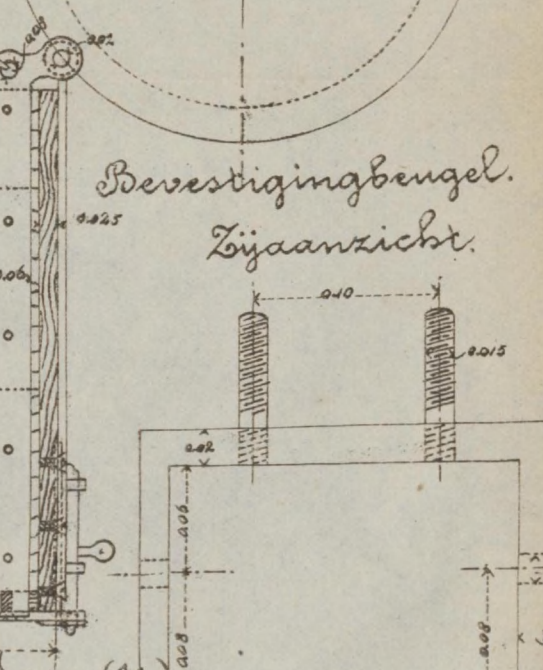
Bovenaanzicht.

Zijaanzicht.



Bevestigingbeugel.

Zijaanzicht.

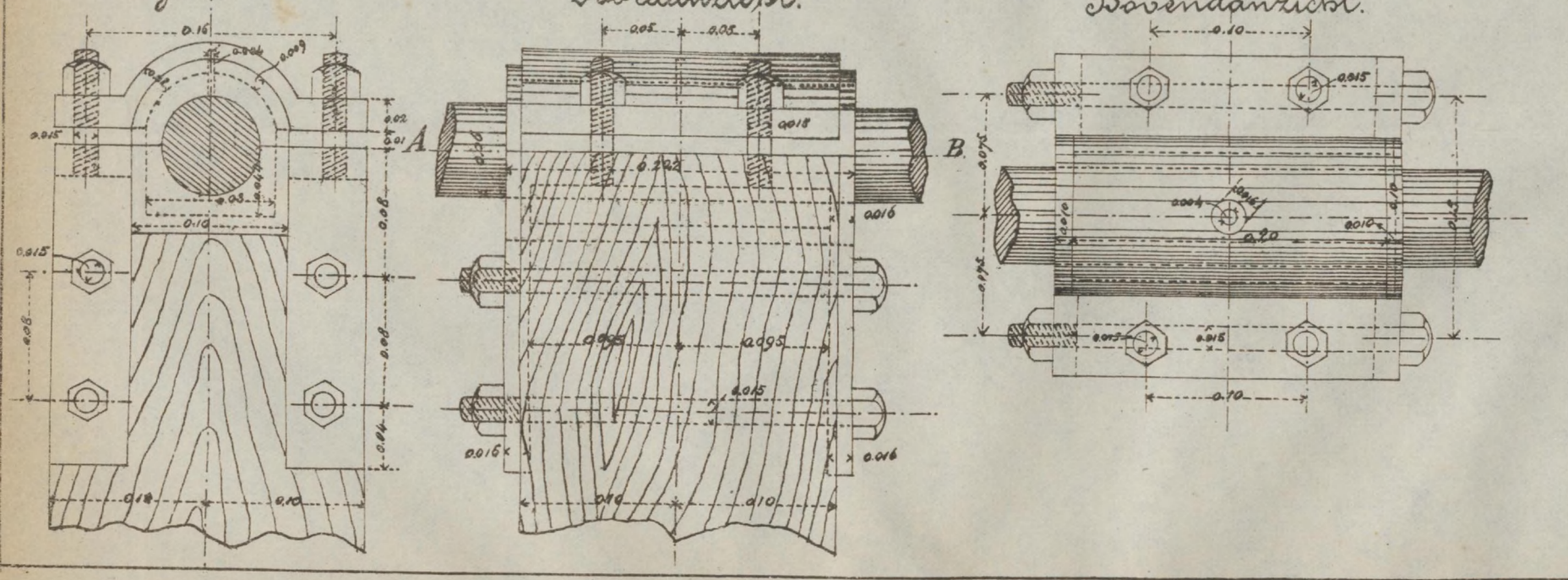


Draagmetalen met kap en bevestiging-beugels voor een windas. (1/4.)

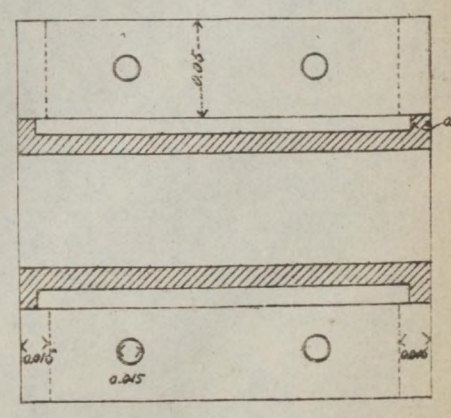
Zijaanzicht.

Vooraanzicht.

Bovenaanzicht.



Dsorsnede over AB.



Graphische Voorstelling van de Vordering der Werkzaambeden in den Tunnel bij Gombong.

zijde Djocja. — zijde Tjilatjap.

Aard der werk-zaambeden.	Maanden.	paket 160 — 78 Meter	161 — 100 Meter	162 — 100 Meter	163 — 100 Meter	164 — 100 Meter	99 Meter.
Richtingsgalerij	Mei 1885						
	Juni						
	Juli						
	Augustus						
	September						
	October				27 October 1885.		
Bovengalerij	Juni 1885						
	Juli						
	Augustus						
	September						
	October						
	November						
	December				31 December 1885		
Uitbreiding tot gewelfd gedeelte	October 1885						
	November						
	December						
	Januari 1886						
Gemetseld bovengewelf.	October 1885						
	November						
	December						
	Januari 1886						
	Februari				18 Februari 1886.		
Gemetseld bodem-gewelf en vloer.	April 1886						
	Mei						
	Juni						
Gemetselde recht-standen.	December 1885						
	Januari 1886						
	Februari						
	Maart		8 Mei 1886.				
	April						
	Mei						8 Mei 1886

Fig: I.

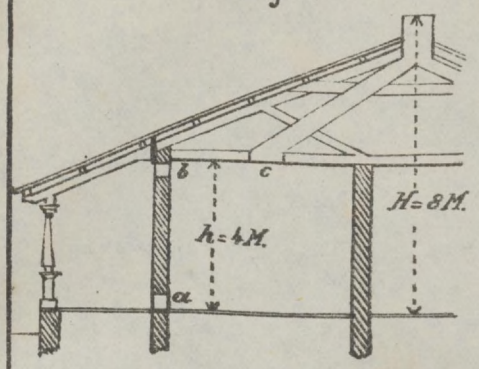


Fig: II

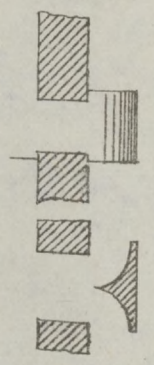


Fig: III

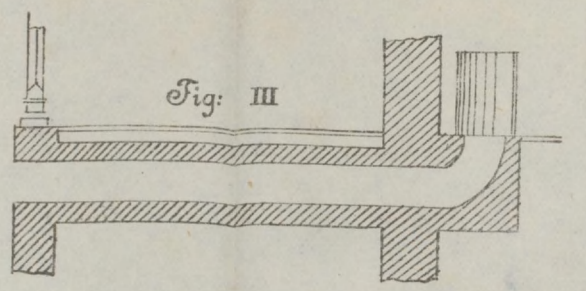


Fig: IV.

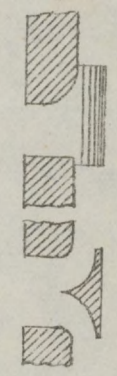


Fig: V.

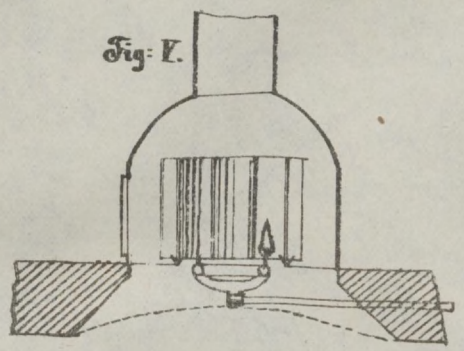


Fig: V a.

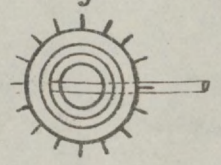


Fig: V b.

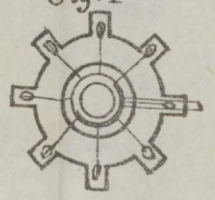


Fig: VI.

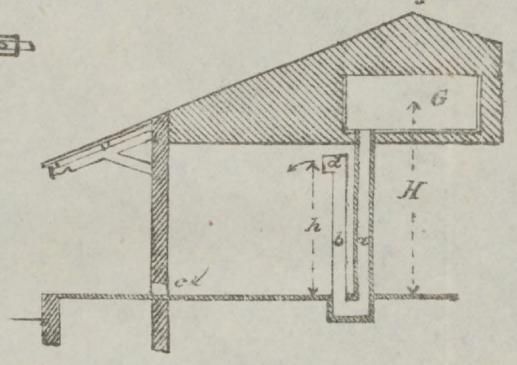


Fig: VII

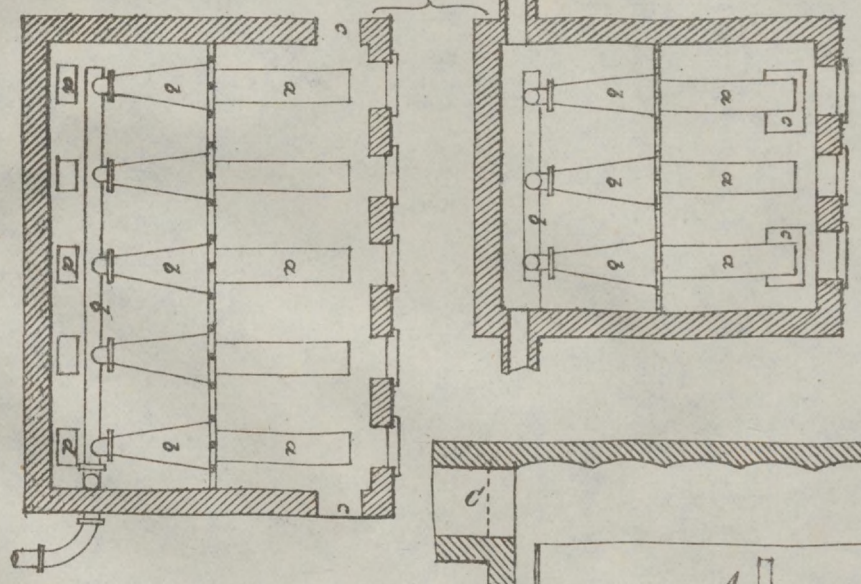
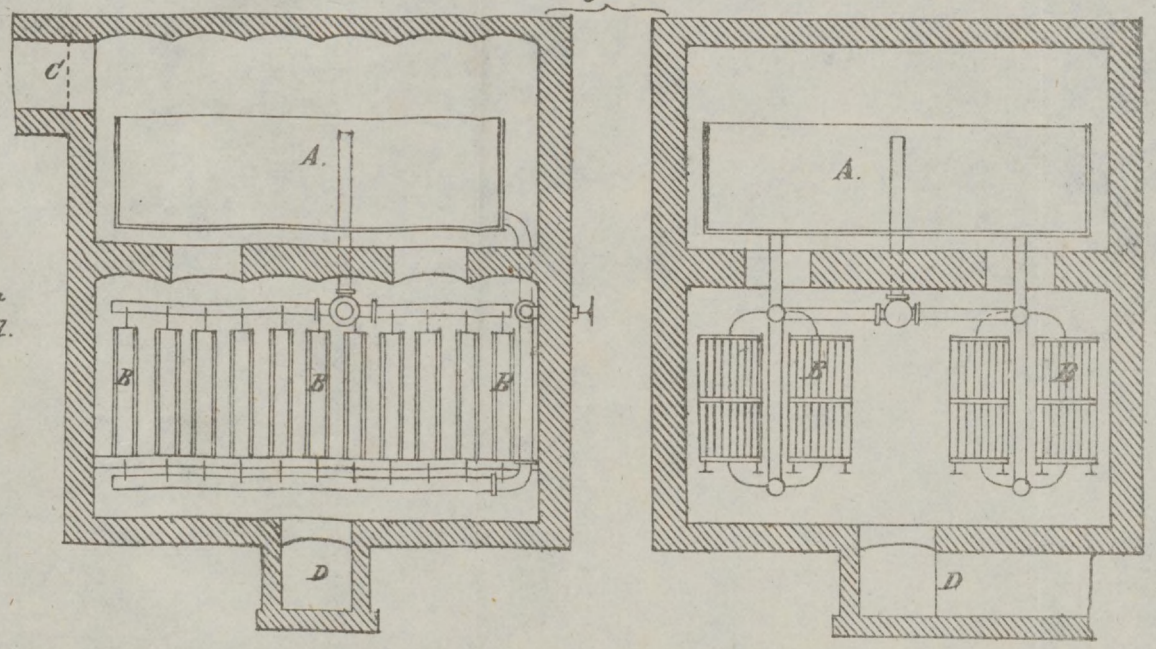


Fig: VIII.



a korven met ijz.-
b afvoer smeltwater.-
c lucht aanvoer.-
d lucht afvoer.-

A bak gevuld met vloeistof, die op een of andere wijze wordt afgekoeld.
B geribde ijzeren kasten waar de vloeistof doorstroomt.
C lucht aanvoer opening.
D lucht afvoer opening.

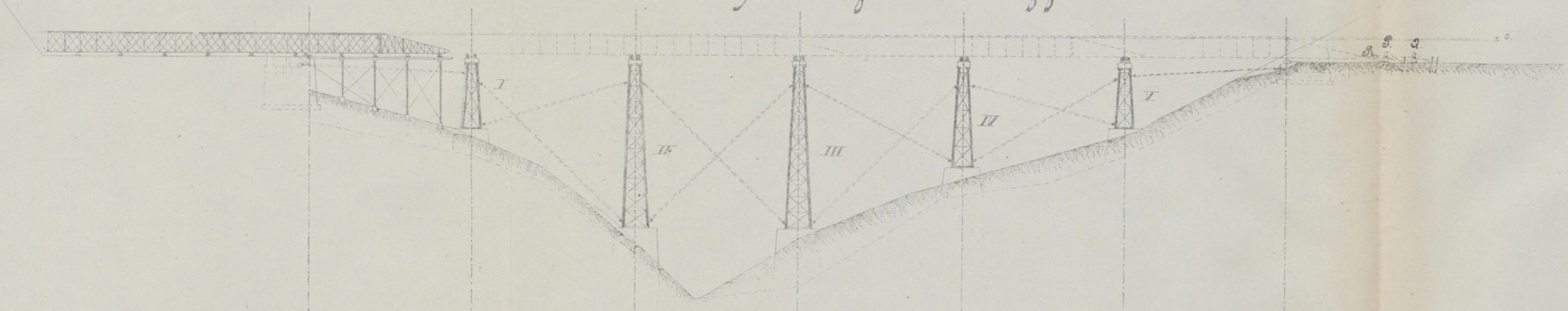
Blad 1.

T/G

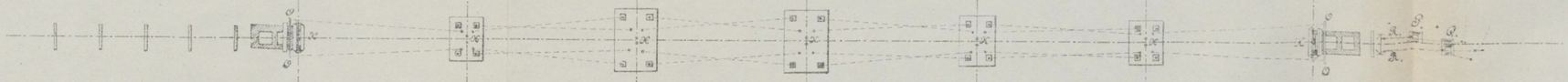
Viaduct Tjisaät.

Schaal 1 : 800.

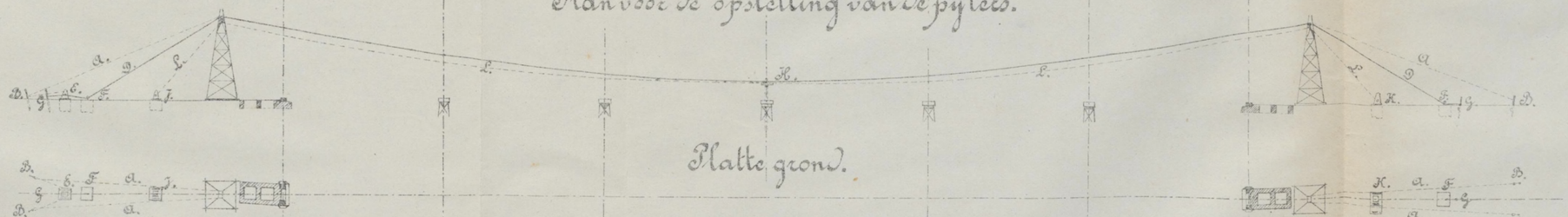
Plan voor de opstelling van de bruggen.



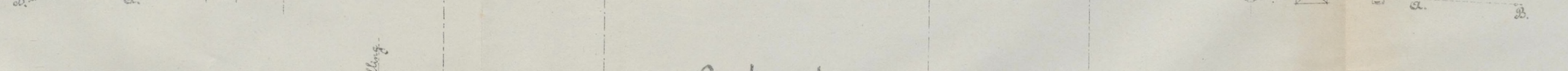
Platte grond.



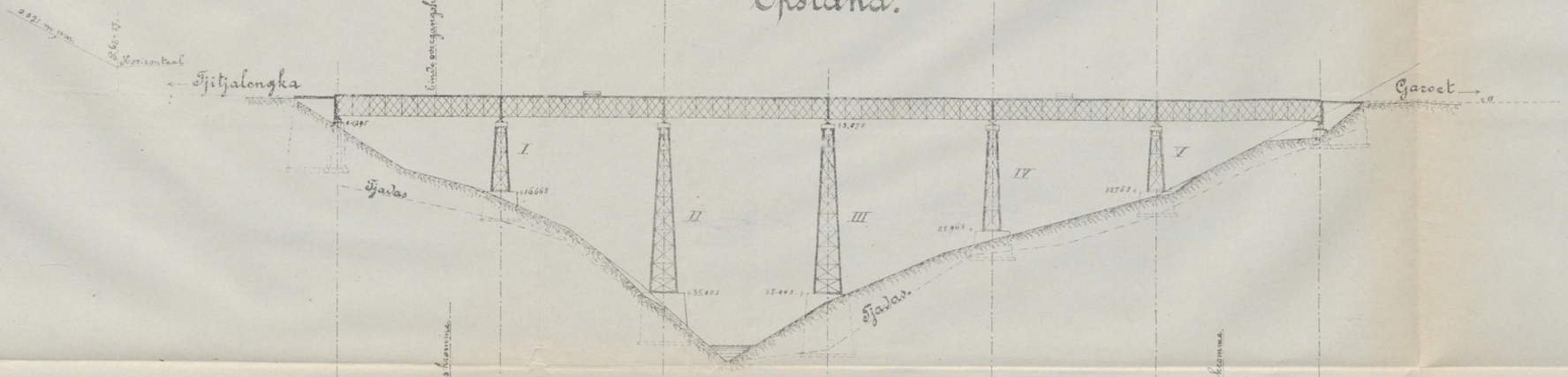
Plan voor de opstelling van de pijlers.



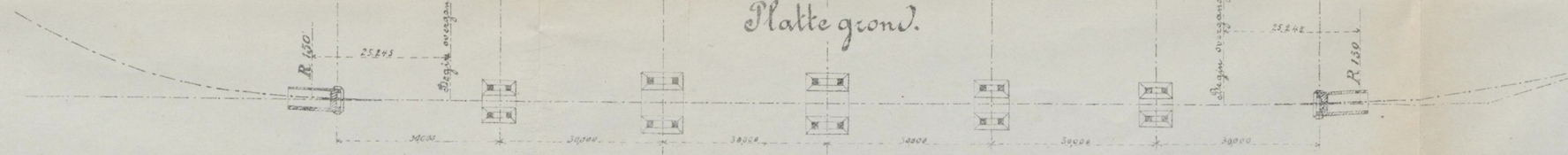
Platte grond.



Opstand.



Platte grond.



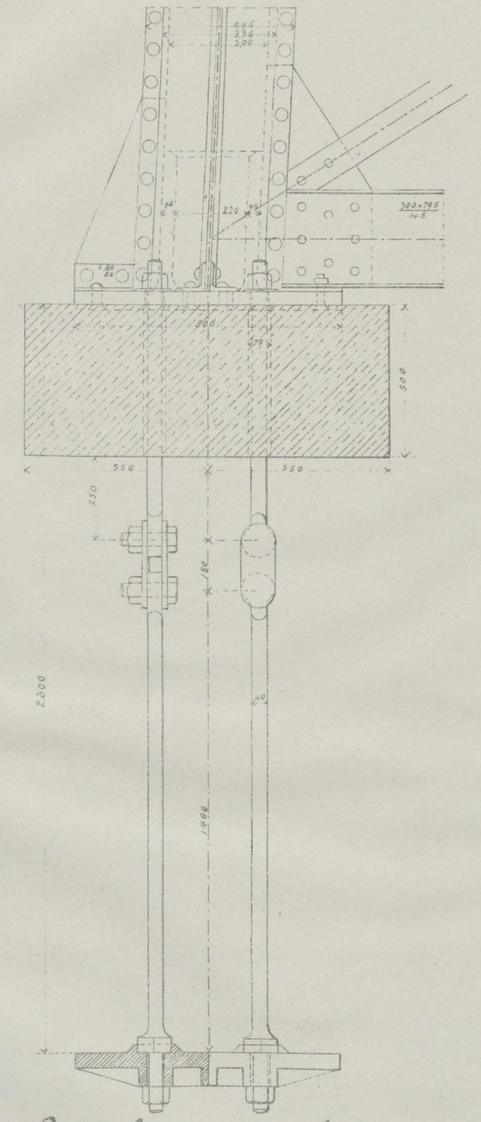
Blad 2.

T/G

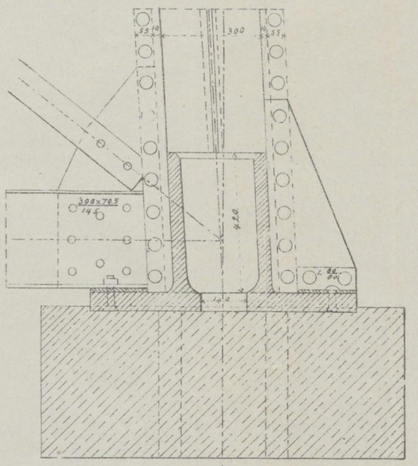
Fijnaät Viaduct.

Verankering der Pijlers.

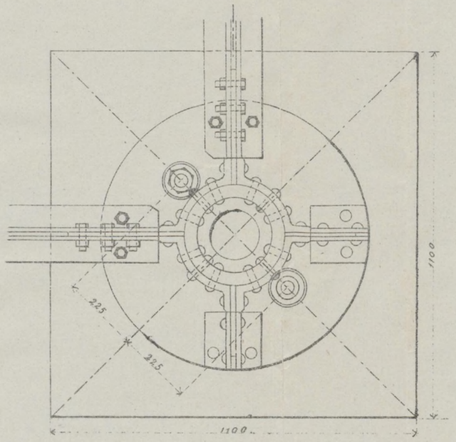
Aanzicht 1 ă 15.



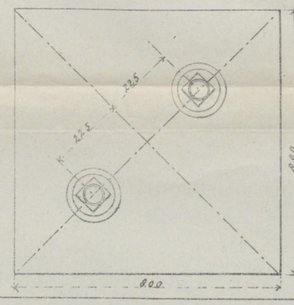
Doorsnede 1 ă 15.



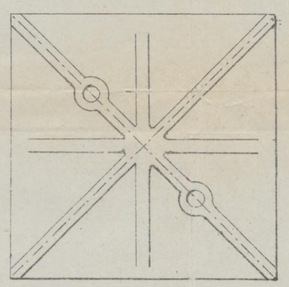
Plattegrond 1 ă 15.



Bovenkant ankerplaat 1 ă 15.



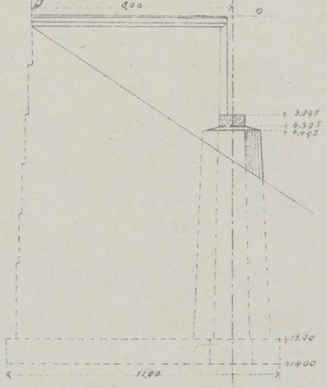
Onderkant ankerplaat 1 ă 15.



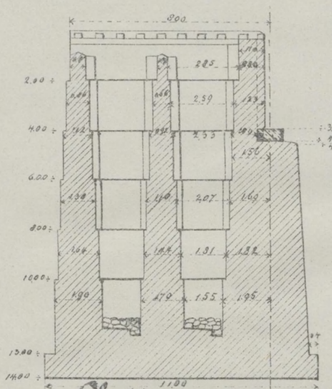
Gemetselde onderbouw.

Landhoofd A.

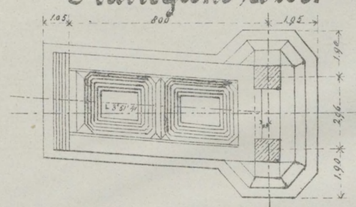
Zijaanzicht 1 ă 200.



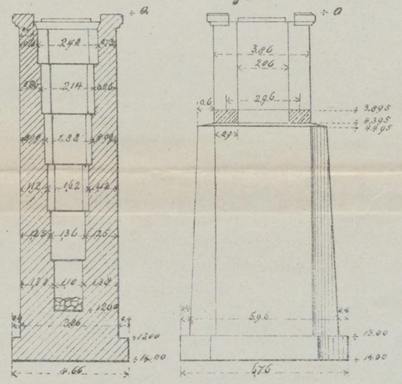
Doorsnede 1 ă 200.



Plattegrond 1 ă 200.

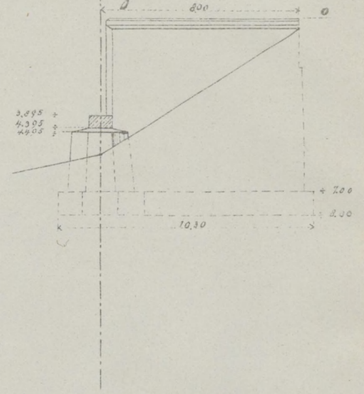


Dwarsdoorsnede 1 ă 200 Zijaanzicht.

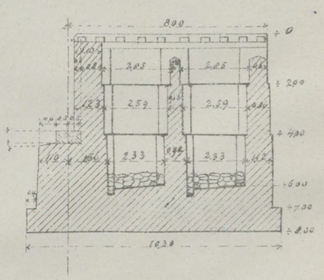


Landhoofd D.

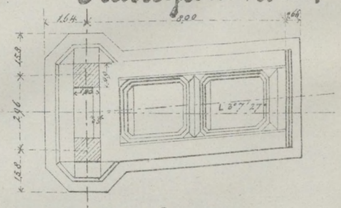
Zijaanzicht 1 ă 200.



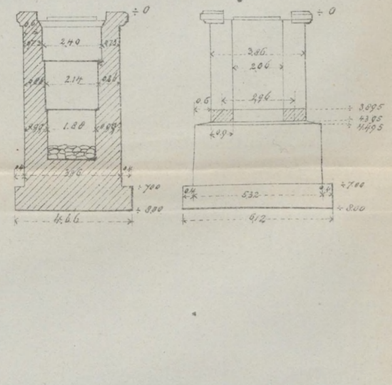
Doorsnede 1 ă 200.



Plattegrond 1 ă 200.

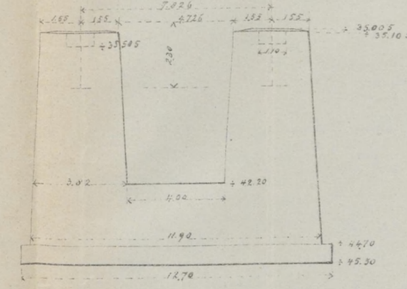


Dwarsdoorsnede 1 ă 200 Zijaanzicht.

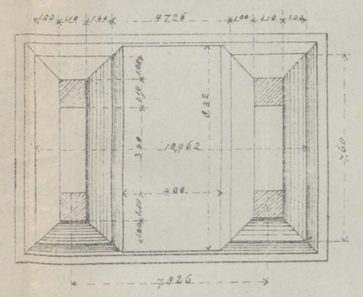


Tijpe van de voetstukken der Pijlers.

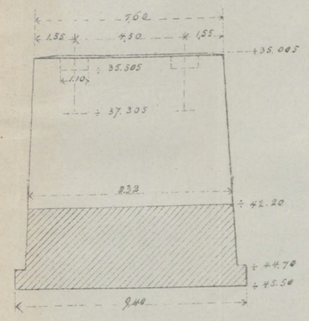
Vooraanzicht 1 ă 200.



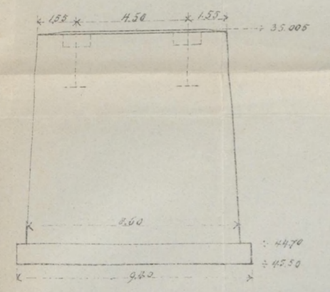
Plattegrond 1 ă 200.



Doorsnede 1 ă 200.



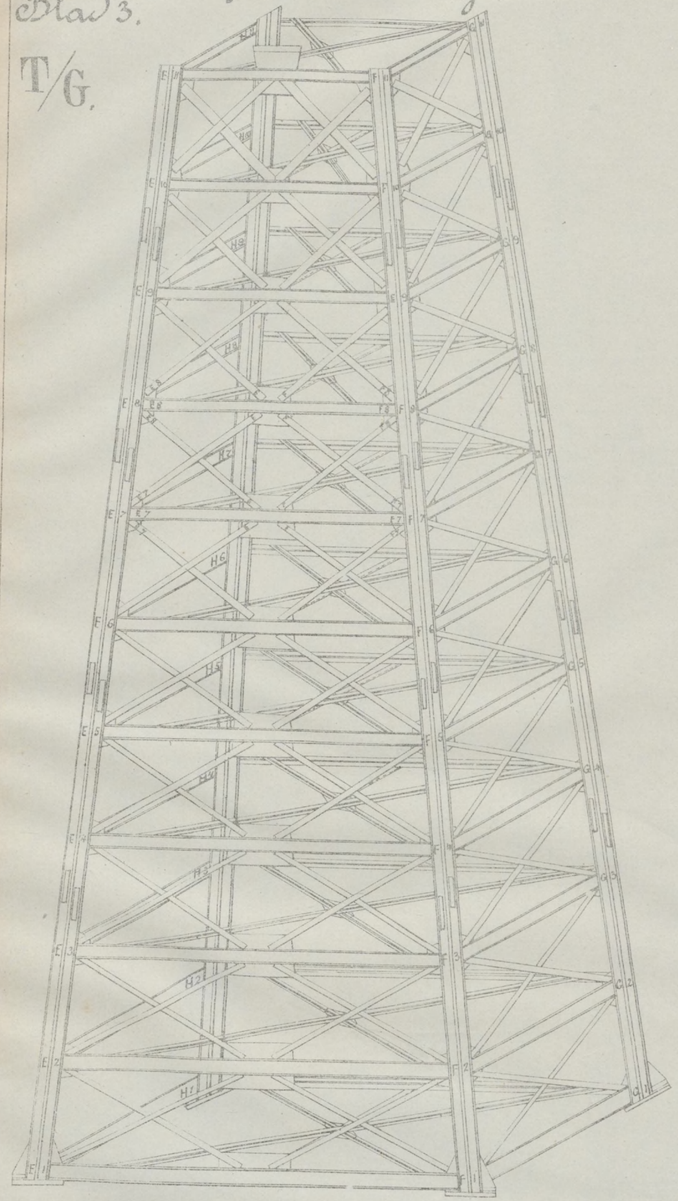
Zijaanzicht 1 ă 200.

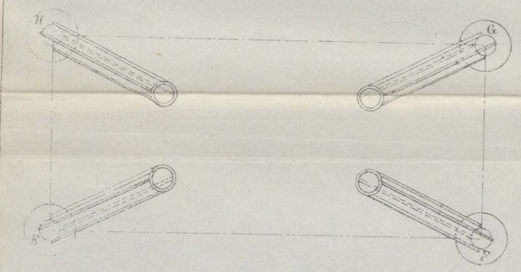


Figuratieve voorstelling van Pijler II en III
Wijze van merking.

Blad 3.

T/G.

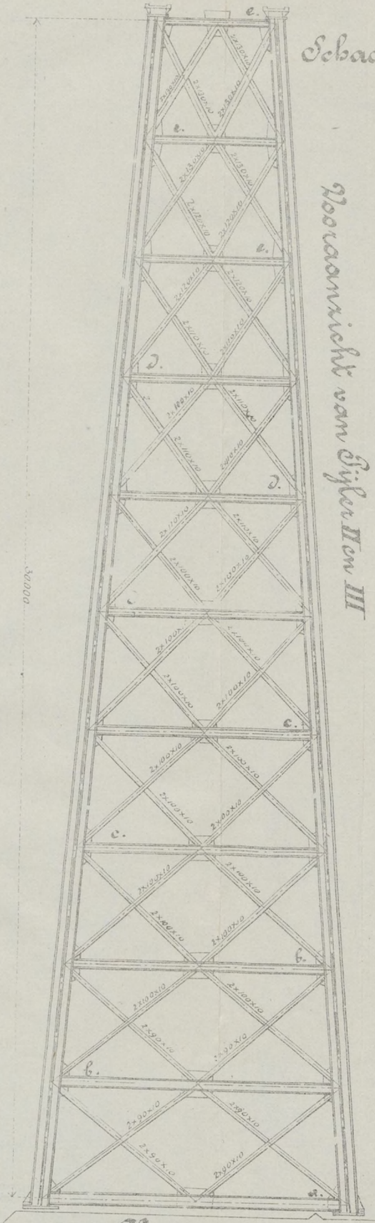




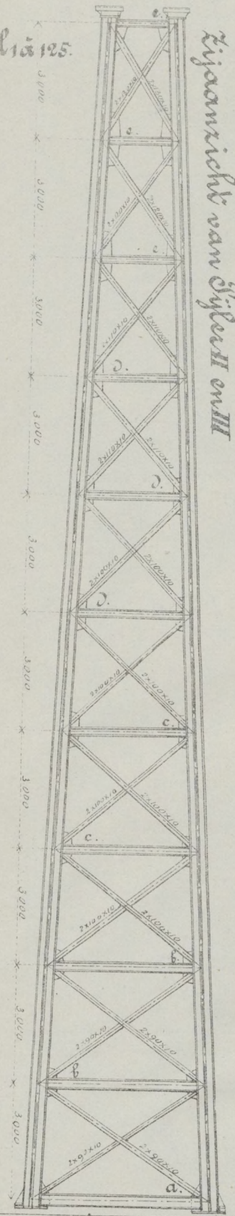
Ijsaät Viaduct.

Details van de Pylers.

Schaal 1à 125.

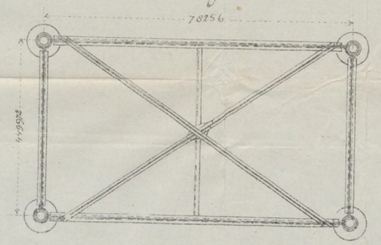


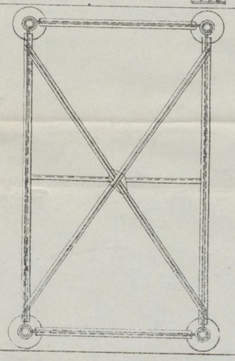
Vooraanzicht van Pijler II en III



Zijaanzicht van Pijler II en III

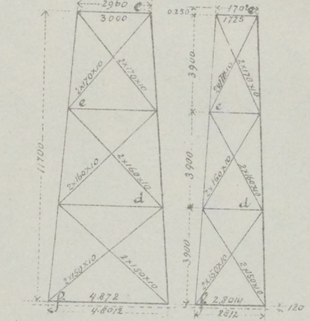
Platte grond.



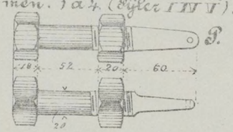


Schema van.

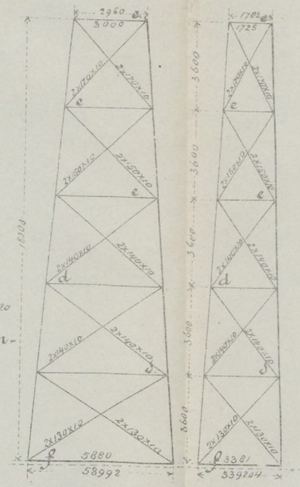
Pijler I



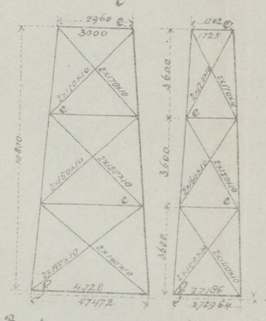
Bouten voor de laschen der Kolommen 1 à 4 (Pijler I IV V).



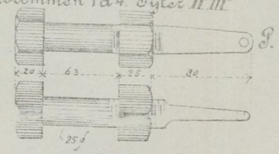
Pijler IV



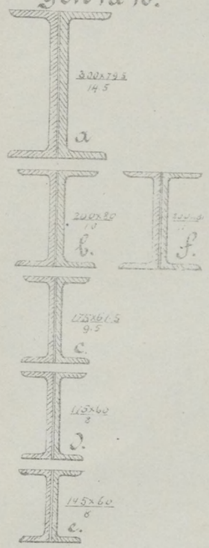
Pijler V



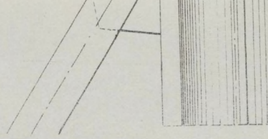
Bouten voor de laschen der Kolommen 1 à 4 Pijler II III



Dwarsprofielen der horizontale verbindingen 1 à 10.

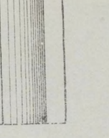


Doorsnede der Kolommen 1 à 4.

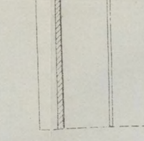


Profielijzers der Kolommen 1 à 10

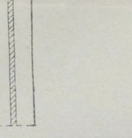
Pijler I



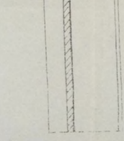
P. II III



P. IV



P. V



Knooppunt 1 à 10.

Lasch der Kolommen 1 à 15.

Pijlerkop 1 à 15.

Doorsnede Pijlerkop 1 à 15.

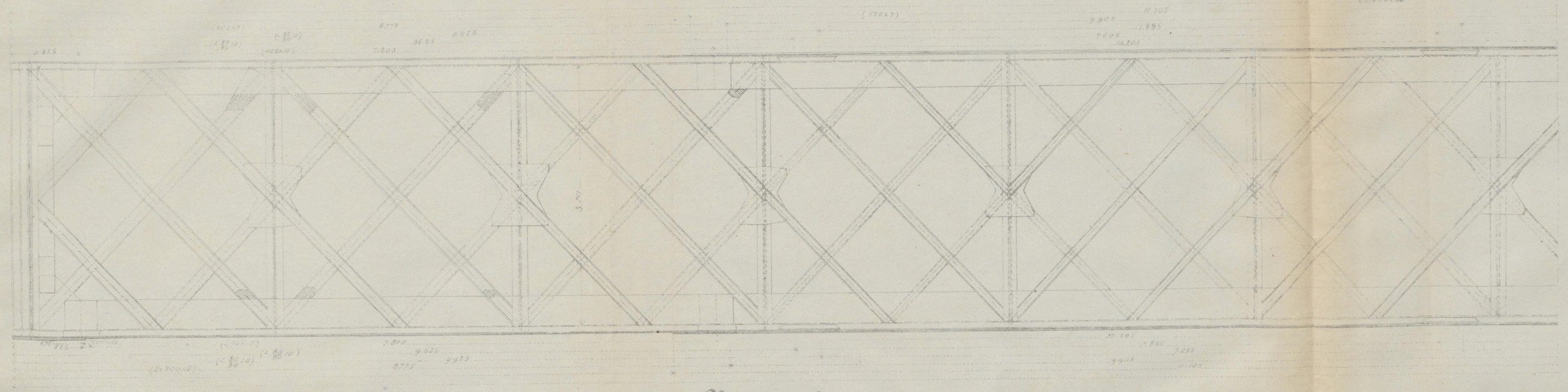
Bovenaanzichten Doorsnede Pijlerkop 1 à 15.

Blad 4.

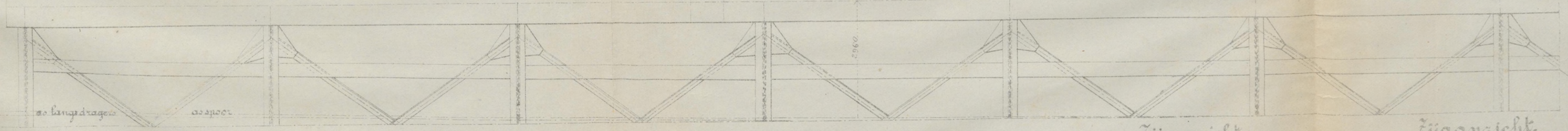
T/G

Tjisaät Viaduct

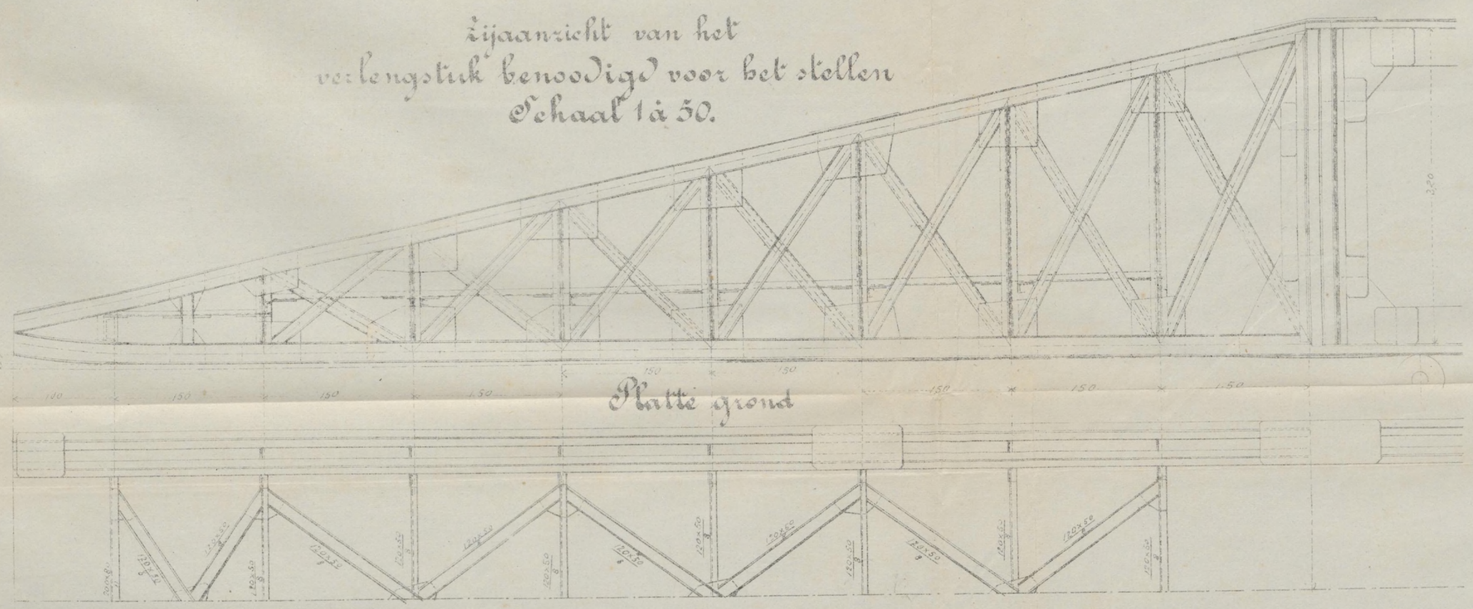
Zijaanzicht van een gedeelte der brug.
Schaal 1à40.



Platte grond.

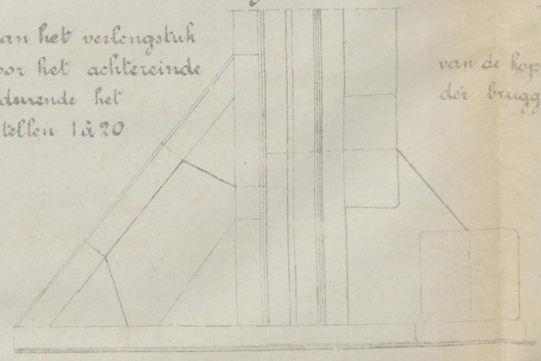


Zijaanzicht van het
verlengstuk benoodigd voor het stellen
Schaal 1à 50.

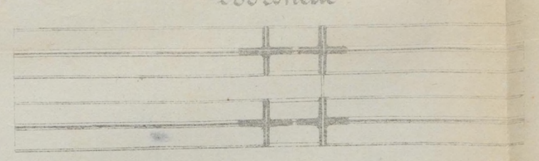


Platte grond

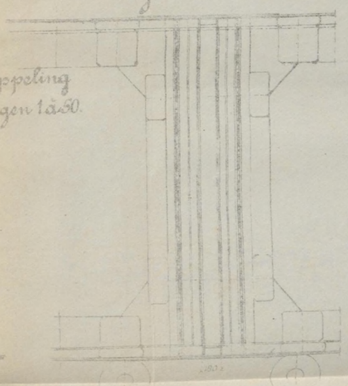
Zijaanzicht
van het verlengstuk
voor het achtereinde
gedeelte het
stellen 1à20



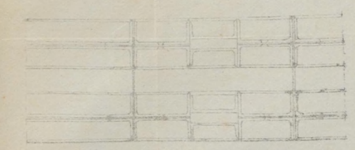
Dwarsnede



Zijaanzicht.
van de koppeling
der bruggen 1à50.



Dwarsnede 1à20.



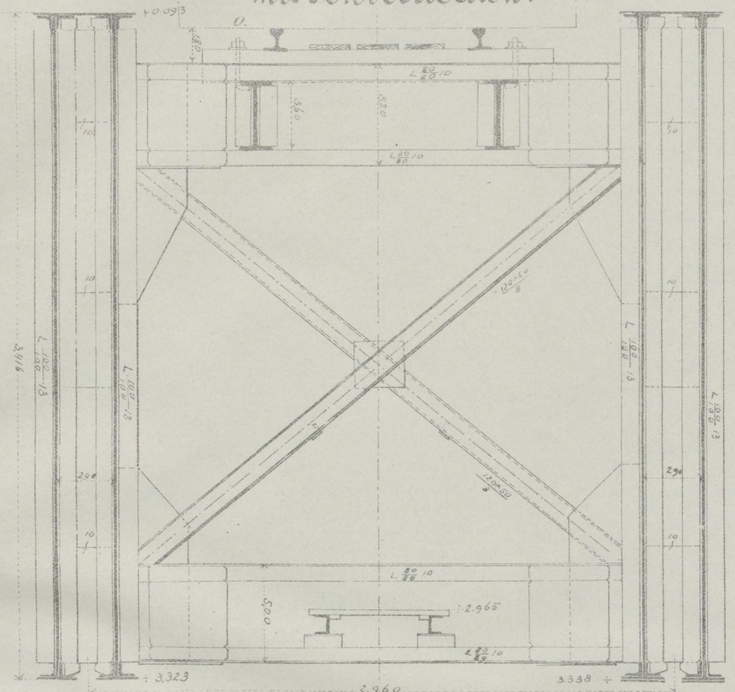
Blad 5.

T/G

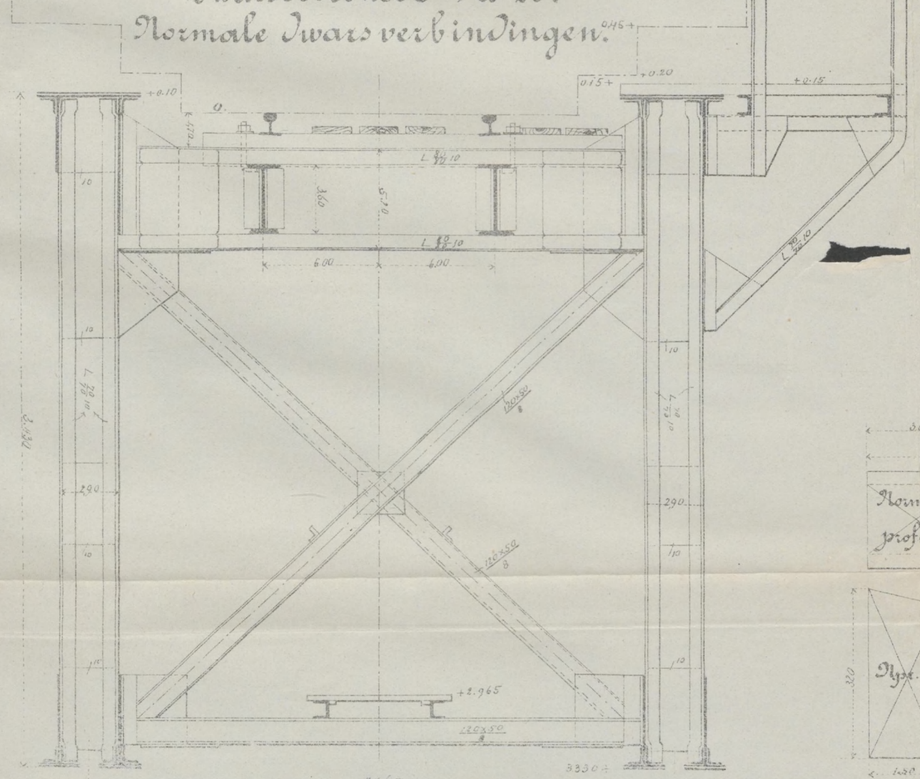
Viaduct Tjisaät.

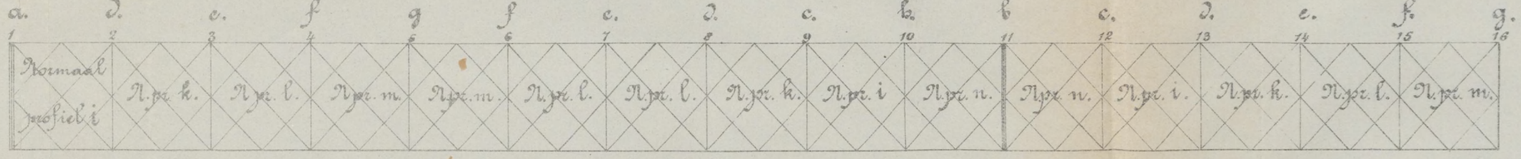
Details van de brug.

Dwarsdoorsnede 1 à 25.
Dwarsverbindingen bij de eind- en middenverticalen.

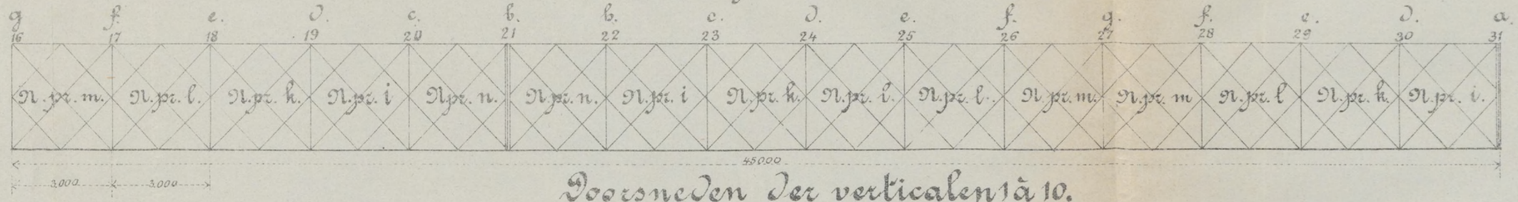


Dwarsdoorsnede 1 à 25.
Normale dwarsverbindingen.

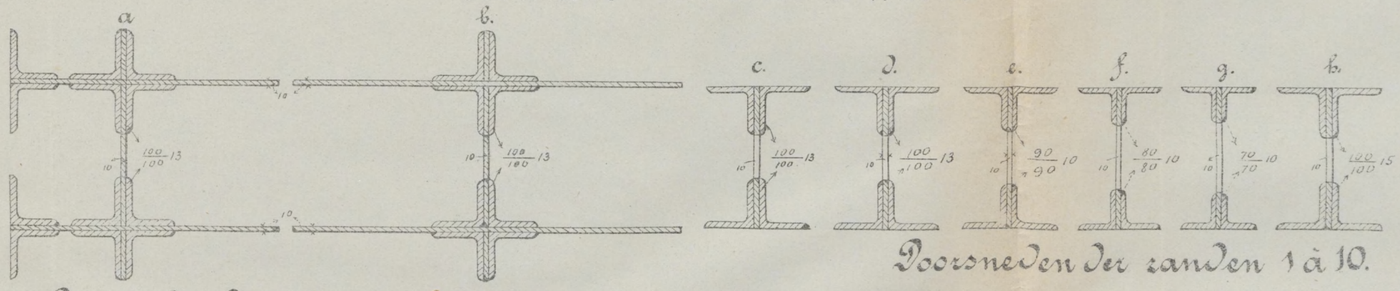




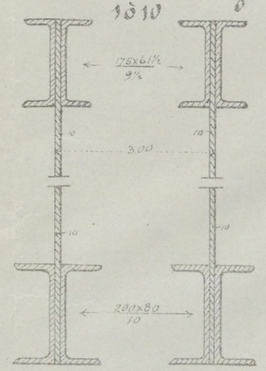
Schema der zijwanden 1 à 150



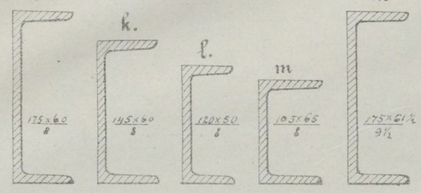
Doorsneden der verticalen 1 à 10.



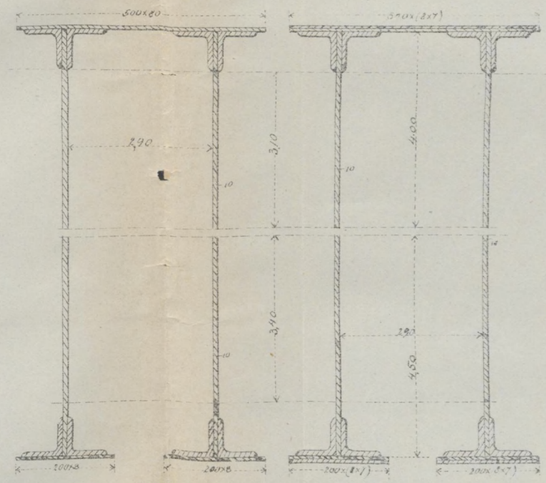
Doorsneden der zanden van het verlengstuk. 1 à 10



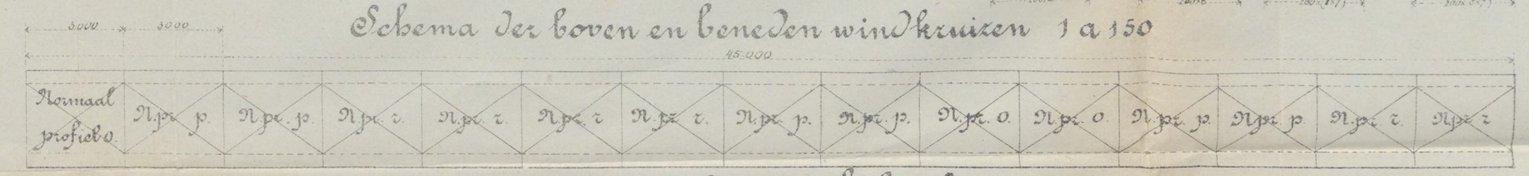
Dwarsprofielen der Diagonalen 1 à 5.



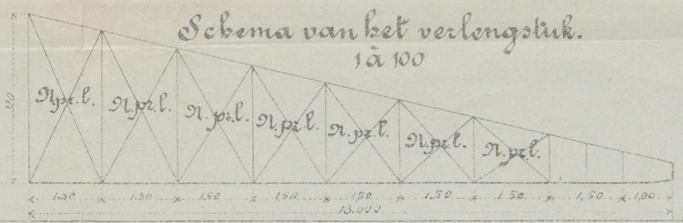
Doorsneden der zanden 1 à 10.



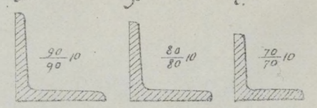
Schema der boven en beneden windkruizen 1 à 150

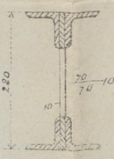


Schema van het verlengstuk. 1 à 100



Dwarsprofielen der windkruizen 1 à 5.





Profiel der verticalen van het verlengstuk. 1 à 10

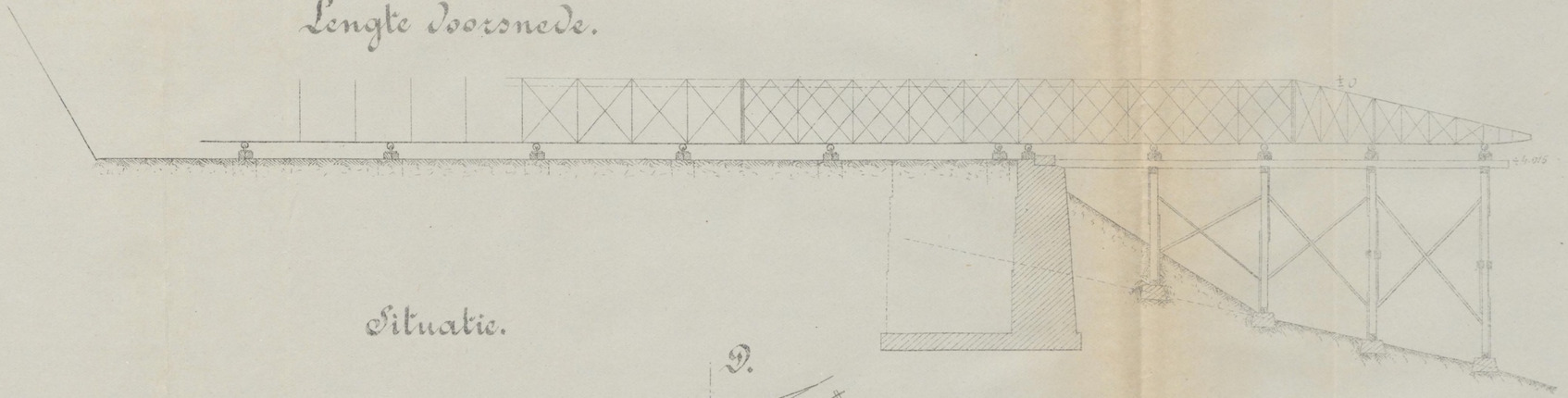
Blad 6.

T/G

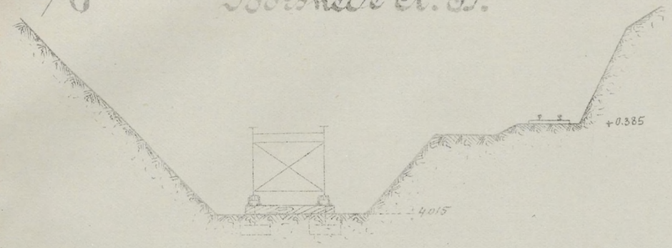
Tjisaät Viaduct.

Werkkamer.

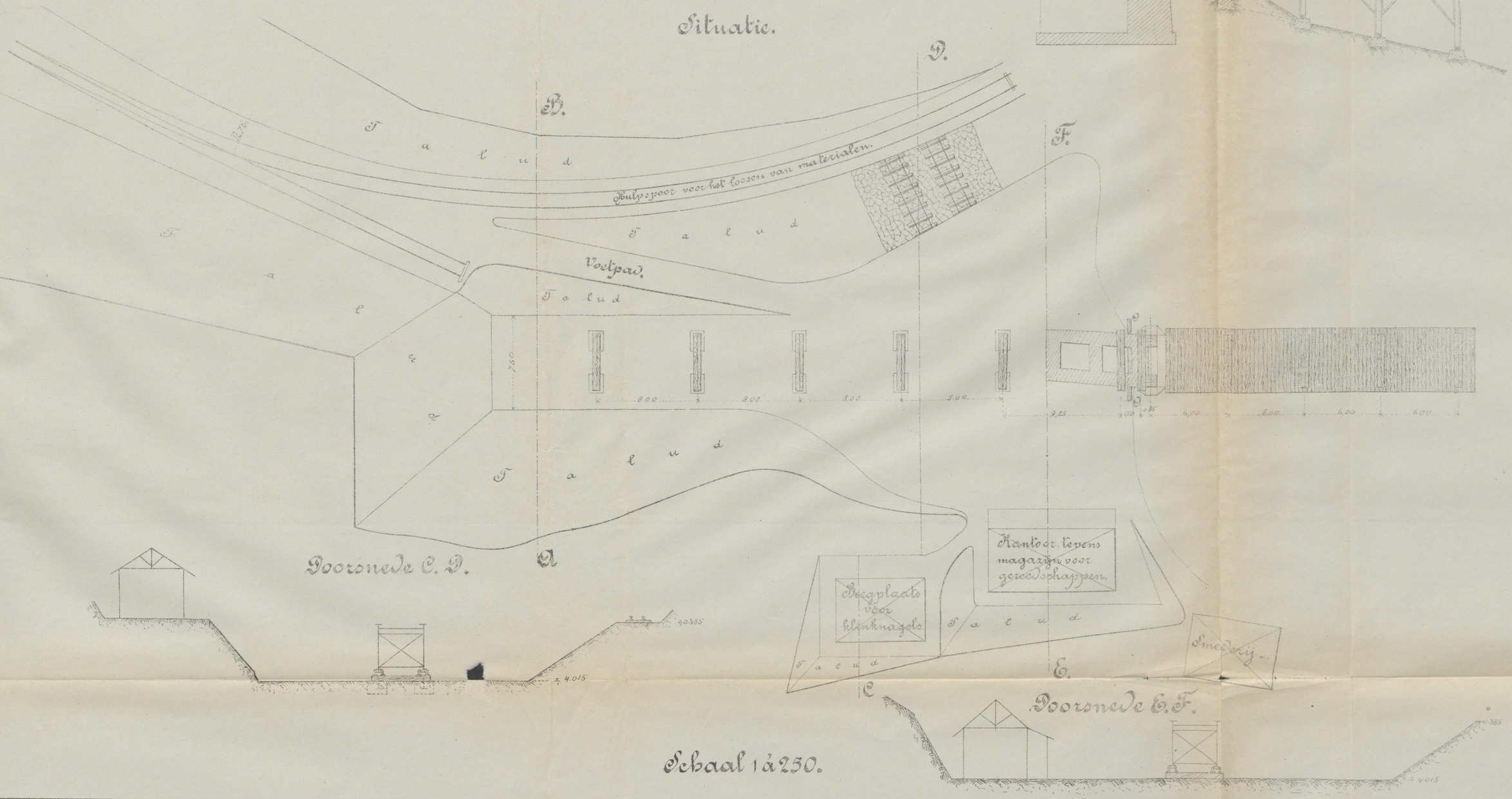
Lengte Doorsnede.



Doorsnede A. B.



Situatie.



Doorsnede C. D.

Doorsnede E. F.

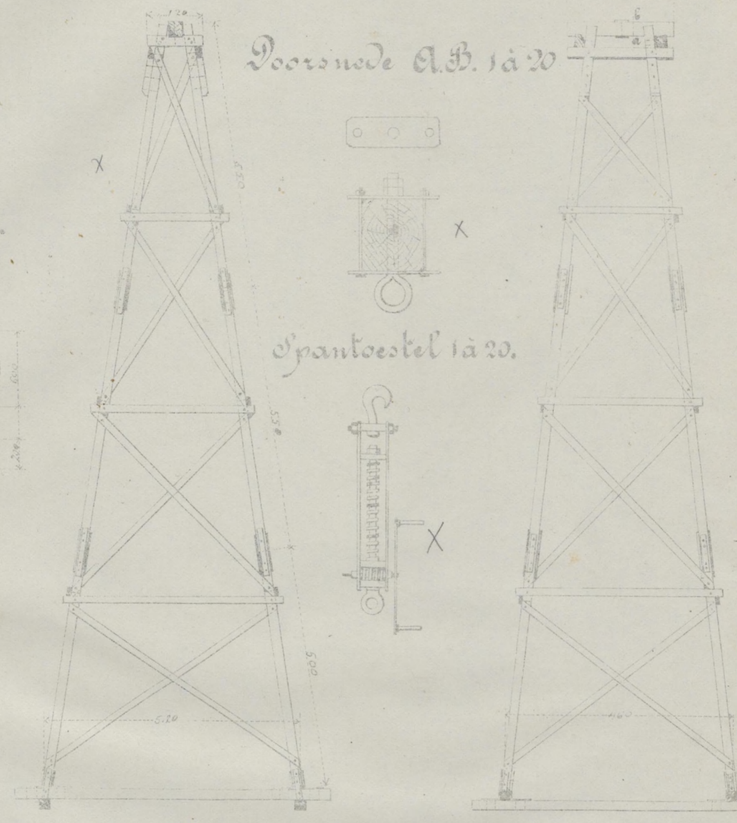
Schaal 1 à 250.

Blad 7.
T/G

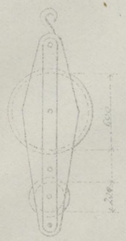
Opstelling Tjisaät Viaduct.

Houten bok voor den transportkabel. 1 à 100.

Doorsnede A.B. 1 à 20

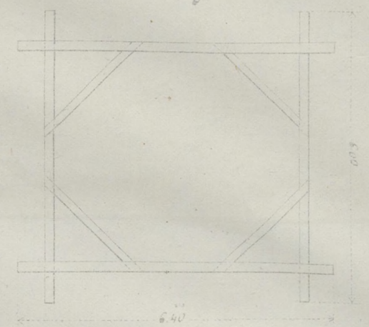


Blok C.

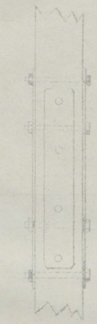


Spantoestel 1 à 20.

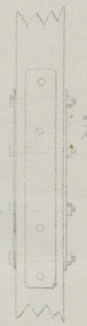
Platte grond.



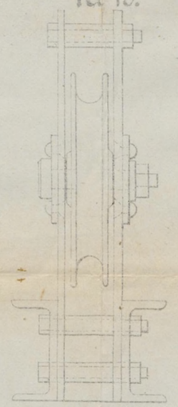
G. 1 à 20.



H. 1 à 20.

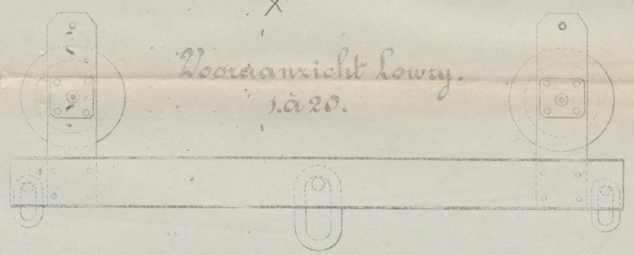


Zijaanzicht Lowrij. 1 à 10.



X

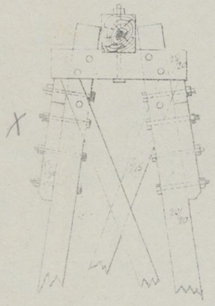
Vooraanzicht Lowrij. 1 à 20.



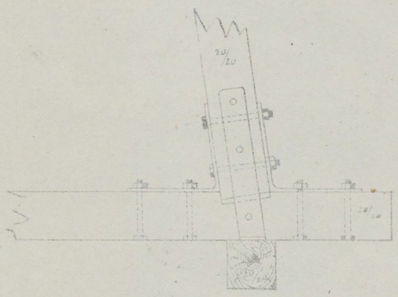
C. D. E. F. G. H.
Details van den bok

Details

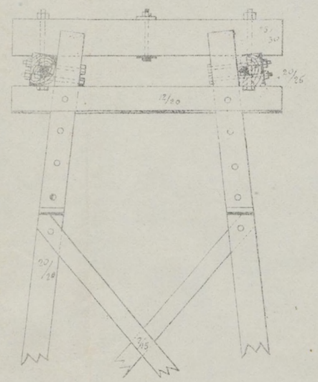
C. 1 à 40.



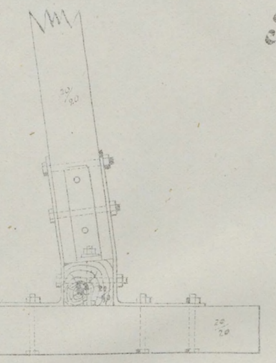
D. 1 à 20



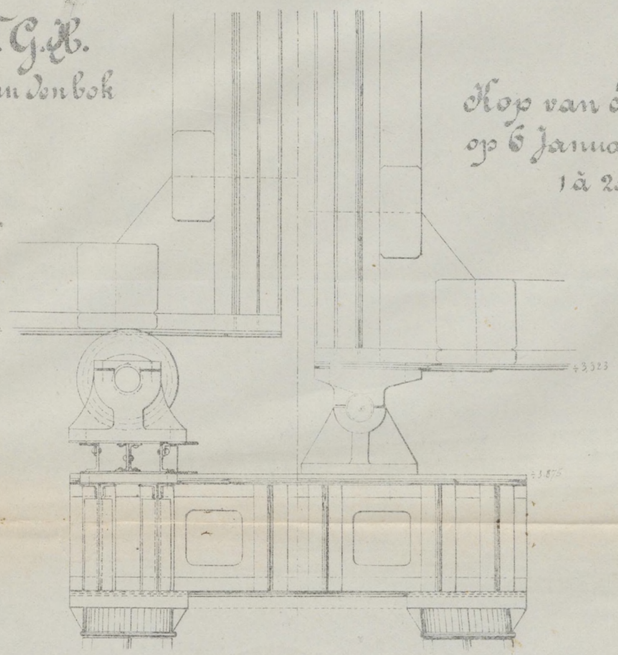
E. 1 à 40.



F. 1 à 20.

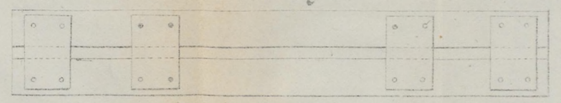


Kop van Pyler III op 6 Januari 1889 1 à 25

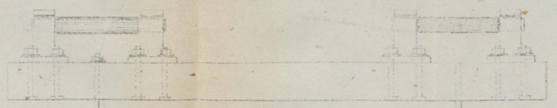


Bevestiging van de stelrollen 1 à 40

Platte grond.

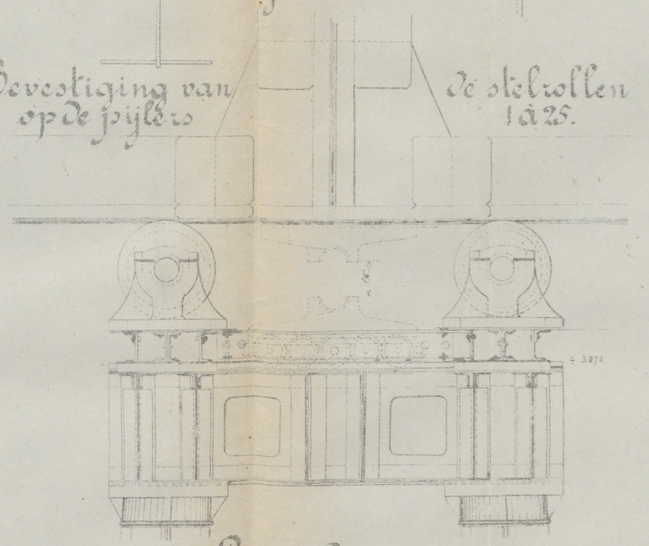


Voorzaanzicht

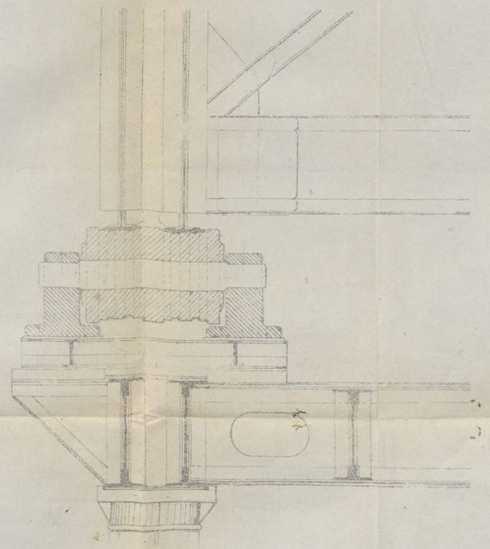


Zijaanzicht.

Bevestiging van de stelrollen op de pylers 1 à 25.



Doorsnede 1 à 25.



Blad 8. T/G

Beproeving van het viaduct over de Tjisaät ~.

Schaal 1à40.

Eigengewicht van de brug gerekend op 2000 KG per M².

Figuur N°1.

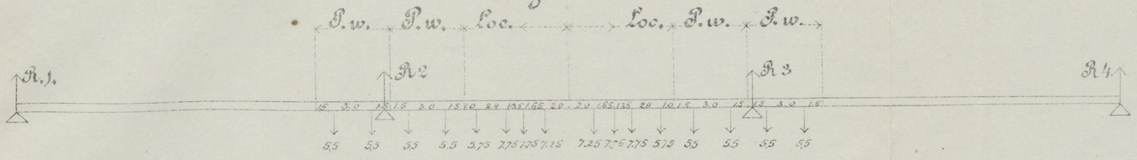


Fig. N°2.

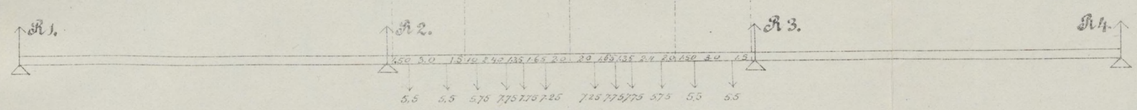


Fig. N° 3.

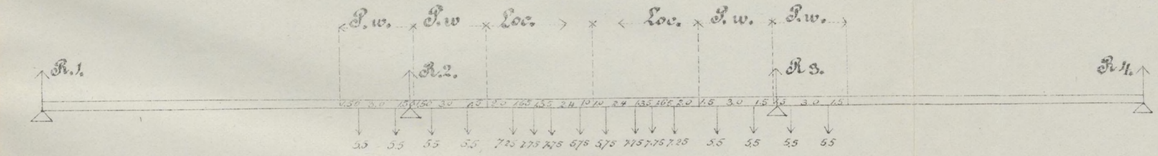


Fig. N° 4.

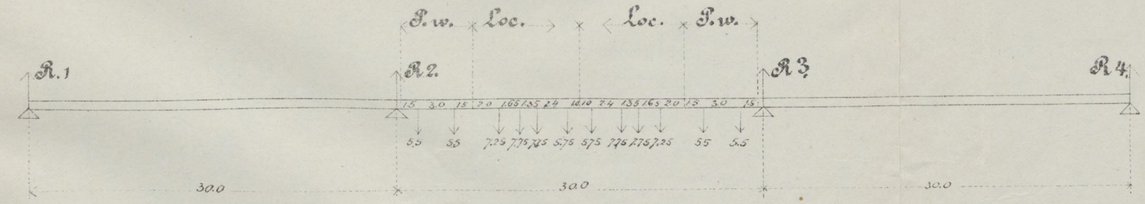
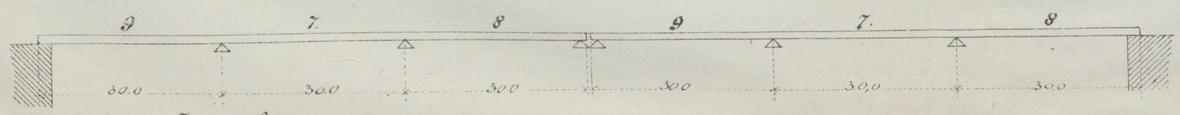


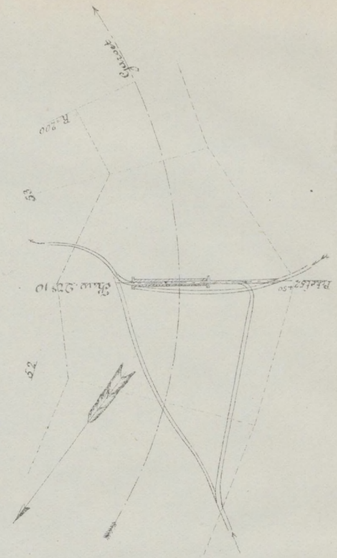
Fig. N°5.
Schaal 1à80.



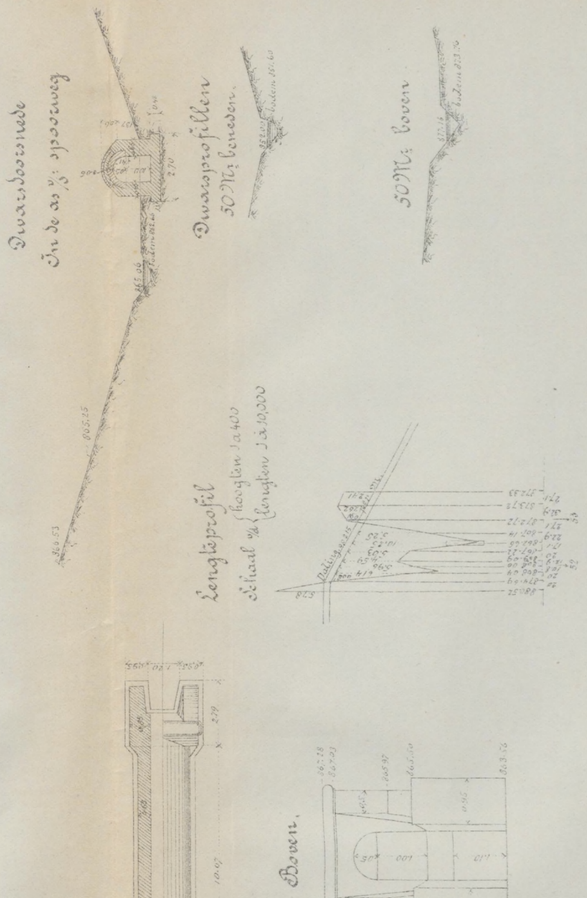
De in Fig N°5 boven de openingen geplaatste cijfers geven de millimeters tijdelijke doorbuiging aan, welke voorkwam bij de belasting als in Fig 1.

Fig 1. stand der locomotieven en Platte wagens bij de beproeving ~

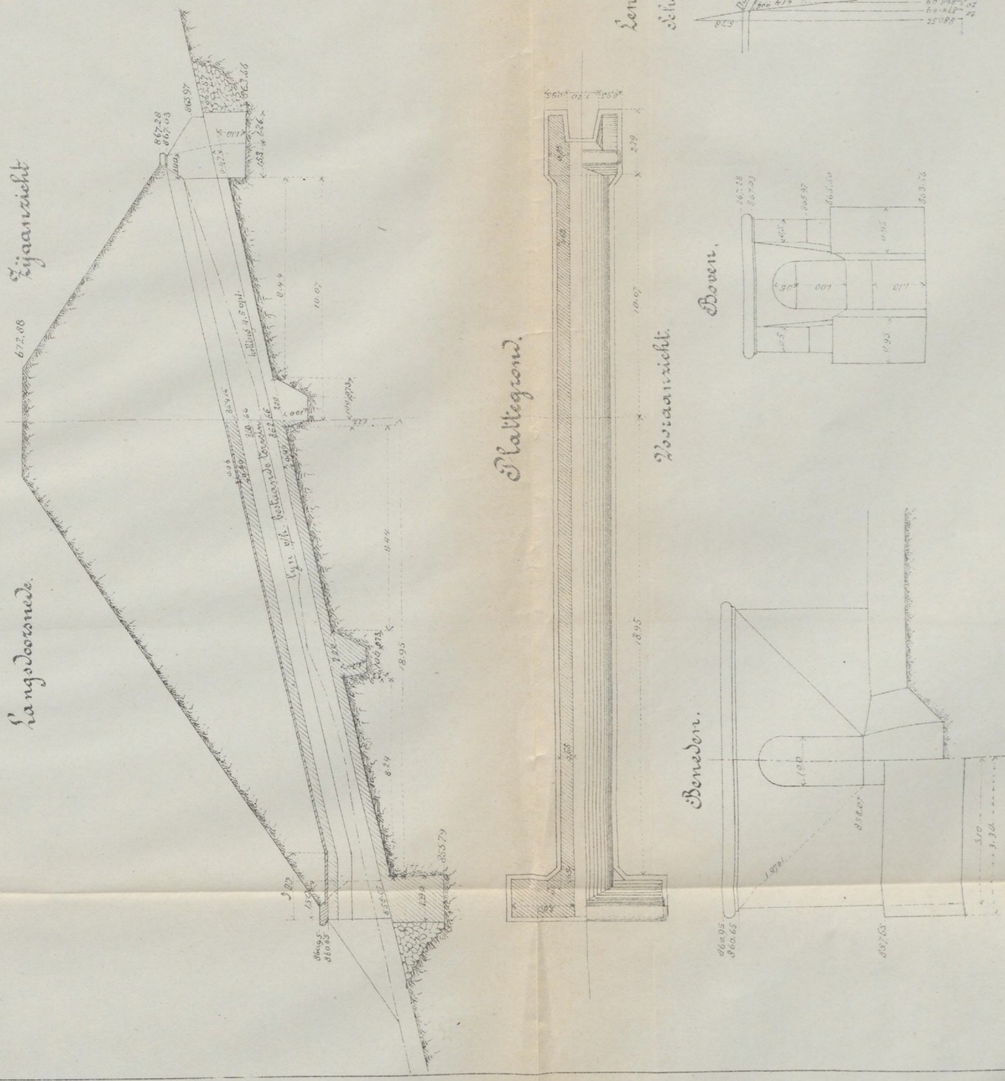
Situatie 1à2000.



Aanstuwing Dwarsdoorsnede Dwarsprofielen Langsprofiel
Dwarsdoorsnede Dwarsprofielen 50 Mt. boven.
Door de as v/d spoorweg 50 Mt. beneden. 50 Mt. boven
Schaal 1à100 Schaal 1à100 Schaal 1à1000



Langsdoorsnede. Plattegrond. Dwarsdoorsnede. Boven. Beneden.



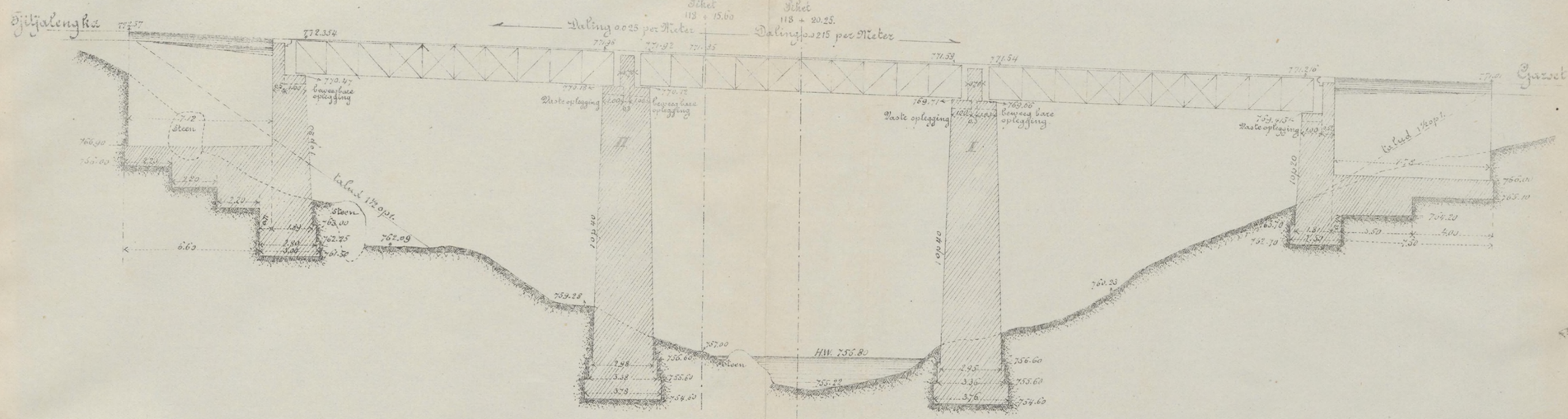
Blad 9.

T/G

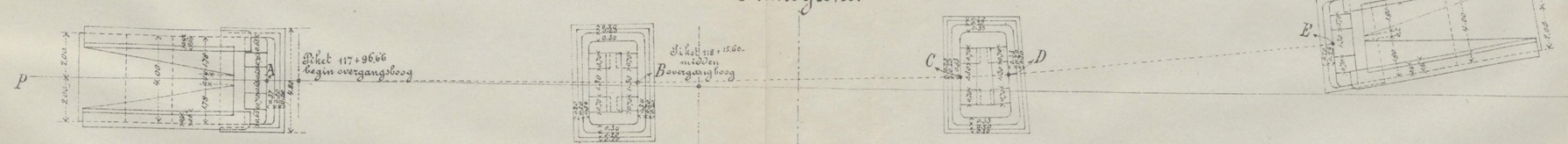
Kunstwerk N°. 30.

Viaduct wijd 3×15 Mr. over de Fjikalintang bij piket 118+20.25

Langsdoorsnede over ABCDE Schaal 1 à 200.



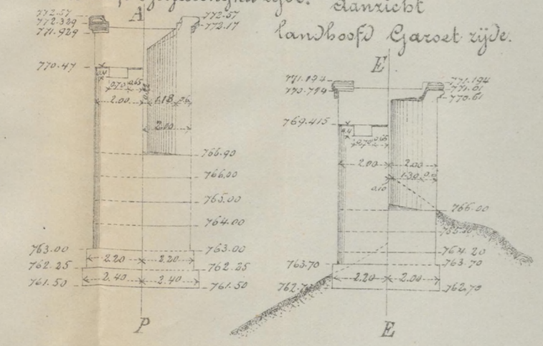
Platte grond.



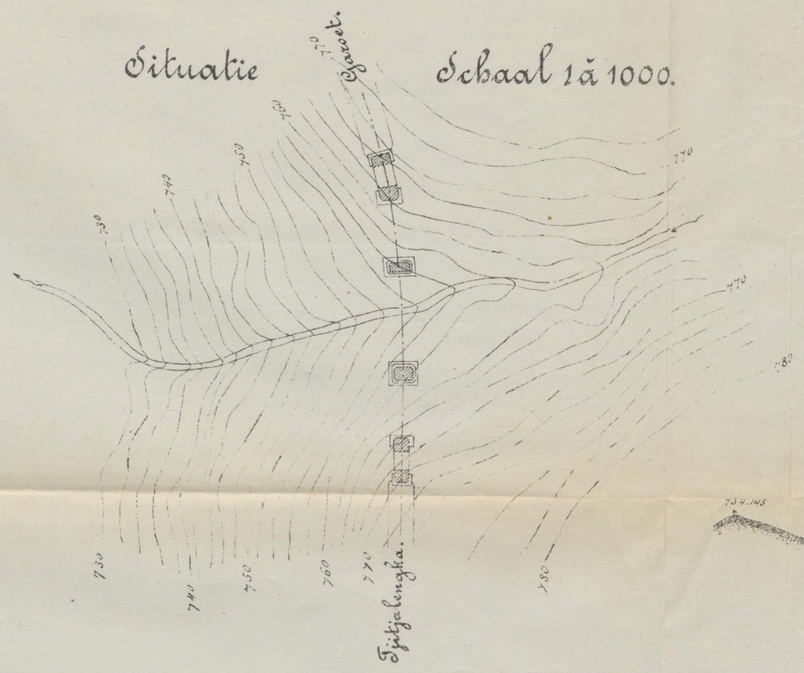
Aanzicht

Aanzicht landhoofd Fjitjalengka zijde.

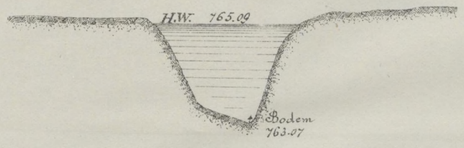
Aanzicht landhoofd Garoet zijde.



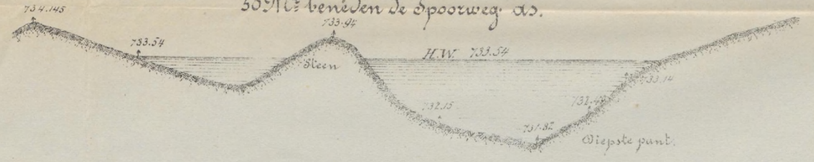
Situatie Schaal 1 à 1000.



Dwarsprofil 1 à 100.–
50 Mr. boven de Spoorweg as.



Dwarsprofil 1 à 100.–
50 Mr. beneden de Spoorweg as.



Platte grond

Veelhoek van A B C D E.

Schaal v/d. { abscissen 1:400.
ordinaten 1:40.

P Recht. A

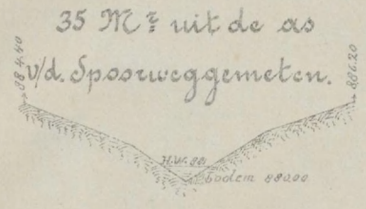
P Q. is het verlengde der as van het rechtelijn gedeelte.
O is het piket 118+20.25
A B. B C. en D E zijnde assen der ligger bruggen van 6 Mr.

Blad 10.

T/G

Dwarsprofillen
Schaal 1:400.

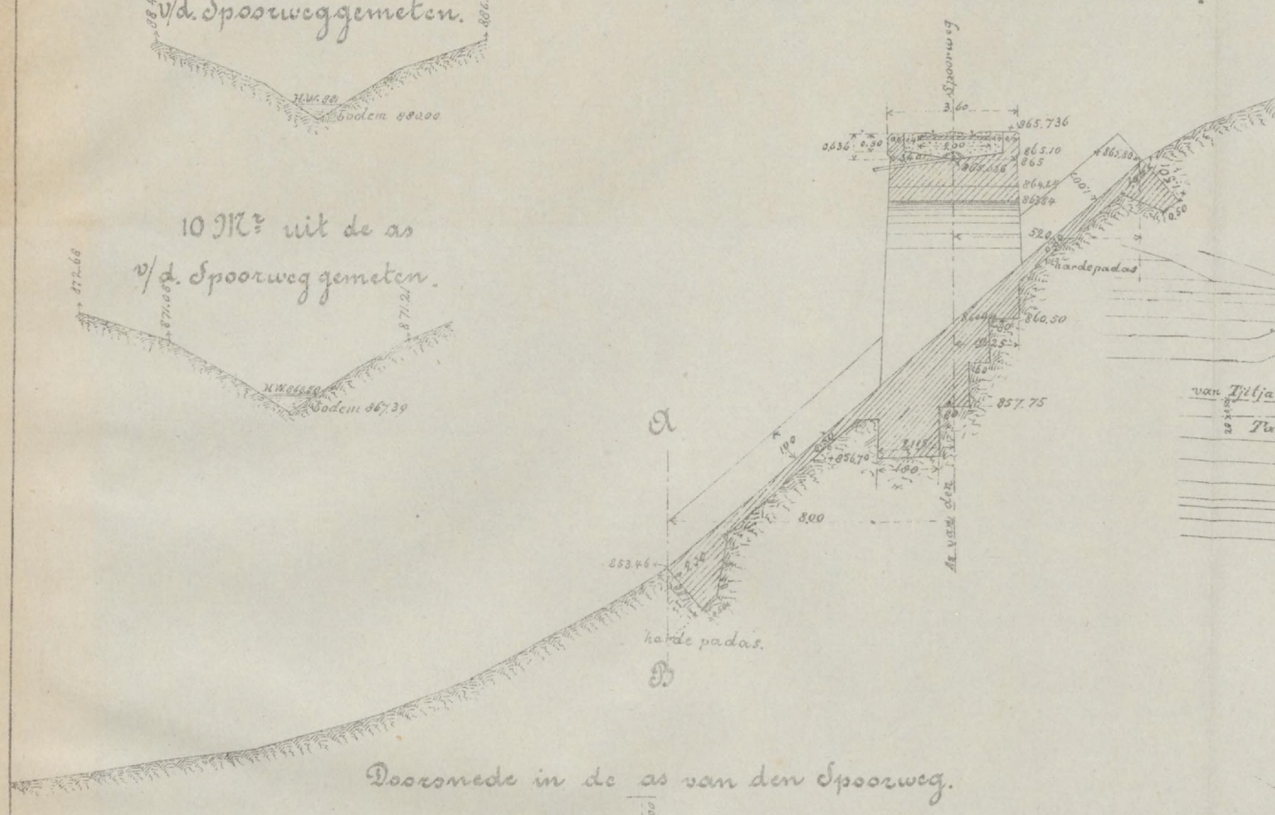
35 M² uit de as v/d. Spoorweg gemeten.



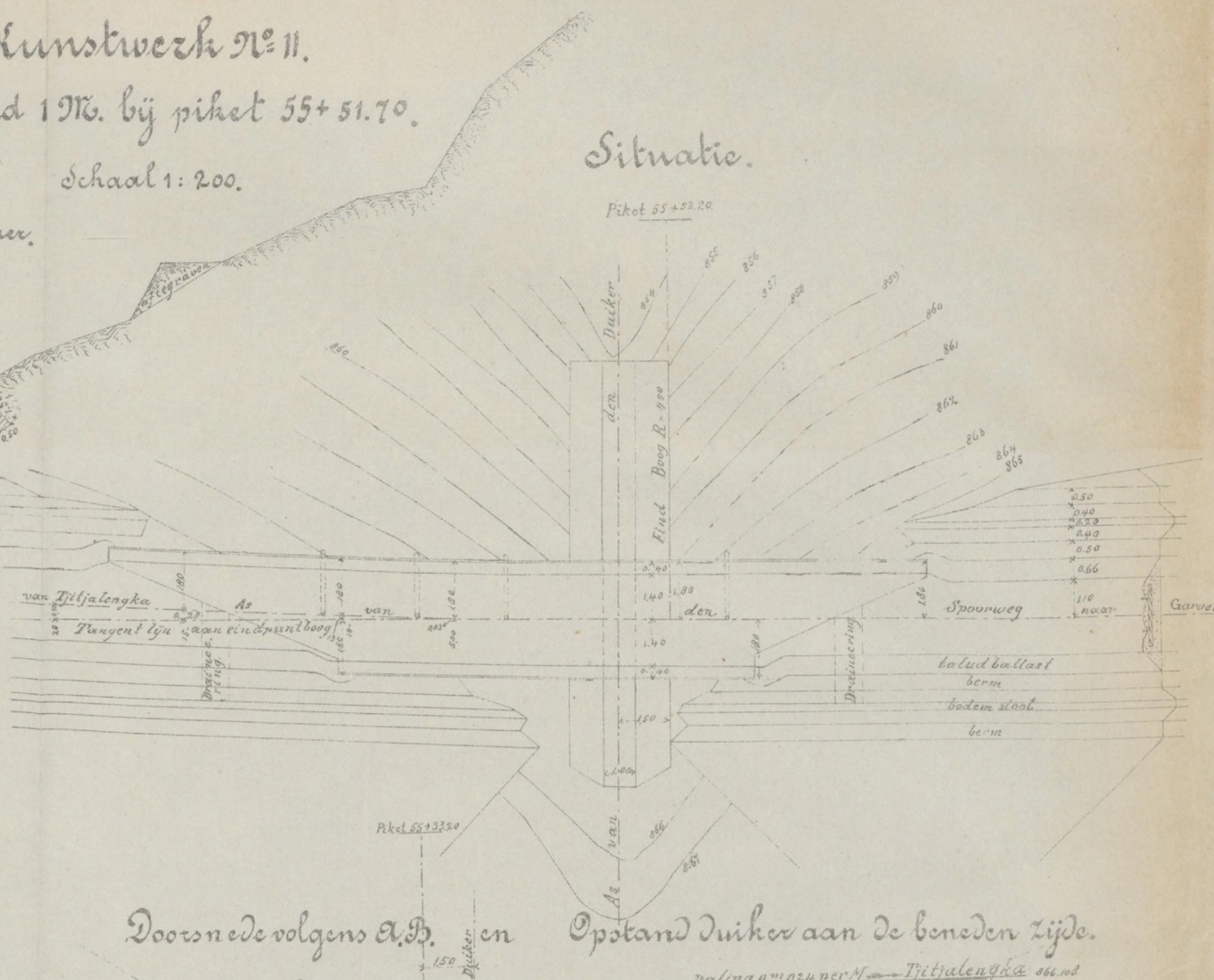
10 M² uit de as v/d. Spoorweg gemeten.

Kunstwerk N°11.
Duiker wijd 1 M. bij piket 55+51.70.
Schaal 1:200.

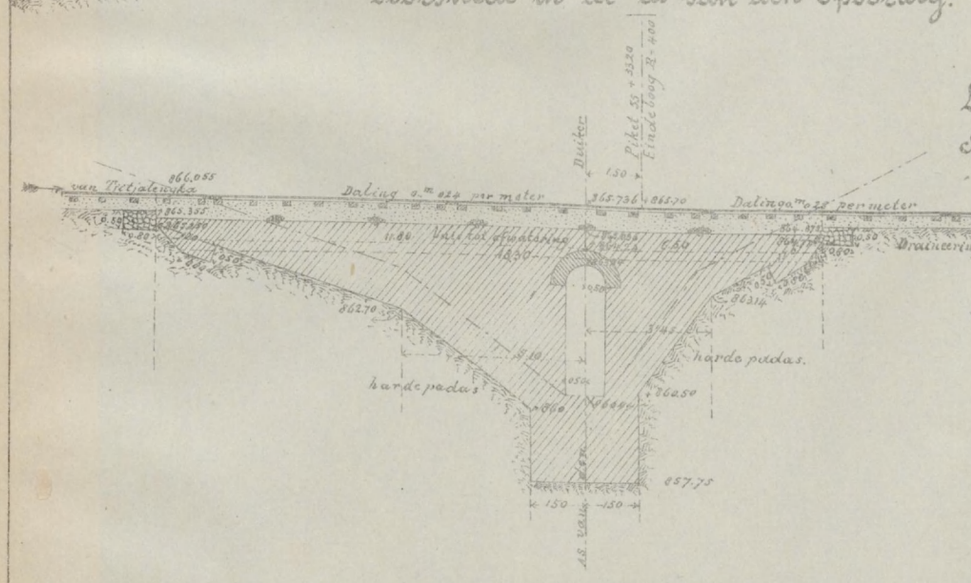
Doorsnede in de as van den duiker.



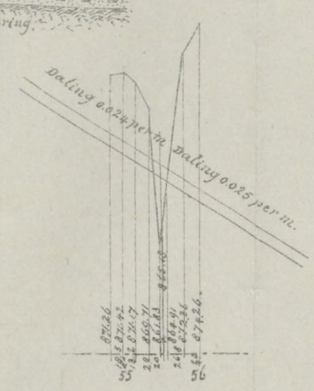
Situatie.



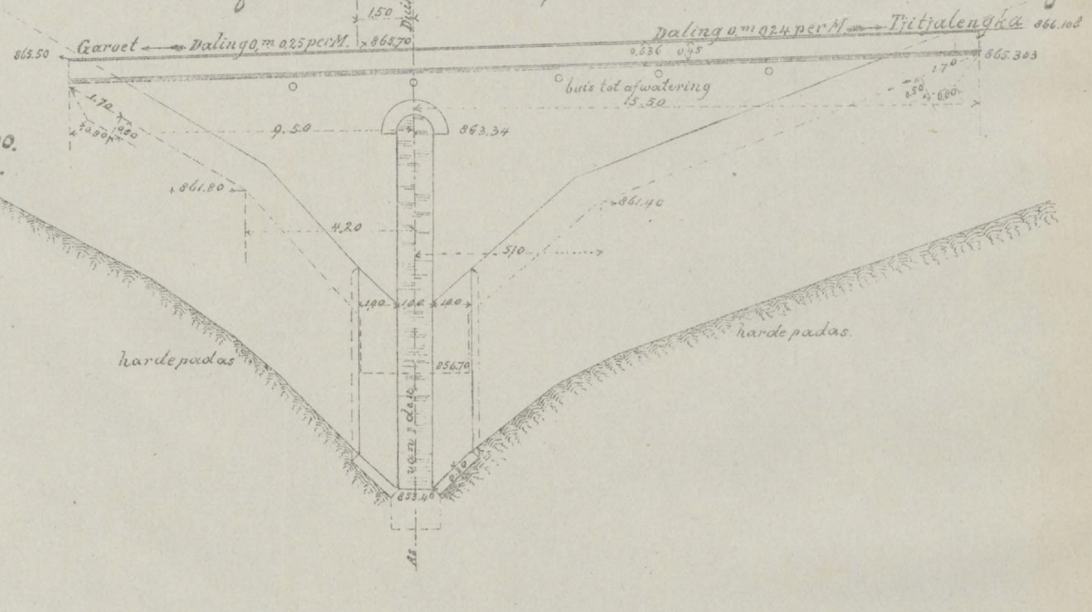
Doorsnede volgens A.B.



Lengte profil.
Schaal v/d { lengte 1:10000. hoogte 1:400.

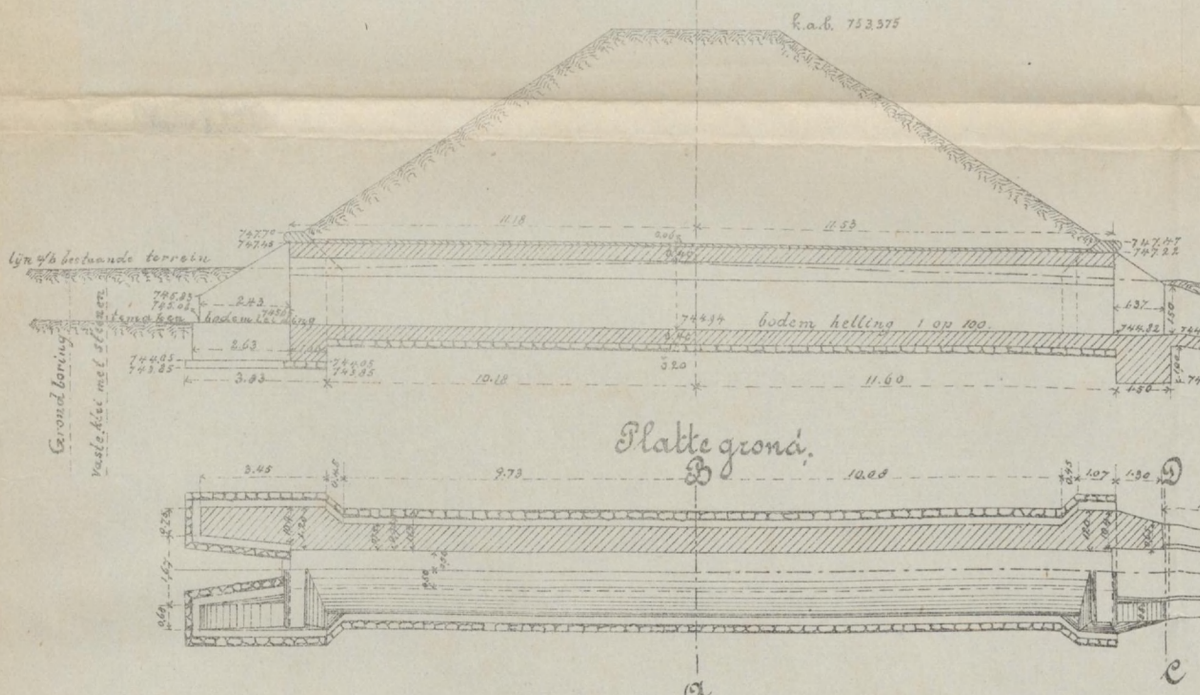


Doorsnede en Opstand Duiker aan de beneden zijde.

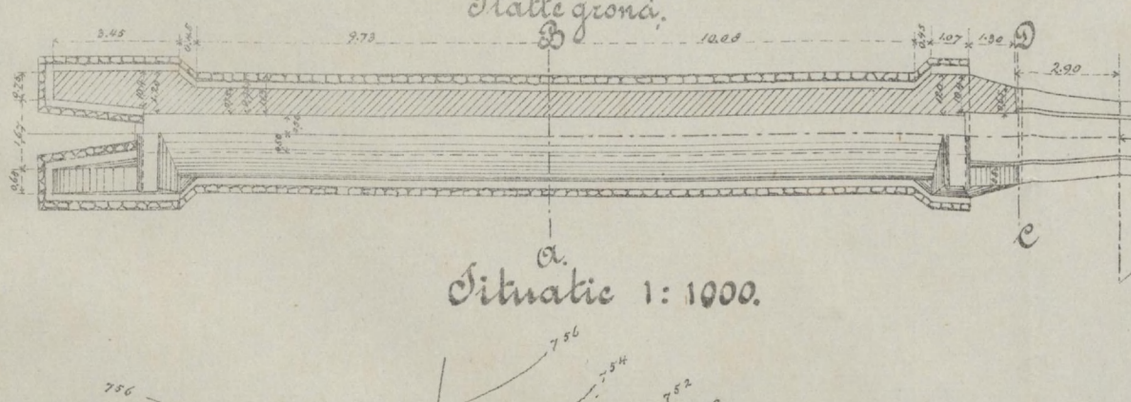


Kunstwerk N°33.
Duiker wijd 1.00 M. piket 126+5.
Schaal 1 à 200.

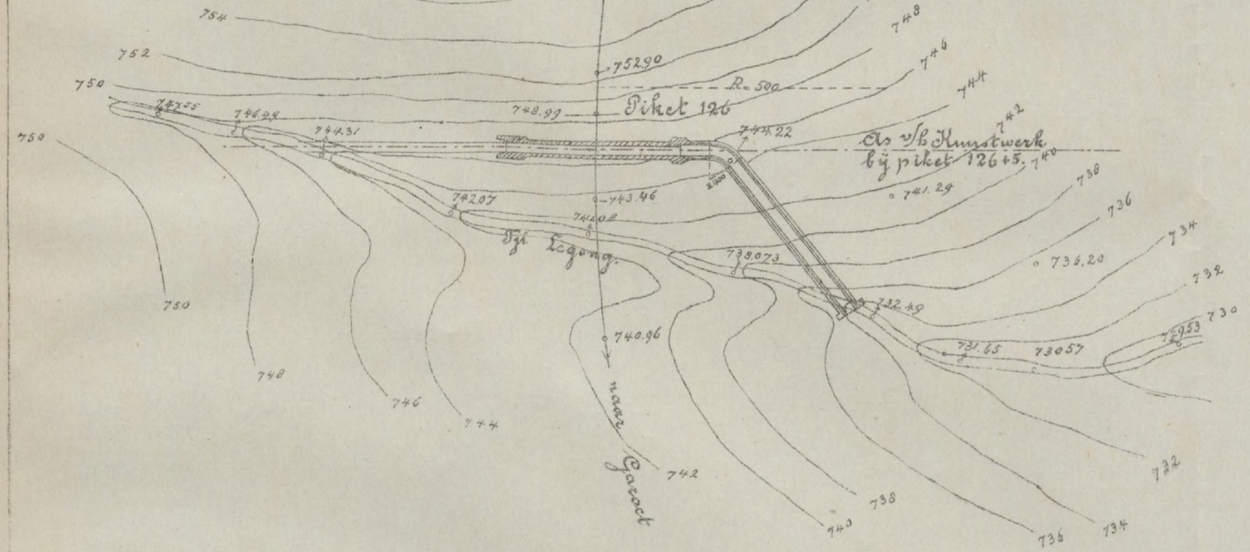
Langsdoorsnede.



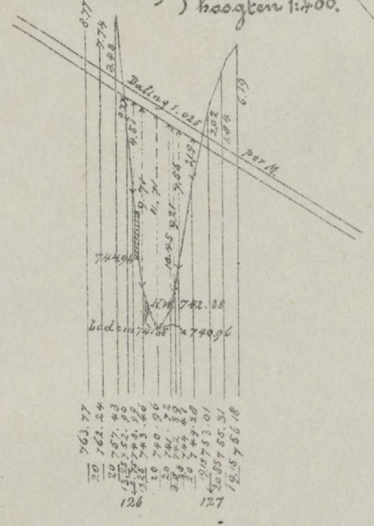
Plattegrond.



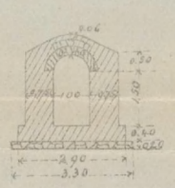
Situatie 1:1000.



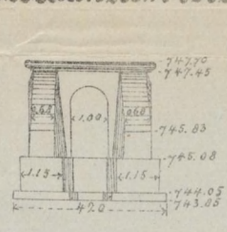
Lengte profil
Schaal v/d { lengten 1:10000. hoogten 1:400.



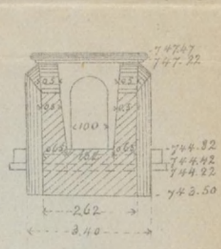
Doorsnede A.B.



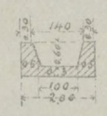
Vooraanzicht boven.



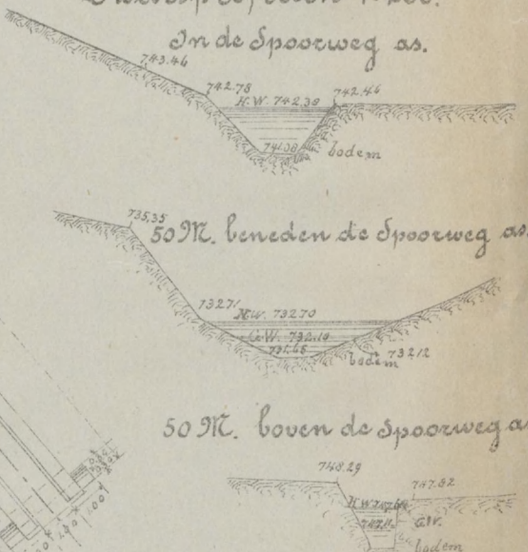
Doorsnede C.D.



Doorsnede E.F.



Doorsnede G.H.



Dwarsprofillen 1:200.

In de Spoorweg as.

50 M. beneden de Spoorweg as.

50 M. boven de Spoorweg as.