

Cruquius en de Waterwolf



op.

Waarom staat die cirkel op het voormalige kantoor van de Harvey's ijzergieterij in Hayle, Cornwall? Wel, dat is de buitendiameter van de Lage Druk (LD) cilinder van het gemaal Cruquius. Binnen in het gebouw is de cirkel volledig geschilderd. Hij heeft een buitendiameter 144 inch (365 cm) en dat is qua diameter nog steeds de grootste cilinder die ooit in één stuk is gegoten. En daar zijn ze in het plaatsje Hayle nog steeds trots

Cornwall is de geboorteplaats van de stoommachine omdat daar een behoefte was aan een sterke krachtbron die het grondwater probleem in de tin- en kopermijnen moest oplossen. Dankzij de 'vuurmachine' van Newcomen in 1712 lukte dat. Er zouden nog vele beroemde stoommachinebouwers volgen.

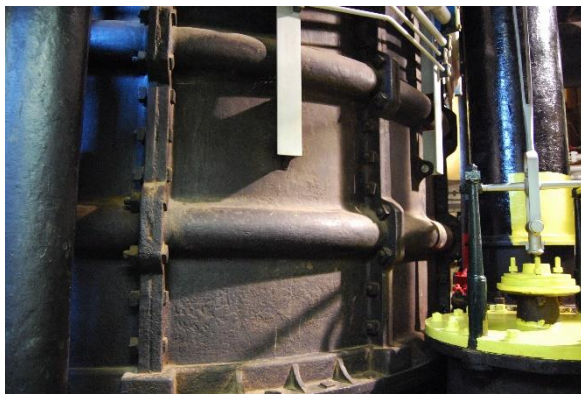
In Nederland hadden we ons eigen probleem in de vorm van meren die met de zuidwester stormen steeds groter werden door afslag van de veenbodem. Jan Adriaanszoon Leeghwater was een waterbouwkundige en molenbouwer en kreeg het toezicht op o.a. de droogmakerijen Purmer, Schermer, Beemster en Wormer. Maar er was een probleem dat iedereen zorgen baarde. Het ging nu niet zozeer om nieuw land, maar om de veiligheid. Hij voorzag al dat de Haarlemmermeer *die 'wrede Waterwolf', die ook Amsterdam bedreigde, met vereende krachten bestreden moest worden.* En inderdaad, de stormen hadden een aantal meren ten oosten van Haarlem samengevoegd tot één groot meer en dat dreigde Amsterdam te verzwelgen. In 1675 werd zelfs de plaats Halfweg al bedreigd door het water. Leiden volgde in 1837. Tijd voor actie!

Er circuleerden genoeg plannen. In 1641 had Leeghwater al zijn *Haarlemmermeer-boek* gepubliceerd. Koning Willem I pakte door en stelde een staatscommissie in om de bestaande plannen te onderzoeken. Veel van die plannen gingen uit van wind-waermolens, maar soms ook al met stoommachines. De eerste Nederlandse ervaringen met stoommachines waren niet bepaald hoopgevend geweest maar vanaf 1825 begint de stoommachine zijn opmars in de bemaling zoals aan de Arkelse dam (1826), de Zuidplaspolder (1830-1839) en de vizeelstoomgemalen van de droogmakerij Nootdorp (1840). Een van de drie Cockerill stoommachines van de Arkelse dam staat nu beweegbaar opgesteld in het Cruquius museum.



Een belangrijke rol in dit traject speelde Dr. G Simons, een wetenschappelijke duizendpoot. Hij kwam vaak in Engeland en zag daar o.a. de pompen in Cornwall. Hij deed onderzoek naar de regenval gegevens in het Haarlemmermeer gebied en kwam in zijn rapport tot de conclusie dat de inzet van stoommachines de enig goede oplossing zou zijn. Dit leidde tot onenigheid in de commissie en Koning Willem I greep in door een nieuwe werktuigkundige commissie te benoemen, met Simons, de ingenieur A. Lipkens en M.G. Beijerink -die de pompgebouwen ontwierp. Hiermee was de keuze voor stoom bepaald.

In 1840 had de commissie contact met de Engelse ingenieur Joseph Gibbs die een aantal voorstellen deed, waarbij de prijs per miljoen kubieke meters leidend was. Uiteraard moest dit zo laag mogelijk worden voor de Nederlanders. Al snel had Gibbs ook een compagnon, Arthur Dean. Simons en Lipkens gingen in de herfst van 1840 onder leiding van Dean naar Cornwall om diverse machines en ijzergieterijen te bekijken waaronder die van Harvey. En die stelde dat hij qua cilinders wel tot 144 inch durfde te gaan. Het werd nu al duidelijk dat de Haarlemmermeer drooggemaakt zou worden met drie stoomgemalen. Lipkens had de uitvoering met zuigpompen die in een bijna gesloten cirkel opgesteld zouden worden al bepaald. Voor De Leegwater zouden 11 pompen gebruikt worden en voor Cruquius en Lynden elk 8. De beoogde machines van 400 pk zouden compoundmachines moeten worden omdat de dubbele expansie de machine rustiger zou laten werken, zonder een harde klap bij elke slag. Er bestond al een sterke compound machine, namelijk die van Sims. Maar daar stond de hogedruk (HD) cilinder bovenop de lagedruk (LD) cilinder, in tandem opstelling en dat geheel zou te hoog en niet stabiel worden. Er werd daarna gekozen voor een ring/annulair compoundmachine, met een HD cilinder *binnen* de LD cilinder, waardoor de hoogte beperkt werd. Omdat men het omhoog halen van de pompzuigers zoveel mogelijk door gewichtswerking wilde laten plaatsvinden moesten de cilinders ten opzichte van de Cornwall "beam" machines omgekeerd worden. Daardoor werd de hoofdstoomslag naar boven uitgevoerd en bij die slag werd er een gewichtsbak van ongeveer 80 ton opgedrukt. Het dalen van die bak zorgde er via het kruishoofd voor dat de armen van de balansen buiten het gebouw de pompstangen omhoog trokken.



Na het bezoek aan Harvey lagen de maten van het *proefstoomtuig* (voor gemaal De Leegwater) vast. Gibbs en Dean zorgden voor de tekeningen, er werden verwachtingen van de prestaties vastgelegd en welke kracht zou overblijven als de compoundwerking eventueel zou mislukken. De diameter van de HD cilinder zou 213 cm worden, die van de buitencilinder 365 cm. De foto links laat de isolerende buitenmantel van de cilinder zien. De geel geschilderde klep rechts is de evenwichtsklep.

Vanwege de laagste prijs ging de aanbesteding naar Harvey voor f 143.000. De pompen werden aan Fox & Co's Perran Foundry bij Falmouth uitbesteed. De order voor de 5 ketels en de balansen voor De Leegwater gingen naar Van Vlissingen en Dudok van Heel in Amsterdam (de latere firma Werkspoor). Prijskaartje: f 64.000.

De bouw ging redelijk voorspoedig en op 6 november 1848 kon het gemaal door Koning Willem II in werking worden gesteld.

Nu kon er begonnen worden met de gemalen De Lynden en De Cruquius. Wijzer geworden, koos men nu voor zes in plaats van vijf Cornwall ketels, later zelfs uitgebreid tot 10 stuks (en in 1888 werden die bij De Cruquius weer vervangen door zes Lancashire ketels). Er kwamen nu 8 zuigerpompen met een diameter van 183 cm in plaats van 11 pompen met een diameter van 160 cm

zoals bij De Leeghwater. Evenals bij De Leeghwater het geval was, werden de gebouwen weer opgedragen aan de aannemer Laat in Gorinchem voor f 220.000 per stuk. De machine voor De Lynden werd door Fox in Perran geleverd, maar de grote cilinder werd bij Harvey's gegoten. De machine voor Cruquius was geheel Harvey's. Kosten f 230.000 per machine.

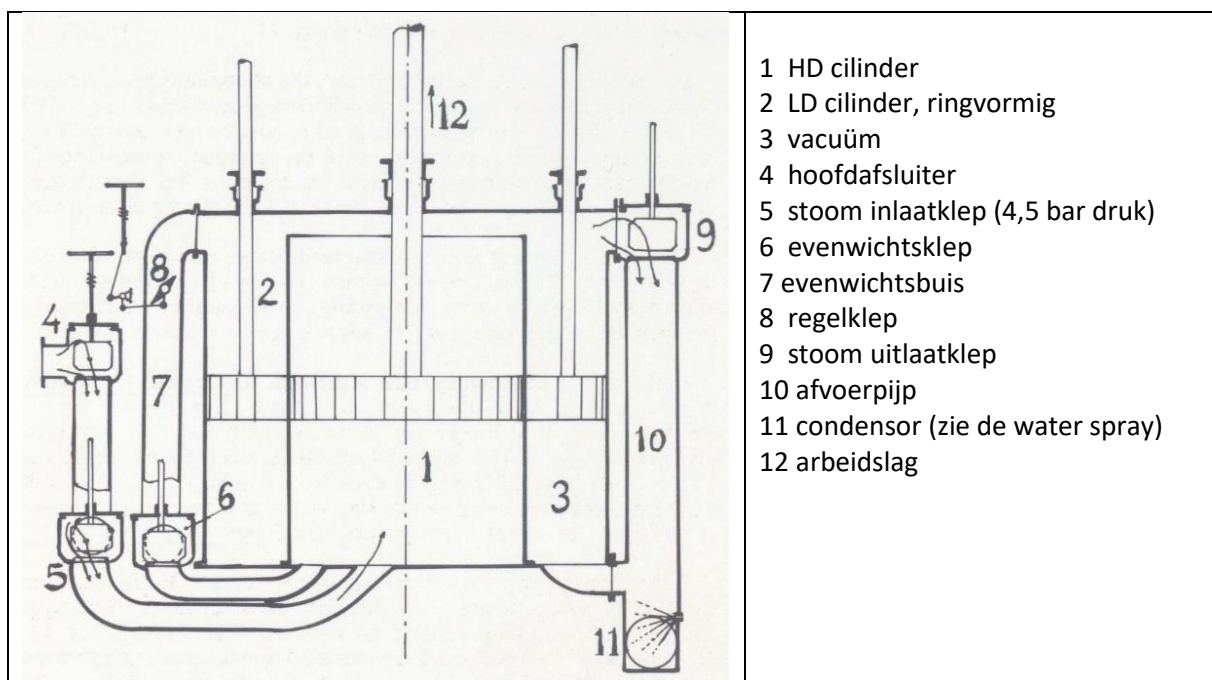
De Lynden kwam in december 1848 in bedrijf en de Cruquius pas in april 1849, en dat had een reden...

De droogmaking was in 1852 gereed. En hoe ging het verder met de gemalen? De Leeghwater werd na 1912 een dieselmemaal met centrifugaalpompen. De Lynden is diverse malen gemoderniseerd en de functie werd in 2005 door het naastgelegen gemaal met elektrisch aangedreven schroefpompen overgenomen. De Cruquius is nooit gemoderniseerd en stond vanaf 1933 stil. Er waren zelfs sloopplannen, maar het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI) nam het initiatief om de machine van de sloop te redden. De Cruquius werd voor het symbolische bedrag van een gulden overgenomen waarna Stichting De Cruquius het gemaal een museale functie gaf. Het enige dat gesloopt werd, waren de Lancashire ketels, in 1935, om ruimte te maken voor het museum. Na een restauratie die 20 jaar in beslag nam, kon de stoommachine van De Cruquius in 2002 weer bewegen. Weliswaar met een hydraulische installatie, maar het blijft fascinerend om deze stoomkathedraal in werking te zien.

De bouw van De Cruquius verliep niet zonder problemen. De bodem bleek "ongunstig" te zijn, want op een diepte van 6 el (toen al 6 meter) werd een schelplaag ontdekt waardoor water en zand van alle kanten in de bouwput stroomde. Men zette drie kettingmolens in, aangedreven door 60 paarden en zelfs een 10 pk stoompomp, maar het hielp niet. De kanten van de bouwput begonnen al uit te zakken. De aannemer wilde het bijtje erbij neergooien en vroeg zelf om ontslag, want hem trouwens niet verleend werd.

Er kwamen dikkere damplanken en een vierde kettingpomp. Men besloot om de ongeveer 1700 heipalen van 11 meter lengte zo snel mogelijk met 12 heiblokken in de grond te slaan. Het leek wel een "dennenvloer". Daarna kon het muurwerk beginnen.

De werking van de machine



De HD cilinder heeft één dikke zuigerstang en de LD ringcilinder (die uit vier, aan elkaar vastgeschroefde identieke segmenten bestaat, heeft vier dunnere zuigerstangen, die alle vijf gemonteerd zijn aan de ballastbak.

De werkdruk met de Lancashire ketels bedroeg 4,5 bar. In de uitgangssituatie bevindt de zuiger zich in de onderste stand. De ruimte boven HD zuiger staat in open verbinding met die van de LD cilinder. De machine zal niet zomaar starten, maar moet eerst doorgeblazen worden met stoom om het metaal op te warmen. In de situatie op de tekening heeft de machine al enkele slagen met handbediening gemaakt.

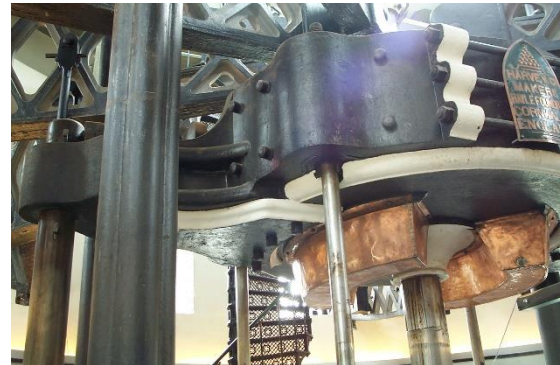
Omhoog

Dan wordt eerst de *uitlaatklep* geopend en daarna de *inlaatklep*. De *evenwichtsklep* is nog dicht. De verse stoom drukt de HD zuiger omhoog en dus ook de ballastbak. Vanuit de LD cilinder (en ook de HD cilinder) wordt de gebruikte stoom van de vorige slag afgevoerd naar de condensor en dus heerst er boven die twee zuigers een vacuüm. De inlaatklep sluit op een bepaald -in te stellen- moment, waarna de expansie van de stoom begint.

Tijdens de expansie vertraagt de gang van beide zuigers. Boven gekomen, sluit de *uitlaatklep*.

(De LD zuiger levert geen arbeid, want die heeft aan beide zijden een vacuüm.)

De omhoog gaande ballastbak is tevens het kruishoofd waarmee door koppelstangen de 8 balansen in beweging worden gebracht. De balansen hebben hun draaipunt in de muuropeningen van het gebouw. Als de binnenste arm van een balans naar boven gaat, gaat de buitenste arm juist naar beneden. Net als een wip.



En omlaag

Hierna wordt de *evenwichtsklep* geopend. De HD zuiger gaat dalen, niet alleen door zijn eigen gewicht maar ook door de ongeveer 80 ton ballast. De al eenmaal gebruikte stoom komt via de *evenwichtsbuis* boven de LD ringzuiger (en dus ook de HD zuiger). De verder expanderende stoom drukt ze beide naar beneden. Die druk op de zuigers helpt mee om de 8 binnenste balansarmen naar beneden te drukken en tegelijkertijd werken de 8 zuigerpompen buiten in totaal 64.000 liter water op. En dan begint alles opnieuw. De machine kon 5 slagen per minuut maken.

De pompen



de buitenste armen van de balansen



het kloswerk, voor de bediening van de kleppen

De pompen steken in het water van de polder, dus op het polderpeil. Ze staan stevig verankerd en hebben een voetklep met vlinderkleppen. Als de pompzuigers omhoog gaan zijn de vlinderkleppen in de zuiger gesloten. De omhoog gaande zuigers zorgen voor een onderdruk, waardoor de voetkleppen open gaan en water kan worden aangezogen. Het door de zuigers opgewerkte water loopt via de open bovenkant van de pompen op de houten stortvloer, die het water via een keersluis afvoert op de ringvaart.

Als de machinezuigers in hun hoogste stand staan, komt de machine even tot stilstand om de kleppen van de pompzuigers de kans te geven om rustig dicht te vallen. En in de onderste stand van de machinezuigers gebeurt hetzelfde, maar dan om de voetkleppen van de pompen rustig te laten dichtvallen.

Ik lees vaak dat gemaal De Cruquius de grootste stoommachine ter wereld heeft. Maar dat is niet zo. Er zijn machines met een grotere kracht dan de 400 pk van de Harvey. Qua volume van de totale installatie zijn er ook veel grotere, zoals Crossness Pumping Station bij Londen, of de machines in de Titanic. Maar de Harvey's machine in Museum De Cruquius heeft de grootste stoomcilinder (in diameter) die ook nog eens in één stuk is gegoten! En, eerlijk gezegd, is dit een van de mooiste installaties ter wereld.

Wie er meer over wil weten kan op de website van Robert Gisolf heel veel informatie vinden: <http://cruquiuseum.nl>.

Hans Walrecht

(De tekening komt uit het Cruquius boekje van 1981 en de foto's zijn van H.W.
Met dank aan Robert Gisolf en Adrian Strik voor het checken van de tekst)