

W. WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 5.

INHOUD: De werktuigen van het stoomgemaal „Cruquius” van de Haarlemmermeer, door prof. ir. J. C. DIJXHOORN.

De werktuigen van het stoomgemaal „Cruquius” van de Haarlemmermeer

door

prof. ir. J. C. DIJXHOORN.

Inleiding tot de excursie van het Kon. Instituut van Ingenieurs op 10 Juni 1933.

Van de oorspronkelijke Haarlemmermeer-machines is alleen de „Cruquius” overgebleven. Korte terugblik in de geschiedenis. Het eigenaardige systeem, voor deze werktuigen gekozen, is destijds afgeleid uit dat van de mijnpomp-machines in Cornwallis, die een eeuw geleden op hoogen trap stonden. Beschrijving van de machines van het stoomgemaal en van haar werking. Kolenverbruik.

De drie stoomgemalen, waarmede het Haarlemmermeer in den tijd van 1 April 1849 tot 1 Juli 1852 is drooggepompt, de „Leeghwater” bij Sassenheim, de „Lynden” bij Sloten en de „Cruquius” bij Heemstede en waarvan de oorspronkelijke machines tot het einde van de vorige eeuw in de drooghouding van de Meer hebben voorzien, waren vrijwel van geheel gelijke constructie. Van deze machines zijn alleen die van de „Cruquius” in stand gebleven.

In het gemaal „Lynden” is de eerste machine-installatie vervangen eerst door twee centrifugaalpomp, elk direct gedreven door een verticale tandem-compound-machine. Daarna is daarbij elektrische drijfkracht geïnstalleerd.

In het gemaal „Leeghwater” zijn in plaats van de eerste stoompomp-machine centrifugaalpomp opgesteld, gedreven door directwerkende Dieselmotoren, waarvan de nieuwste Diesel-centrifugaalmachine in het einde van het vorige jaar in werking is gesteld.

Dit opstel betreft uitsluitend de „Cruquius”, het gemaal, dat, zooals gezegd, nog in den oorspronkelijken toestand bestaat en een historisch monument vormt, niet alleen voor de geschiedenis van de Haarlemmermeer-bemaling, maar ook voor de technische wetenschap in het algemeen, en dat de belangstelling van ons ingenieurs dus zeker ten volle verdient.

Eerst een korte terugblik.

Nadat JAN ADRIAANZON LEEGHWATER reeds in de eerste helft van de 17e eeuw, toen hij de droogmaking van de Beemster tot stand had gebracht, zoo warm had gepleit voor droogmaking van het Haarlemmermeer, vooral door de uitgaaf van zijn bekend Haarlemmermeerboek, heeft het nog twee eeuwen geduurd, alvorens tot deze droogmaking werd besloten. Doch toen eindelijk bij de wet van 22 Maart 1839 tot de droogmaking door het Rijk was besloten, stond het nog volstrekt niet vast, of wind dan wel stoom als drijfkracht zou worden gebezigd. Deze vraag had reeds tot talrijke rapporten van commissiën en vooraanstaande personen uit dien tijd aanleiding gegeven, waarmede ik U niet zal vermoeien. Laat ik slechts vermelden, dat in Maart 1840 bij Besluit van Koning Willem I een commissie van uitvoering werd benoemd, bestaande uit den ingenieur M. G. BEYERINCK, A. LIPKENS, die kort daarop Directeur van de Koninklijke Akademie te Delft werd, en Dr. G. SIMONS, die in later tijd zijn opvolger als zoodanig zou worden.

Deze commissie berekende het vereischte vermogen voor drie te stichten stoomgemalen op 1084 water pk tezamen. Elk van deze gemalen zou onder normale omstandigheden in ronde cijfers 325 m³ per minuut 5 m hoog moeten opvoeren, hetgeen $\frac{325 \times 5}{4.5} = 361$ water pk uitmaakt.

Op grond van haar rapport werd reeds 21 November

1840 bij Besluit van Koning Willem II bepaald, dat de bemaling door stoomkracht zou geschieden¹⁾.

Voor het overwinnen der opvoerhoogte van 5 m in één trap kwamen destijds als wateropvoerwerktuigen alleen zuigerpompen in aanmerking.

Zoowel LIPKENS als SIMONS hadden door hun herhaalde bezoeken aan Engelsche pompwerktuigen de beroemde stoompomp-machines voor de mijnen leeren kennen, werkende volgens het systeem, dat door JAMES WATT, vooral in Cornwallis was ingevoerd en dat, na diens uittreden uit de firma Boulton & Watt in 1800, door de firma James Watt & Co., maar ook door andere firma's, veelvuldig was toegepast en verder ontwikkeld nadat het patent van JAMES WATT in dat jaar 1800 was afgeloopen. Het stond dus van het begin af wel vast, dat voor de Haarlemmermeer het Cornwall-systeem voor de stoom-machines zou worden gevolgd.

Het hoofdbeginsel van die oude beroemde Cornwall-machine zal den meesten Uwer wel eenigermate bekend zijn; maar het moet ons heel helder voor oogen staan om de machine van de „Cruquius”, die een volgende ontwikkelingstrap vertegenwoordigt, te begrijpen en te waardeeren. Laat ik het dus nog eens in herinnering brengen.

Fig. 1 stelt zulk een Cornwall-machine voor omstreeks uit het jaar 1830. De mijnpomp wordt door het buiten-einde van een balans gedreven. De kracht, om den pomp-zuiger en de zware pompstangen omhoog te trekken, wordt geleverd door de enkelwerkende stoommachine. De injectie-condensor en de luchtpomp zijn buitenshuis opgesteld.

De stoomcilinder heeft drie kleppen. In de cilinder-doorsnede, fig. 2, ziet men de evenwichtsklep, die den cilindertop met den cilinderbodem in gemeenschap kan stellen, en de uitlaatklep van den cilinderbodem naar den condensor. De stoomklep, die verschen stoom voor den cilindertop toelaat, bevindt zich in deze figuur achter de evenwichtsklep. Ze is dus in de doorsnede niet te zien. De cilinder en zijn bodem zijn van een stoommantel voorzien, afwaterende naar den stoomketel, die daarom lager is opgesteld dan de machine. Het cilinderdeksel is niet gemanteld. Dit was te lastig voor de toegankelijkheid van den zuiger, waarvan de junkdichting (*junk is werk, hennepdichting*) nog wel eens moest worden nagezien.

De stoomverdeling wordt geregeld door een *plugrod*, een kleppenstang, door de balans bewogen. In het doode-punt, boven, moet de stoomklep geopend worden voor den cilindertop en de condensorklep voor den cilinderbodem. Na een gedeelte van den neergaanden slag sluit de neer-

¹⁾ Koning WILLEM I had 7 October 1840 afstand gedaan en de regeering aan Koning WILLEM II overgedragen.

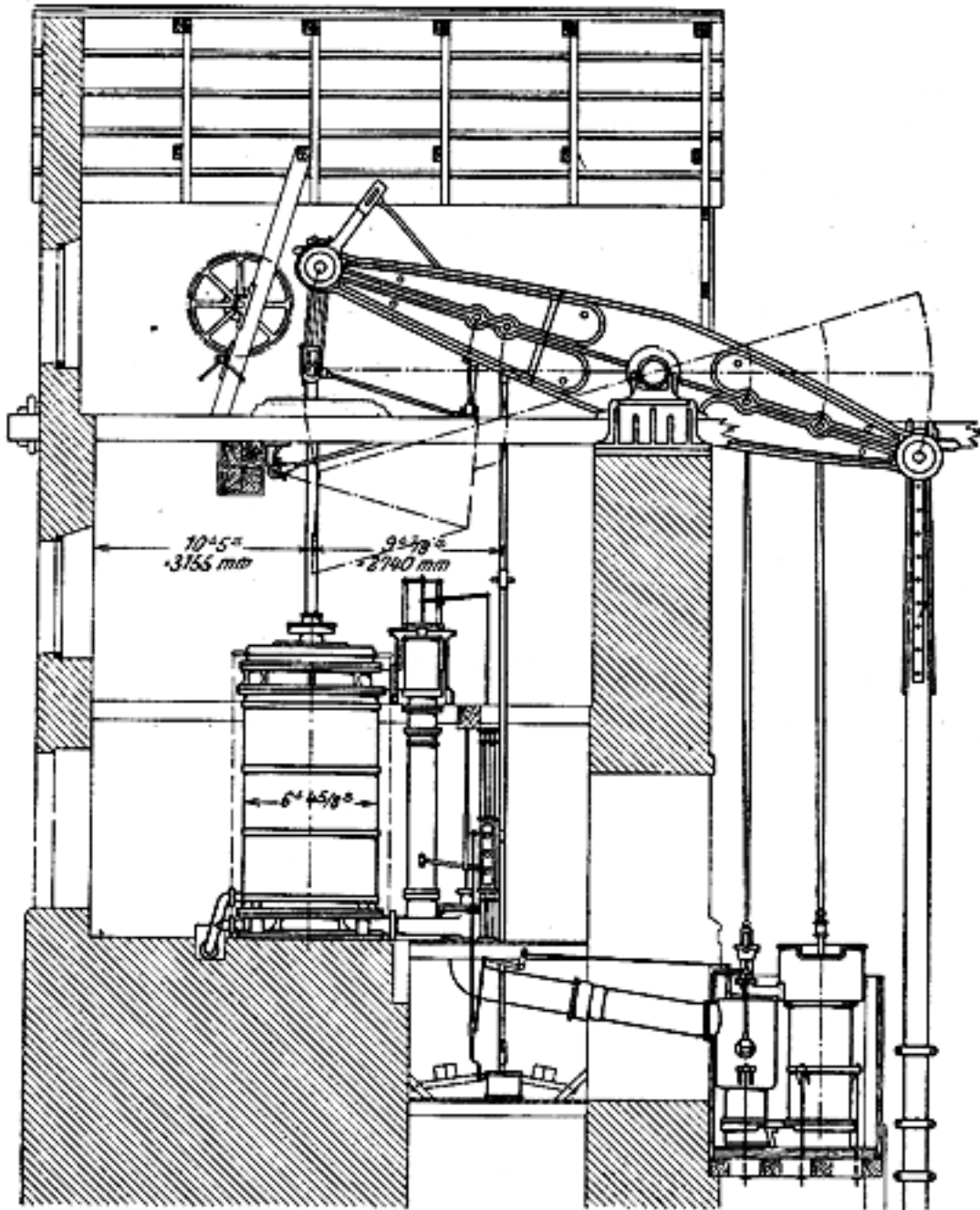


Fig. 1. Cornwall-machine, omstreeks 1830. (Naar POLE, The Cornish Pumping Engine London 1842.)

gaande kleppenstang de inlaatklep. De verdere slag wordt met expansie afgelegd. Vóór het bereiken van het doodepunt, onder, wordt de condensorklep gesloten. Daarna wordt de evenwichtsklep geopend voor het maken van den opwaartschen zuigerslag door invloed van de zware pompen met stangen in de mijnschacht. Bij dezen evenwichtsslag vloeit de stoom van den cylindertop naar den cylinderbodem.

Het bovengedeelte van den cylinder komt dus beurtelings in aanraking met verschen stoom en met evenwichtsstoom, het ondergedeelte beurtelings met evenwichtsstoom en met condensorvacuum. Nooit komt dezelfde zuigerzijde beurtelings in aanraking met verschen en met afvoerstoom, zooals bij andere stoomwerktuigen. Dit is juist het typische kenmerk van het Cornwall-systeem, *the Cornish cycle* en is uit den aard der zaak gunstig voor het beperken der wandcondensatie. Het is een der hoofdoorzaken voor de groote zuinigheid van de Cornwall-machines in de eerste 35 jaren van de 19e eeuw, een bloeitijd voor de stoommachine, welke gevolgd is door een inzinking, zoodat de vroeger bereikte zuinigheid eigenlijk eerst 35 jaren later, omstreeks 1870, is ingehaald geworden.

Dit Cornwall-beginsel is thans na 100 jaren nog volstrekt niet verouderd. Het is bijvoorbeeld met succes toegepast bij de lagedruk-cylinders van het groote provinciale stoomgemaal bij Lemmer²⁾.

De eerste vraag is nu: hoe werd de nieuwe zuigerslag ingeleid? — want in de doodepunten staat de eigenlijke stoommachine geheel stil, omdat er geen doordraaiende as is. Hiervoor dient een wateruurwerk, een zoogenaamd katarakt, dat afloopt gedurende den stilstand van de machine en telkens door de kleppenstang wordt opgetrokken met behulp van een strijkhefboom.

Fig. 3 vertoont zulk een katarakt, bestemd voor het openen van de evenwichtsklep. De kleppenstang strijkt bij haar neergaanden slag langs een hefboom en trekt daardoor den pluiner omhoog. Daarna vloeit het aangezogen water uit door den druk van het gewicht aan het

staarteinde van den strijkhefboom. Het vloeit langzaam of sneller uit, naarmate de machinist de uitlaatprop nauwer of wijder heeft ingesteld. Hierdoor zal het langer of korter duren eer de trekstang de klink wegtrekt van een gewicht, dat dan door zijn neergang een horizontale as omzet, welke met een hefboom de evenwichtsklep opent. Zoo is er één klepas voor de versche-stoomklep, één

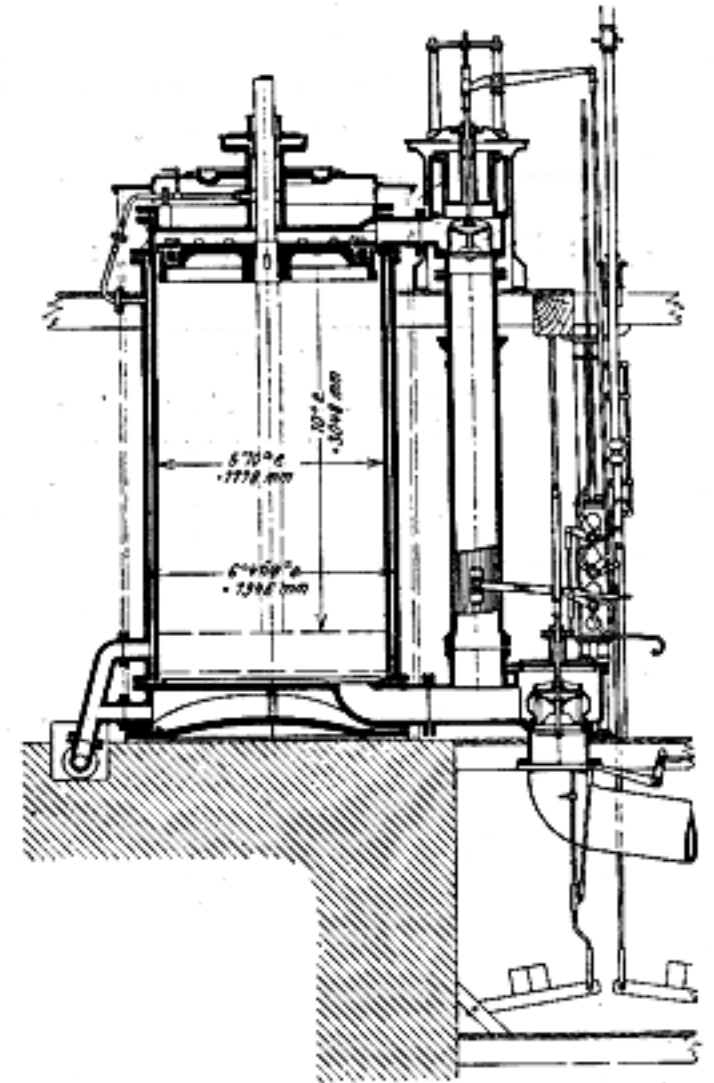


Fig. 2. Stoomcylinder en kleppenbeweging van de Cornwall-machine van fig. 1

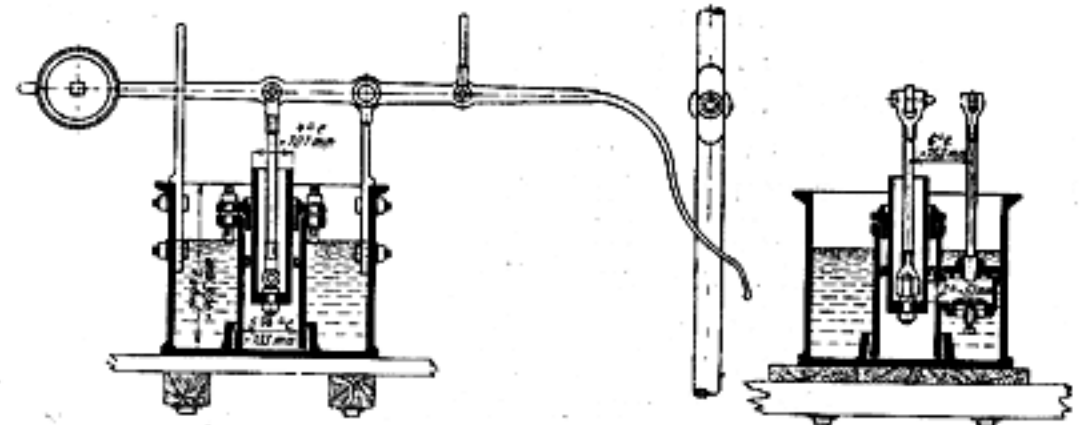


Fig. 3. Katarakt van de Cornwall-machine. (Naar POLE, The Cornish Pumping Engine, London 1844.)

één as voor de condensorklep, die ook in deze volgorde onder elkander liggen. De versche-stoomklep aan den cylindertop en de condensorklep aan den bodem moeten gelijktijdig geopend worden in den dooden zuigerstand, boven. Hiervoor kan dus hetzelfde katarakt dienen. De evenwichtsklep moet geopend worden in den dooden zuigerstand, onder. Hiervoor dient het tweede katarakt. De duur van de keerpauze in den topstand en die van de keerpauze in den bodemstand worden dus ingesteld door den machinist met behulp van de uitlaatproppen.

Het sluiten van de kleppen geschiedt door den *plugrod*, de kleppenstang, die langs hefboomen strijkt, welke op de drie kleppen zijn vastgespied. De strijkblokken op deze kleppenstang kunnen hoger of lager gesteld worden om de expansie en de compressie vroeger of later te doen beginnen. Voor de expansie van den verschen stoom aan top is deze regeling gedurende het bedrijf natuurlijk van het allermeeste belang, omdat de arbeid, die per dubbelen slag wordt verricht, daarvan hoofdzakelijk afhangt. Is die arbeid groter dan de mijnpomp vereischt, dan wordt de slag te lang en stoot de balans aan tegen de stootbalken. Voordat ze dit doet, stoot ze tegen een bel om den machinist te waarschuwen.

De arbeidsslag van de enkelwerkende stoommachine is de neerwaartsche, *the indoor stroke*. Bij dien slag wordt het gewicht van de mijnstangen opgetrokken.

Bij den opgang van den stoomzuiger, den evenwichtsslag, verrichten de mijnpompen haar werkenden slag, *the outdoor stroke*. De pomparbeid wordt daarbij geleverd door het dalende gewicht van de mijnstangen.

In den loop van de eerste 35 jaren van de 19e eeuw

²⁾ De Ingenieur, 1925 blz. 1057 en 1058.

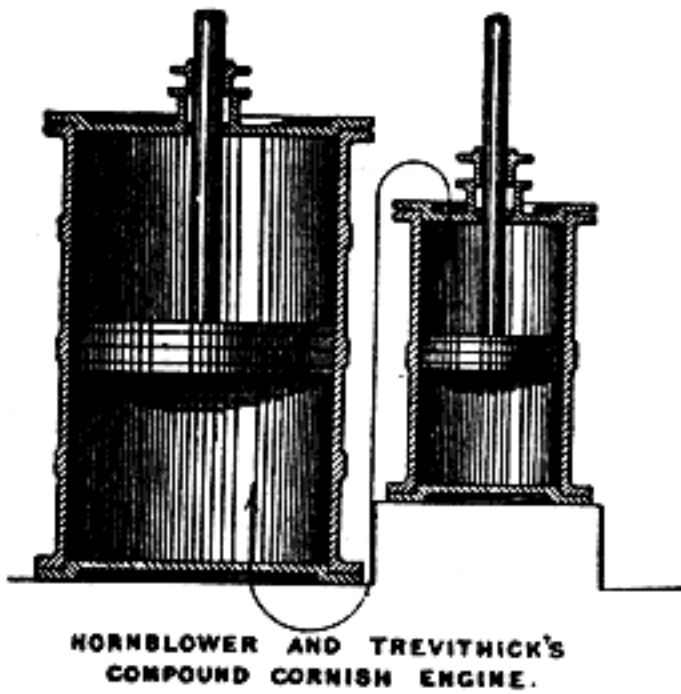


Fig. 4. Hornblower en Trevithick's Compound Cornwall System. (Naar HENRY DAVEY, Pumping Machinery.)

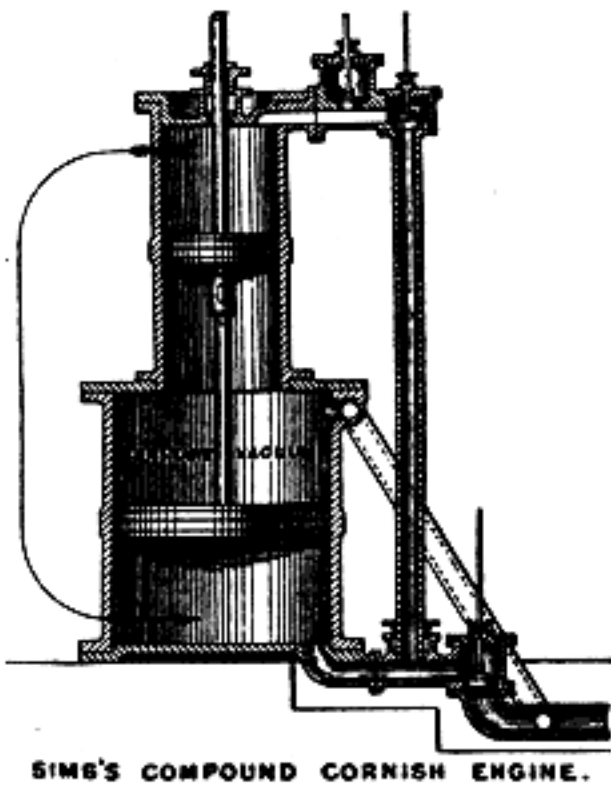


Fig. 5. Sims' Compound Cornwall system. (Naar HENRY DAVEY, Pumping Machinery.)

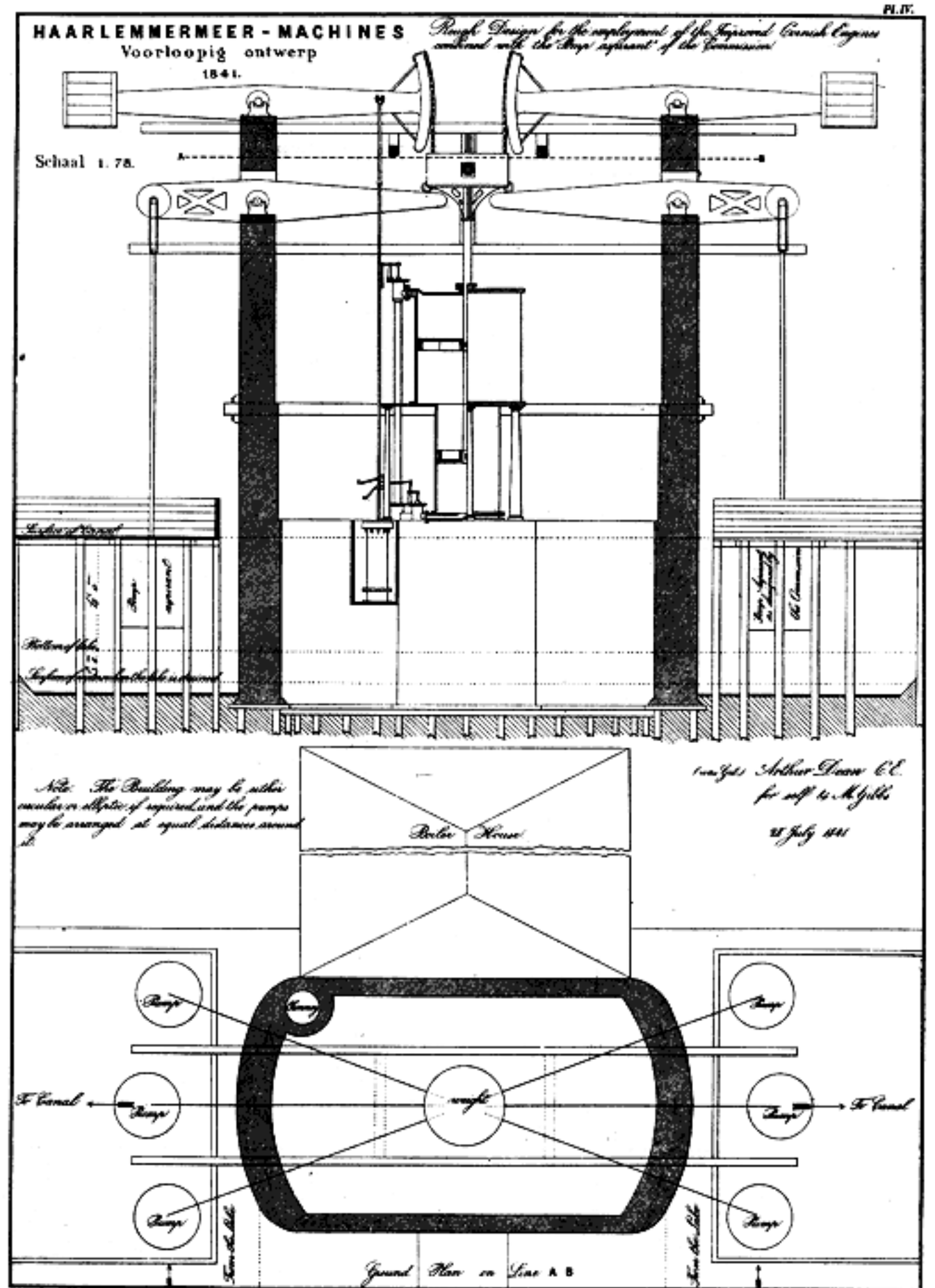


Fig. 6. Voorloopig ontwerp voor de Haarlemmermeer-machines van de Ingenieurs ARTHUR DEAN en JOSEPH GIBBS 1841. (Naar A. HUËR, Stoombemaling van Polders en Boezems. Verkleind weergegeven.)

heeft men dit systeem van de Cornwall-machine verbeterd, door den stoom achtereenvolgens in een hoogedrukcylander en in een daarnaast geplaatsten lage-drukcylander dienst te laten doen (fig. 4). De beide zuigers gaan hierbij dus gelijktijdig op en neer en in elken cylander wordt het Cornwall-systeem toegepast. Deze constructie was reeds in 1781 door JONATHAN HORNBLOWER toegepast. Het is bekend, hoe Boulton & Watt ze beschouwden in strijd te zijn met hun octrooi, hierover lang met HORNBLOWER hebben geprocedeerd en ten slotte in 1799 dit proces hebben gewonnen en £ 40000, dus rond een half miljoen gulden, schadevergoeding hebben ontvangen, voor dien tijd een zeer hoog bedrag. Na het eindigen van WATT's octrooi nam WOLF en nam ook TREVITHICK dit systeem weer op, waarmede werkelijk een veel lager stoomverbruik werd bereikt toen, vooral door de volharding van TREVITHICK, de aanvankelijke stoomdruk werd opgevoerd tot 4 en zelfs 5 atmosferen.

Ik zal op dit systeem, dat later het compound Cornwall-systeem werd genoemd en dat 5 cilinderkleppen vereischte, dus nogal gecompliceerd werd voor een machine zonder draaiende as, niet nader ingaan, omdat de compoundwerking van de Haarlemmermeer-machines volgens een ander beginsel is uitgevoerd. Laat ik alleen opmerken, dat deze compoundmachines van HORNBLOWER en van TREVITHICK principieel verschilden van die, welke in 1828 door onzen landgenoot GERHARD MORITZ ROENTGEN werd uitgevonden, waarbij de zuigers niet gelijktijdig hun slag

maken en zelfs wel met verschillend aantal slagen werden uitgevoerd. De uitvinding van de compoundmachine van ROENTGEN, zeer zeker een van de belangrijkste, welke in Nederland zijn gedaan, was hoofdzakelijk voor de scheepsvorstuwing van belang.

Laten wij nog even tot de machines voor het drijven der mijnpompen terugkeeren, omdat deze ons de machines, die voor de Haarlemmermeer werden gekozen, het best zullen doen begrijpen.

SIMS vereenvoudigde het enkelwerkende compound-Cornwall-systeem door de cylindereen boven elkaar te plaatsen volgens fig. 5 en had dan slechts drie cilinderkleppen, een stoomklep, een evenwichtsklep en een condensorklep nodig, evenals bij de oorspronkelijke Cornwall-machine. De zwaarte der mijnpompstangen bracht mede, dat de neergaande slag eigenlijk de werkende slag was.

De Engelsche ingenieurs ARTHUR DEAN en JOSEPH GIBBS, die de stoommachines voor de Haarlemmermeer hebben ontworpen, stelden nu volgens hun voorloopig ontwerp van 1841 voor, dit systeem SIMS te volgen. Doch omdat hier de opgaande stoomzuigerslag de werkende zou zijn, keerden zij het stel cylindereen om en brachten het zware gewicht, dat principieel nodig was bij dit enkelwerkende systeem, op de zuigerstang aan. Van den gewichtsbak uit zouden dan 6 verticale zuigerpompen buiten het gebouw door middel van balansen gedreven worden (fig. 6).

De geheele constructie zou hierdoor zeer hoog zijn

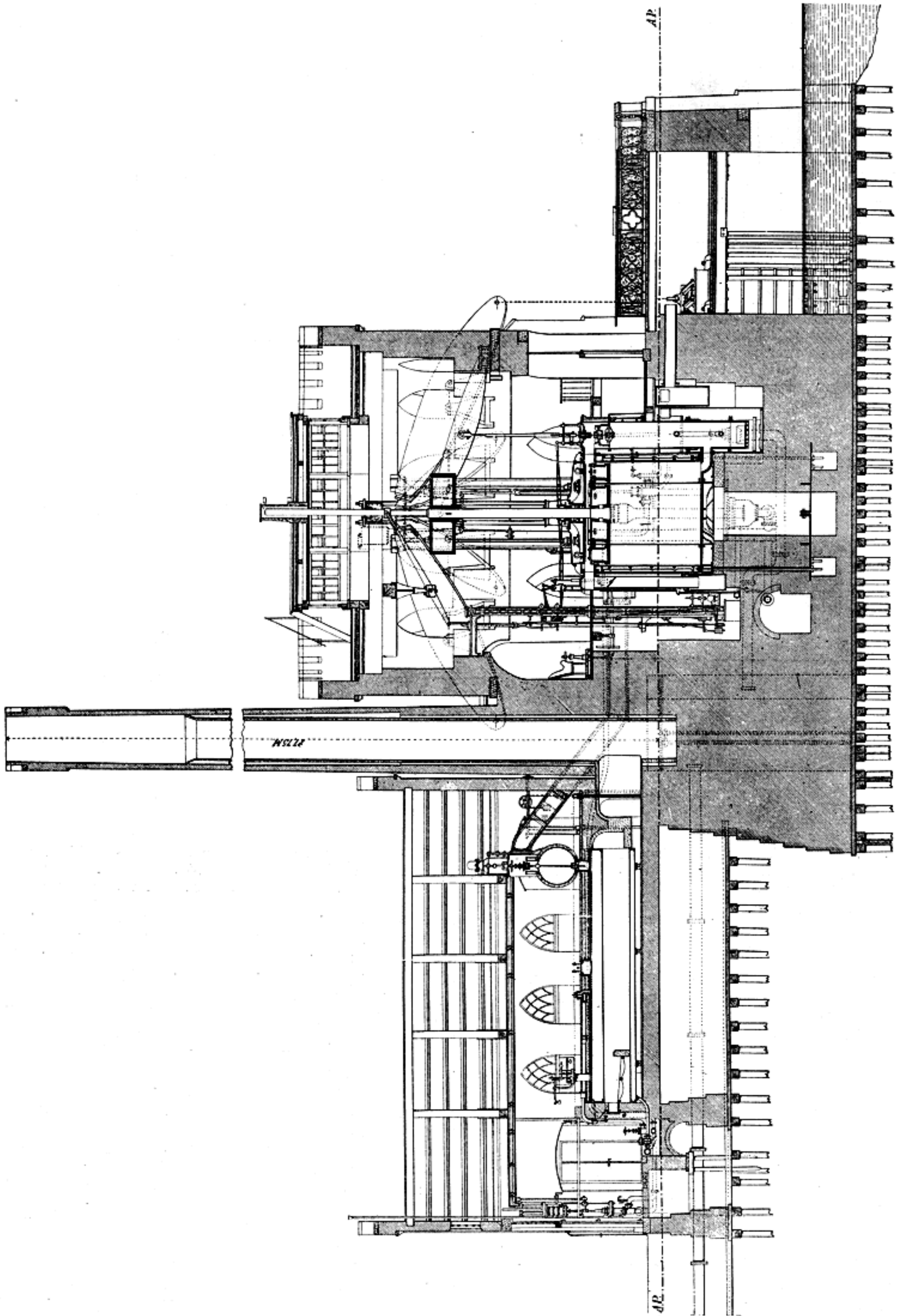


Fig. 7. Stoongemaal „Cruquius”. Langdoorsnede. Schaal 1 : 200.

geworden en daarom hebben de genoemde ingenieurs bij de nadere uitwerking van het ontwerp de twee cylinders in elkaar geschoven.

De afmetingen zijn wel de vermelding waard:

In het midden de hooge-drukeylinder van 2.140 m

middellijn; de lage-drukcilinder van 3.680 m middellijn er omheen. Deze laatste heeft een ringvormigen zuiger van 3.680 m buitenmiddellijn en 2.230 m binnenmiddellijn. De hoogedruk-zuiger heeft een zuigerstang van 305 mm middellijn; de ringvormige lagedruk-zuiger heeft 4 zuiger-

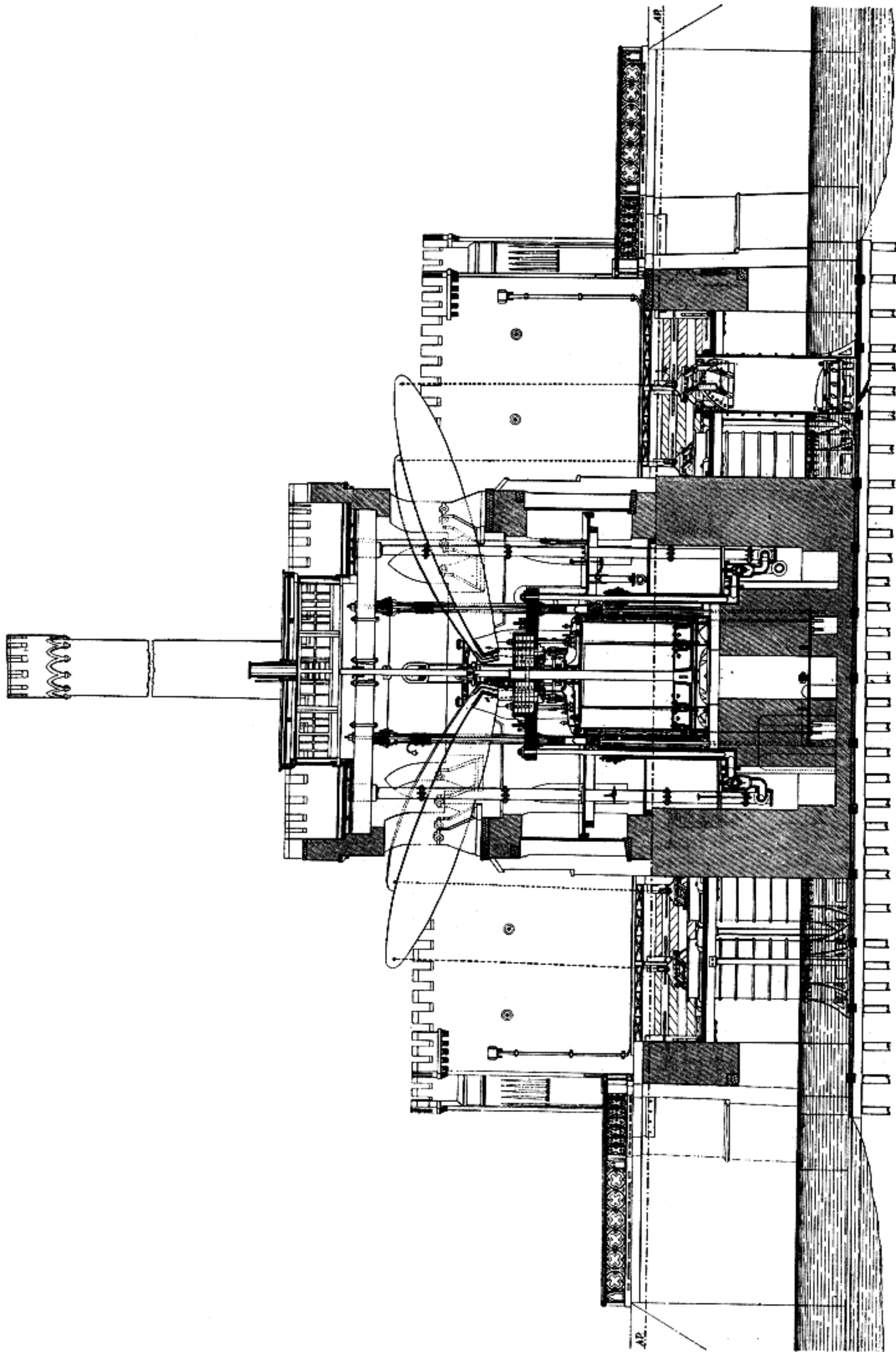


Fig. 8. Stoomgemaal „Cruquius”. Dwarsdoorsnede. Schaal 1 : 200.

stangen, elk van 114 mm middellijn. Aan het bovineinde zijn de beide cylinderruimten met elkaar in open verbinding.

De verhouding der zuigeroppervlakken is blijkens deze afmetingen:

$$\frac{\text{L.D.Z.}}{\text{H.D.Z.}} = \frac{35237 + 64026 \text{ cm}^2}{35968 \text{ cm}^2} = \frac{2.76}{1}$$

De zuigerslag bedraagt 3.000 m, het aantal dubbele slagen van 5 tot hoogstens 7½ per minuut. Dit laatste getal is echter alleen bij een proefneming met de „Leegwater” bereikt. Later beschouwde men 5 dubbele slagen per minuut als normaal.

Het overleg tusschen de Nederlandsche commissie en

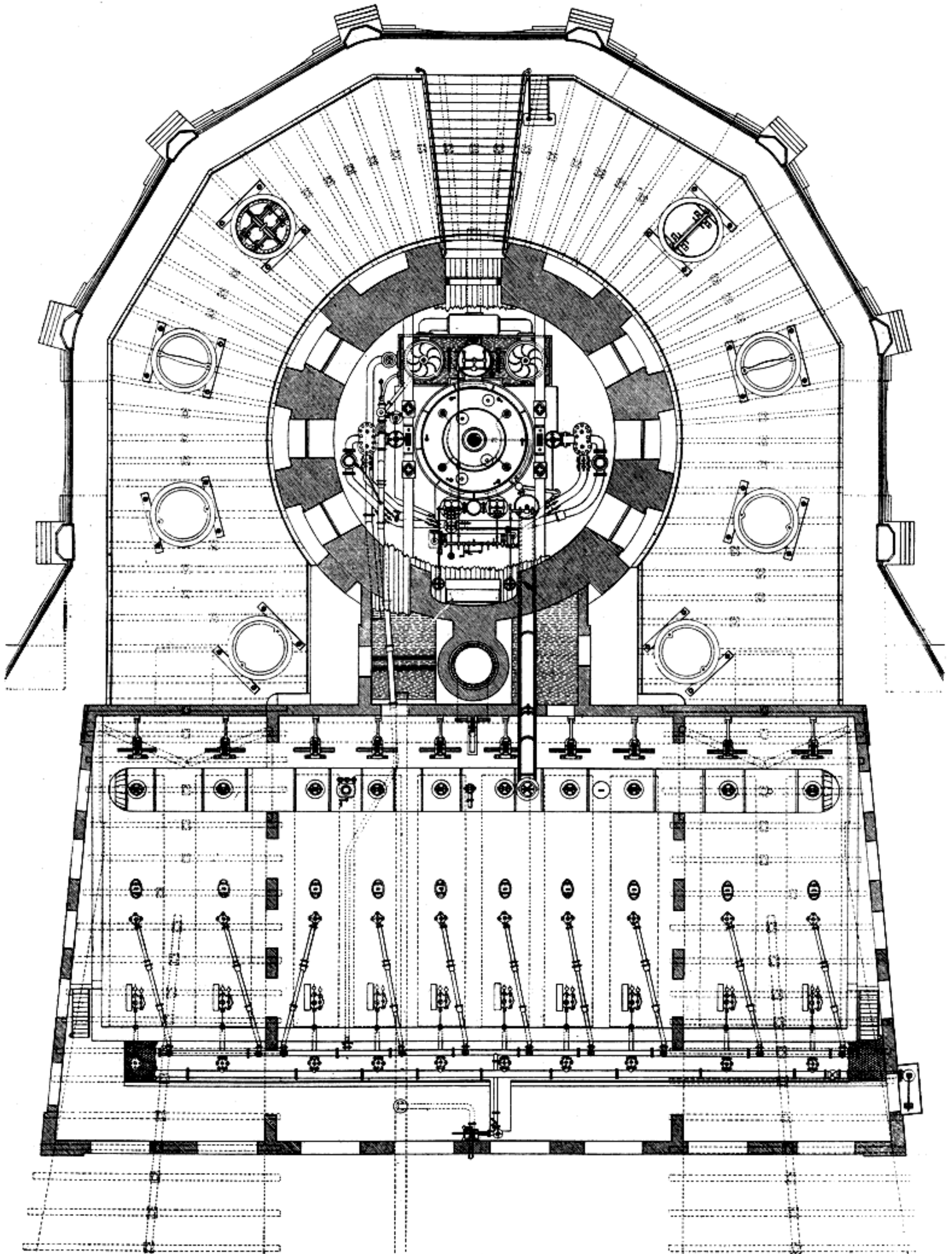


Fig. 9. Stoomgemaal „Cruquius”. Plattegrond. Schaal 1 : 200.

de Engelsche machine-ontwerpers leidde tot een opstelling, welke voor de drie gemalen „Leeghwater”, „Lynden” en „Cruquius” in hoofdzaak dezelfde was volgens de langs- en de dwarsdoorsneden fig. 7 en 8 en den platten grond fig. 9.

De uitvoering van de stoomwerktuigen en de pompen voor de „Leeghwater” werd in 1843 opgedragen aan de firma's Fox & Co. en Harvey & Co. in Cornwallis, die

van de stoomketels en de balansen aan de fabriek van Paul van Vlissingen en Dudok van Heel te Amsterdam. Nadat de „Leeghwater” in het einde van 1845 gereed was gekomen, volgde in 1846 de overeenkomstige opdracht voor de „Lynden” en de „Cruquius” aan dezelfde firma's. De „Cruquius” kwam het laatst gereed, namelijk in April 1849. Dit gemaal heeft dus 84 jaren dienst gedaan.

Het stoomwerktuig, geplaatst in het midden van een

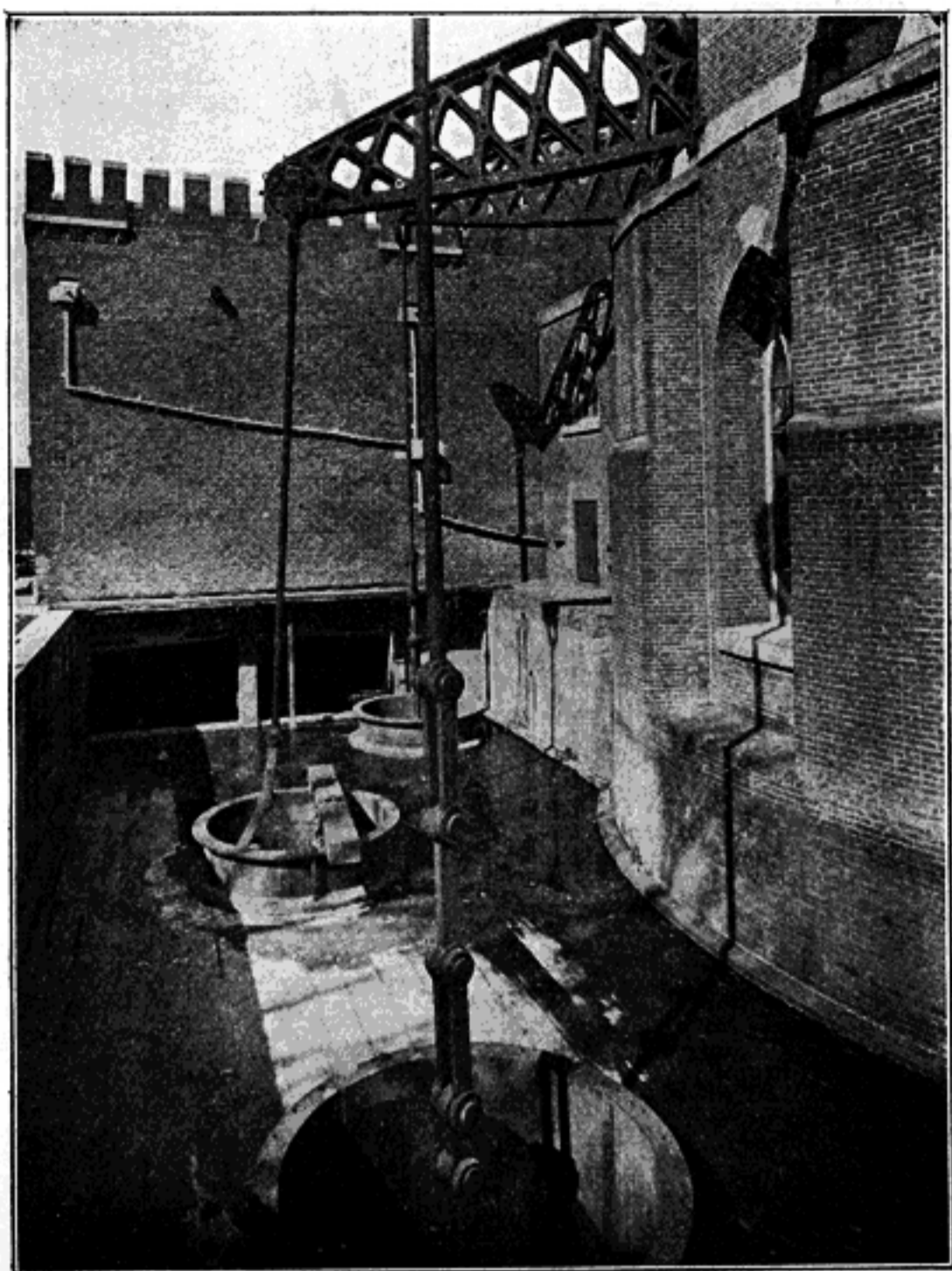


Fig. 10. Aanzicht op den drogen stortvloer met drie van de pompen en een der afvoerkanalen naar de Ringvaart.

torenvormig gebouw, drijft de verticale pompen daarbuiten door middel van balansen, wier asblokken dragen op de zware torenmuren en die radiaal buiten het gebouw uitsteken. Door de samenwerking van M. G. BEYERINCK, die het gebouw heeft ontworpen, en ARTHUR DEAN en JOSEPH GIBBS, de ontwerpers der machine, is een harmonisch geheel ontstaan, dat nog steeds onze bewondering wekt.

De „Cruquius” drijft 8 verticale pompen, waarvan de zuigers van 1.850 m middellijn en 3.000 m slag door middel van smeedijzeren schalmen en lange trekstangen aan de balanseinden zijn verbonden (fig. 10)³⁾. De pompzuigers gaan omlaag door hun eigen gewicht en vereischen in verband met de opvoerhoogte van ± 5 m een nagenoeg constante kracht van meer dan 14000 kg elk, om omhoog getrokken te worden.

Laten wij nu tot het stoomwerktuig terugkeeren om na te gaan, hoe deze kracht wordt geleverd.

De gewichtsbak, die door de 5 stoomzuigerstangen wordt gedragen (fig. 11), weegt zelf 18000 kg en wordt zoodanig belast met gietijzeren blokken, dat het totale gewicht, dat op- en neergaat, met inbegrip van stoomzuigers en stangen 85000 à 86000 kg bedraagt. Verder is in het oog te houden, dat de ringvormige cilinderruimte onder den lagedruk-zuiger steeds in verbinding is met den condensor, waarin een vacuum van ongeveer 62 cm kwik (82 pCt.) wordt onderhouden.

Bij den opgaanden slag wordt versche stoom onder den middelzuiger toegelaten gedurende ongeveer de helft van den slag; verder werkt deze stoom met expansie. Gedurende dezen slag is de gemeenschappelijke cilinderruimte, boven, in verbinding met den condensor; eerst kort voor het einde

³⁾ Om het stoomwerktuig niet te zwaar te belasten, is sedert lange jaren één van de pompbalansen van de „Cruquius,” aan het binneneinde ontkoppeld, zooals men ook uit fig. 10 ziet.

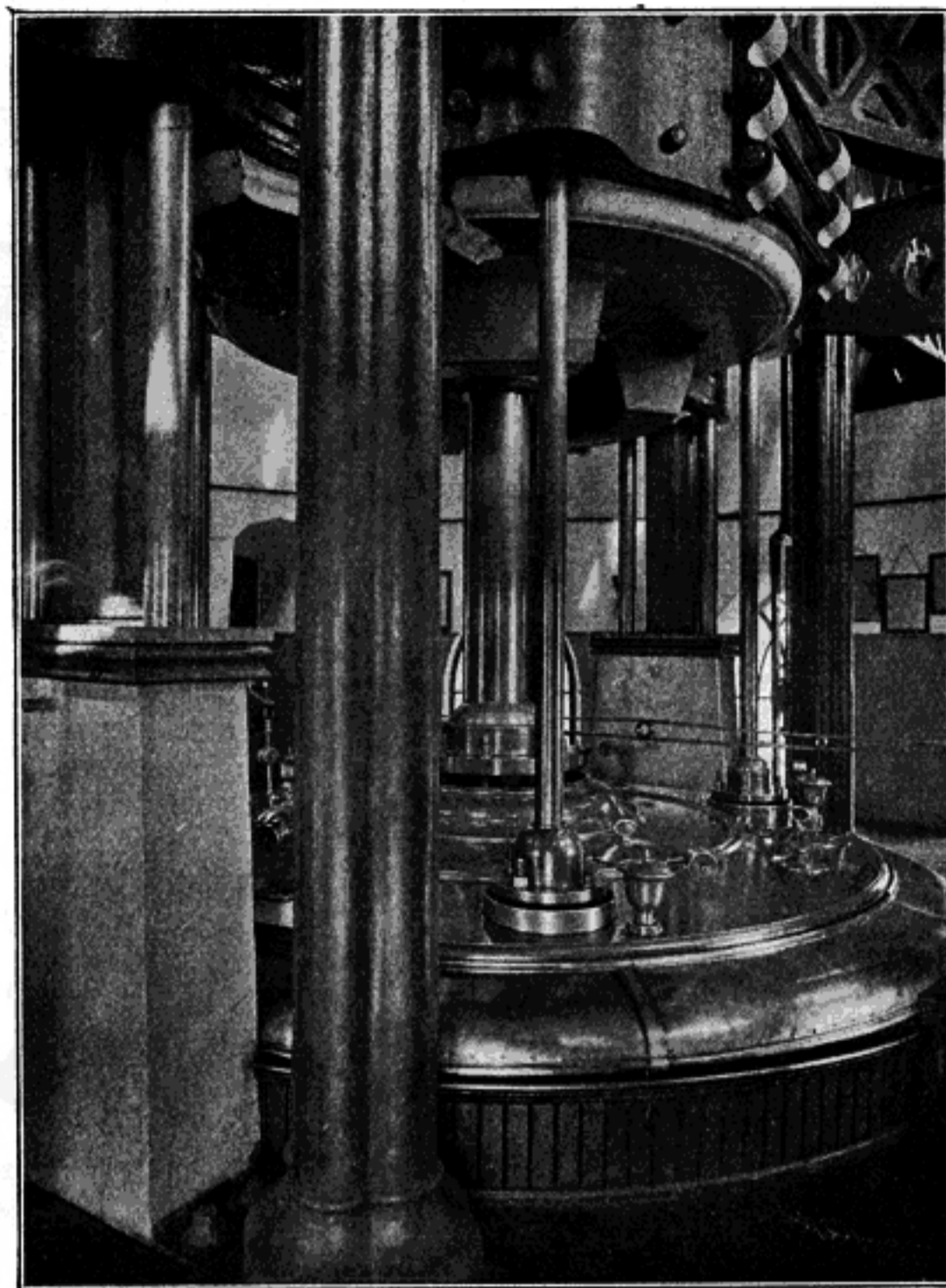


Fig. 11. Aanzicht op het deksel van de stoomcilinders.

van den slag wordt de condensorklep gesloten (kleine compressie aan top).

Voor den neergaanden slag wordt de evenwichtsklep geopend. Zij stelt den hoedruk-cylinder, onder, in verbinding met de gemeenschappelijke cilinderruimte, boven.

Fig. 12 geeft een beeld van de indicator-diagrammen. Opgenomen indicator-diagrammen zijn tot mijn leedwezen niet beschikbaar.

De drijfkracht is dus volstrekt niet constant gedurende den opwaartschen slag. De totale stoomarbeid, daarbij verricht, doet het zware middengewicht tot zijn hoogsten stand stijgen; doch de eindruck is onvoldoende om het in dien stand te houden. Hiervoor dient de zoogenaamde „hydrauliek”. Twee zware plunjers (225 mm middellijn), gaan met den gewichtsbak omhoog; zij zijn goed te zien in de fig. 8 en 11 (geheel links en op den achtergrond). Hierdoor worden de pompcylinders, waarin zij zich bewegen, geheel met water gevuld, dat uit twee hoog gelegen reservoirs toevloeit. In den hoogsten stand rust de gewichtsbak op den waterdruk, omdat de toevoerkleppen zich dan hebben gesloten.

Voor den dalenden slag wordt een uitlaatklep geopend en doet het water naar de genoemde reservoirs terugvloeien: Het lichten van die klep geschiedt door hetzelfde katarakt, dat ook de stoom-evenwichtsklep beweegt en is natuurlijk zóó geregeld, dat de dalende snelheid van de 86000 kg niet te groot wordt. Hiervoor is in de evenwichtspijp ook nog een smoorklep aanwezig (zie fig. 7). Deze laatste dient tevens om de snelheid van den opgaanden slag te beperken. Het smoren van den evenwichtsstoom bij den neergaanden slag en van den uitlaatstoom bij den opgaanden slag is in de indicator-diagrammen duidelijk te zien.

Zooals uit het voorafgaande is gebleken, zijn voor het bewegen van de drie kleppen voor de stoomverdeling, evenals bij de één-cylinder Cornwall-machine, drie horizontale assen noodig, welke onder elkaar zijn aangebracht

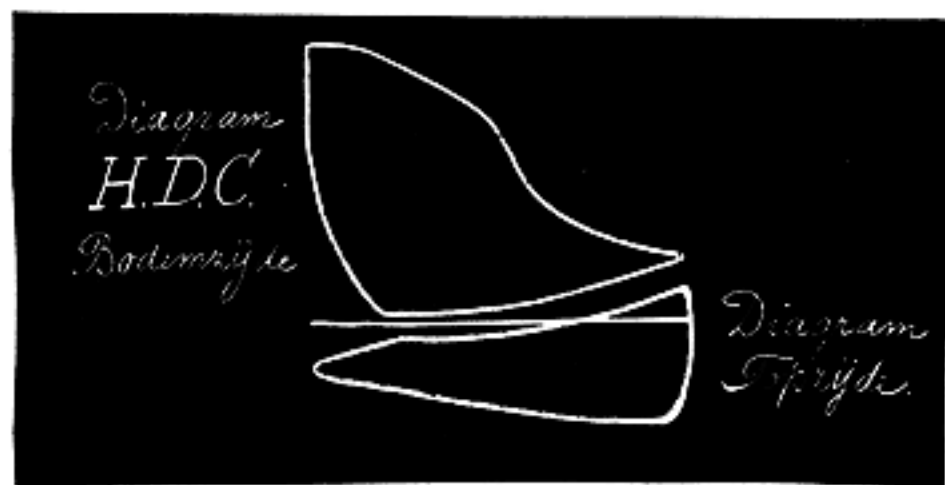


Fig. 12. Indicateur-diagrammen.

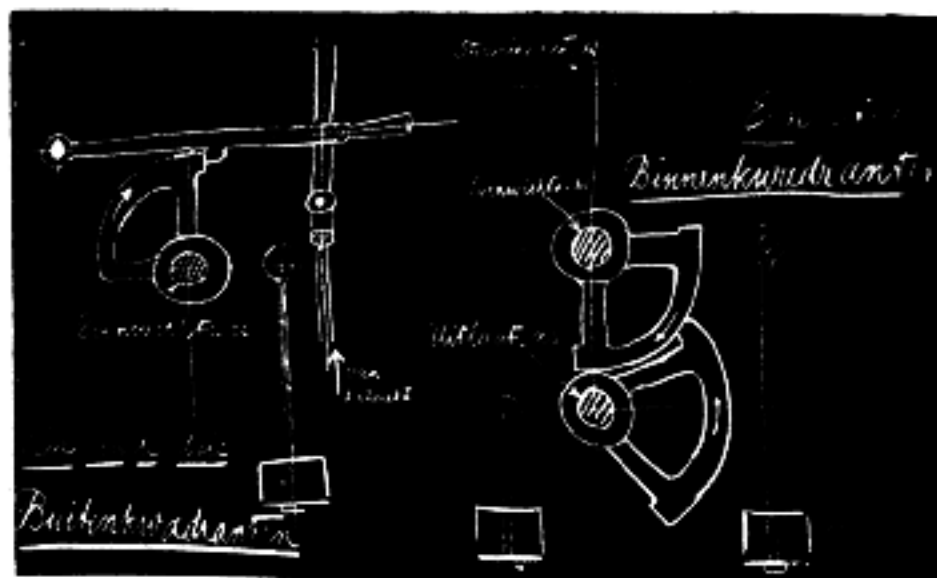


Fig. 14. Schetsen van een buitenkwadrant en van een stel binnenkwadranten voor de stoomverdeling.

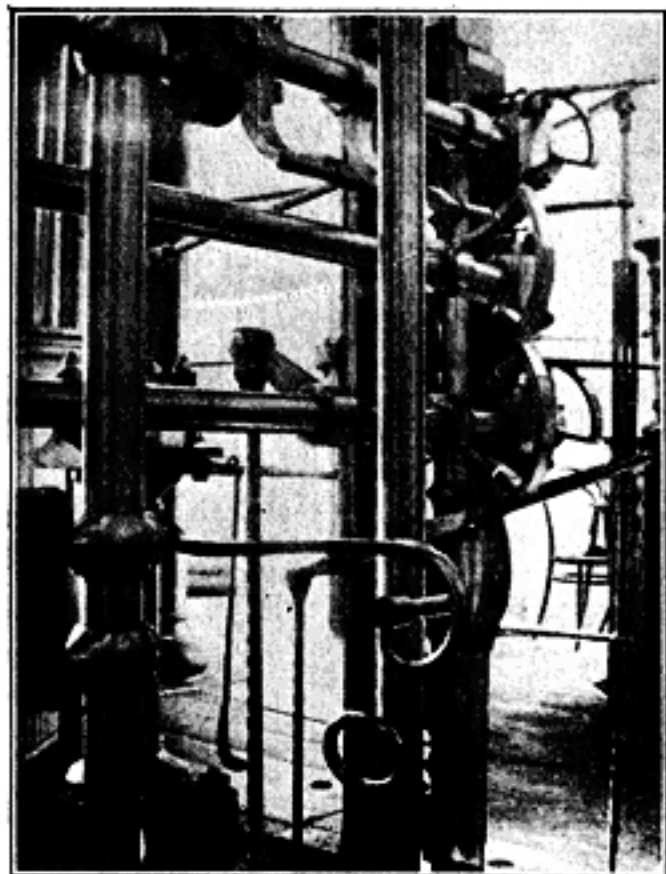


Fig. 13. Het mechanisme voor het bewegen van de kleppen voor de stoomverdeling.

(fig. 13), de stoominlaat-as, de evenwichts-as en de uitlaat-as.

De drie kleppen, welke door deze assen worden bewogen, worden op het juiste oogenblik gesloten door de *plugrod*, de kleppenstang, die met de zuigerbeweging op- en neer gaat.

Om ze op het juiste oogenblik gedurende den dooden stand van de machine te openen, is elk van de assen voorzien van een kwadrant, aangebracht buiten het gietijzeren raam, waarin de assen ondersteund worden.

Dit zijn de zogenaamde *buitenkwadranten*. In fig. 13 zijn die van de stoominlaat-as en van de uitlaat-as te zien, geheel aan de rechterzijde.

In fig. 14, links, is geschetst, hoe zulk een buitenkwadrant, in dit geval dat van de evenwichtsas, wordt uitgeklinkt door de stang van het katarakt. Dit geschiedt dus in den boven-doodestand; de uitlaatklep van het hydrauliek wordt dan eveneens gelicht.

De uitlaatstop van dit katarakt en ook die van het katarakt voor den doodenstand, beneden, behooren zóó te worden ingesteld, dat de nieuwe slag eerst begint, wanneer de kleppen van de groote pompen, buiten, zijn dichtgevallen.

Verder is op te merken, dat de uitlaatklep van de cylinder-toppen nooit gelijktijdig met de evenwichtsklep geopend mag zijn, ook niet door een verkeerden handgreep van den machinist bij het aanzetten der machine. Om dit te beletten, dienen de vernuftige *binnenkwadranten* op de evenwichts-as en de uitlaat-as, die in fig. 13 rechts van de *plugrod* zijn te zien en ook in fig. 14, rechts, zijn geschetst. Zij blokkeeren elkaar wederkeerig.

De injectie-condensor en de luchtpomp, die door een afzonderlijke balans wordt bewogen, geven geen aanleiding tot bespreking, evenmin als de stoomketels, die uit den aard der zaak niet meer de oorspronkelijke zijn uit het jaar 1849. Alleen moge gewezen worden op den grooten stoomhouder van 1.330 m middellijn en thans 22.600 m lang, die noodig is in verband met het kleine aantal slagen van de machine — normaal 5 dubbele slagen per minuut — en met den lagen keteldruk — oorspronkelijk 3.1 kg per cm^2 , later successievelijk verhoogd tot 4.5 kg per cm^2 . In de laatste jaren wordt echter gewerkt met niet meer dan 2.5 kg per cm^2 .

Bijzondere aandacht verdienen echter de 8 groote pompen van 1.850 m middellijn en 3.000 m slag, die het water

dat uit de Meer toevloet, opzuigen en boven den stortvloer brengen, van waar het dan door twee kanalen met wachtdeuren naar de Ringvaart afvloeit.

De voetstukken van deze pompen (zie fig. 8, rechts), zijn bevestigd op den doorgaanden houten fundatievloer van het gebouw en hebben ruime rechthoekige openingen in den cilindrischen wand, waardoor het zuigwater toevloeit. De zuig- of voetkleppen bestaan uit twee platen, die elk den vorm van een halve ellips hebben in verband met de helling van $\pm 30^\circ$ van de kleppen in den gesloten stand. De zware gietijzeren zittingen rusten op een kraag in het voetstuk.

De kleppen van den zuiger, in hoofdzaak van overeenkomstige constructie, hebben in gesloten stand een helling van $\pm 45^\circ$. De zittingen ervan vormen het zuigerlichaam, dat eveneens zwaar is geconstrueerd, want men bedenke wel, dat de belasting op elke klephelft meer dan 10.000 kg bedraagt. De zuiger is van breede geleidvlakken voorzien langs den wand van den pompcylinder. Deze geleidingen zijn noodig, omdat, zooals reeds werd opgemerkt, de zuigers niet, zooals in den regel het geval is, door zuigerstangen worden geleid, doch hier aan kettingschalen zijn opgehangen.

De zuigerkleppen dichten niet op de zittingen, doch tegen den cylinderwand met breede strooken zwaar leder. Zij zijn belast door zware erop bevestigde gewichten.

Deze geheele pompconstructie is afkomstig van LIPKENS en heeft gedurende de afgelopen 84 jaren steeds goed voldaan.

Na het gereedkomen van de „Leeghwater” in September 1845, heeft het nog tot Juni 1848 geduurd vóór dat met dit gemaal het uitpompen van het meer kon worden begonnen. In April 1849 waren ook de „Lynden” en de „Cruquius” in werking en 1 Juli 1852 kon in de *Staatscourant* het eenvoudige bericht verschijnen: De Meer is droog.

Betreffende het kolenvoerbruik bezit ik van de „Cruquius” geen gegevens. Met de „Leeghwater” hebben in Februari en Maart 1846 beproevingen plaats gevonden, welke van het kolenvoerbruik per water pk-uur een indruk geven⁴⁾. Wanneer men daaraan de gemiddelde resultaten van vier proefnemingen mag ontleenen, genomen bij opvoerhoogten van 4.12 m tot 4.60 m, welke dus naderen tot de opvoerhoogte van 5 m, waarvoor de machine was geconstrueerd, dan komt men tot de volgende globale cijfers:

Bij een opvoerhoogte van 4.37 m werden uitgeoefend 274 water pk en bedroeg het kolenvoerbruik 1.52 kg per water pk-uur.

Dit verbruikscijfer moge ons thans voor de genoemde opvoerhoogte hoog voorkomen, het was voor dien tijd zeker bijzonder gunstig.

In het algemeen zijn de oorspronkelijke bemalingswerktuigen van de Haarlemmermeer in hun tijd meesterstukken geweest, ontstaan door goede samenwerking van Engelsche en Nederlandsche ingenieurs, zoodat het voor de geschiedenis der technische wetenschap van groote waarde is, dat het laatste van die werktuigen, de „Cruquius”, als technisch monument zal blijven bestaan.

⁴⁾ A. HUËT, Stoombemaling van Polders en Boezems, blz. 110 en 122.