

Rede, uitgesproken op 15 September 1919, bij
overdracht van de waardigheid van Rector-Magnificus

De werktuigen voor het bemalen van onze polders en boezems gedurende de afgelopen 20 jaren

Door prof. Ir. J.C. Dijkhoorn, hoogleraar werktuigbouwkunde

Rede, uitgesproken op 15 September 1919, bij overdracht van de waardigheid van Rector-Magnificus¹

Door prof. Ir. J.C. Dijxhoorn, hoogleraar werktuigbouwkunde



Nagenoeg 20 jaren geleden mocht ik bij het openen mijn lessen als hoogleeraar aan de Polytechnische School² de aandacht van mijn toehoorders o.a. bepalen bij enkele hoofdeigenschappen van centrifugaalpomp in den vorm waarin deze voor polder- en boezemgemalen werden uitgevoerd, en bij de omstandigheden, waaronder deze pompen bij voorkeur moeten werken om daarmee het hoogste nuttig effect te bereiken.

In de constructie van centrifugaalpomp voor de genoemde bemalingen zijn sedert dien tijd verschillende verbeteringen aangebracht, en de grootte van de uitvoeringen is in buitengewone mate toegenomen. Daarnaast zijn in den laatsten tijd ook andere wateropvoerwerktuigen voor hetzelfde doel in gebruik gekomen, en zoo kwam het mij voor, dat ik de aandacht van mijn hoorders in dit uur zou mogen vragen voor „De werktuigen voor

het bemalen van onze polders en boezems gedurende de afgelopen 20 jaren”.

Staat U mij dan toe, dat ik eerst Uw aandacht bepaal bij de ontwikkeling van de voornaamste bemalingswerktuigen zelf gedurende dit tijdperk, waarbij de machines, die drijven, niet buiten bespreking kunnen blijven, en dat wij daarna nog eenige oogenblikken in het bijzonder bij deze drijfwerktuigen stilstaan en bij de omstandigheden, welke de keuze van de drijfkracht bepalen.

Schepradgemalen van eenig belang zijn in dit tijdvak niet meer gebouwd. De kosten van aanleg en onderhoud van deze gemalen zijn tegenover die van centrifugaalpompgemalen van gelijk vermogen te groot. Het voordeel van een iets grooter nuttig effect bij zeer kleine opvoerhoogten weegt tegen dit nadeel niet op, en gaat trouwens voor de installatie in zijn geheel genomen verloren, tengevolge van het betrekkelijk kleine aantal omwentelingen, dat nu eenmaal voor een scheprad wordt vereischt. Men kan dit wel vergrooten door de verbeterde schoepconstructie van den civiel-ingenieur H. Paul toe te passen, doch meer dan 7 omwentelingen per minuut kan men ook daarmee niet bereiken.

Met het oog op de bezwaren, verbonden aan een tandradoverbrenging met sterke verhouding, legde men zich voor de stoommachines, die als drijfwerktuigen voor een schepradgemaal vrijwel uitsluitend in aanmerking komen, bij een kleiner aantal omwentelingen neer dan men voor deze zou hebben gewenscht. Het nadeel, dat hieruit voor het totale nuttig effect voortvloeide, was grooter dan de geringe winst die het wateropvoerwerktuig zou hebben opgeleverd.

¹ Transcriptie van de lezing zoals gepubliceerd in “De Ingenieur” nr. 38 van 20 september 1919

² Den 3en October 1899 in het lokaal No. 16 aan de Westvest destijds in gebruik voor de colleges is toegepaste natuurkunde Dit was toen de ruimste en fraaiste collegezaal van de P. S.

Het eenige mij bekende schepradgemaal, dat niet door stoommachines, maar door electromotoren wordt gedreven, is gemaal “Zeeburg”, dat tot 1916 geregeld in gebruik was voor de waterverversing van de stadsgrachten van Amsterdam. De acht groote schepraderen van dit gemaal werden oorspronkelijk, twee aan twee, door vier stoomwerktuigen in beweging gebracht. Deze zijn in de jaren 1907 tot 1913 achtereenvolgens door electromotoren vervangen.

Vijzels, waarvoor men in de noordelijke provinciën van ons land steeds voorliefde heeft gehad, moesten ook daar, wat de meer belangrijke gemalen betreft, het veld ruimen voor centrifugaalpompen om overeenkomstige redenen als zooeven voor schepraderen werden genoemd, zij het ook dat deze redenen voor vijzels in minder sterke mate gelden. Voor kleine bemalingen gaf echter het toenemend gebruik van windmotoren tot vermeerderde toepassing van vijzels aanleiding.

Was de Hollandsche windmolen namelijk gedurende meer dan twee eeuwen een voorbeeld geweest van een voortreffelijk geconstrueerd drijfwerktuig, zoo kan niet worden ontkend, dat men daarmede in de 19e eeuw hier te lande bleef teren op ouden roem en niet met zijn tijd bleef meegaan.

De Hollandsche windmolen immers is duur in aanleg en zwaar van constructie, ook wat het loopende werk aangaat. Dit laatste heeft het groote nadeel, dat een windsnelheid van 8 of 9 M. per seconde noodig is om den molen te doen werken en dat het aantal maaldagen per jaar dus zeer beperkt is.

De windmotor

Zoogenaamde Amerikaansche windmotoren, echter meestal in Duitschland gefabriceerd, werden in het behandelde tijdvak voor bemaling van kleine polders meer en meer toegepast en zijn voor zulke polders, wanneer de opvoerhoogte en de kwel klein en de waterberging betrekkelijk groot zijn, wel op hun plaats. De firma R.S. STOKVIS & ZONEN bracht den Duitschen „Hercules“-windmotor in zoodanigen doelmatigen vorm, dat hij voor de bemaling, van kleine polders onder jn genoemde omstandigheden geschikt was. Daar deze windmotoren wellicht niet zoo algemeen bekend zijn als zij verdienen, zij het mij vergund er eenige woorden aan te wijden.

Door doelmatige constructie en ruime toepassing van kogelblokken voor de assen is de eigen wrijving van het werktuig zoodanig verminderd, dat een windsnelheid van 3 à 4 M. per seconde reeds voldoende is om het in beweging te brengen. Daar over een geheel jaar genomen gedurende gemiddeld 48 pCt. van den tijd de windsnelheid tusschen 4 en 8 M. per seconde bedraagt, wordt hierdoor het aantal maaluren per jaar aanmerkelijk grooter dan dat van een ouden Hollandschen windmolen.

Als wateropvoerwerktuig is de vijzel in dit geval als aangewezen. Men wenscht namelijk een werktuig, waarvoor bij stijgend aantal omwentelingen een drijvend koppel vereischt wordt, waarvan het moment slechts in geringe mate toeneemt. Hieraan voldoet een centrifugaalpomp niet. Deze voert bij toenemend toerental meer water op en vereischt daartoe ook een veel grooter drijvend koppel. Een zuigerpomp, die een vrijwel constante drijfkracht zou vereischen, heeft voor de kleine opvoerhoogten, die hier in aanmerking komen, te veel eigen wrijving, dus een te slecht nuttig effect. Bovendien wenscht men, dat ook bij een zwakken wind (van b.v. 5 M. per seconde) gemalen kan worden, al is het drijvend koppel, dat uitgeoefend kan worden, dan ook gering. Van alle wateropvoerwerktuigen, die in aanmerking komen, voldoen alleen het scheprad en de vijzel aan dezen eisch, dank zij het lekken langs de schoepen, dat bij een klein aantal omwentelingen de opgevoerde waterhoeveelheid sterk doet afnemen en bij een toenemend aantal omwentelingen betrekkelijk weinig invloed heeft. Ten slotte is de vijzel wegens de rustiger werking, het kleiner gewicht en het grooter aantal omwentelingen per minuut in dit geval doelmatiger dan het scheprad.

Men is er in geslaagd den windmotor geheel zelfwerkend te maken, zoodat geen andere bediening noodig is dan het vullen van de oliepoten en het stilzetten van den motor, als de polder op peil is gekomen. Dank zij een vrij groote startvaan stelt de motor zich zelf in bij wisselende windrichting. Maar men zou zich vergissen, wanneer men meende, dat de horizontale projectie van de asrichting van het windrad nu altijd met die windrichting zou overeenkomen. Dit is namelijk alleen bij zwakken wind het geval. Door een vernuftige inrichting, waarvan de beschrijving mij thans te ver zou voeren en zonder teekeningen ook niet wel mogelijk zou zijn, wijkt de as van het windrad meer af van de windrichting naarmate de windkracht toeneemt, zoodat ze bij stormweder loodrecht daarop staat, waardoor dan de motor geheel buiten werking is gesteld.

Dergelijke windmotoren nu zijn in de afgelopen twintig jaren voor de bemaling van talrijke kleine polders uitgevoerd, voornamelijk in Friesland, doch ook wel in Groningen en in Noord-Holland, zoodat thans 21.000 H.A. in Nederland door zulke motoren worden bemalen. De grootste uitvoering ervan is die voor den "Kloosterpolder" te Ried bij Franeker met een oppervlakte van 1000 H.A., welke bemalen wordt door een motor met een windrad van 15 M. middellijn in verbinding met een vijzel van 1.80 M. middellijn. Van deze installatie wordt als maximum opbrengst opgegeven 65 M³. per minuut bij een opvoerhoogte van 1.30 M., hetgeen overeenkomt met nagenoeg 19 W.P.K.

Voor kleine uitvoeringen moge dus de vijzel toepassing hebben gevonden, bij meer belangrijke bemalingen zijn in het tijdvak, dat ons bezighoudt, centrifugaalpompverreweg het meest in gebruik genomen.

De centrifugaalpompe

Hoewel er nu vóór dien tijd vele centrifugaalpompver in ons land waren vervaardigd voor allerlei toepassingen aan boord van schepen, waarbij in het bijzonder die aan boord van zandzuigers dikwijls een belangrijk vermogen vertegenwoordigden, werden toch destijds de meeste centrifugaalpompver voor de bemaling van onze polders in het buitenland uitgevoerd. Engelsche en Belgische machinefabrieken vonden in de Nederlandsche polders dikwijls een voordeelig afzetgebied, terwijl de Nederlandsche machinefabrikanten zich maar al te dikwijls lieten afschrikken door de zware garanties betreffende wateropbrengst en nuttig effect, welke in den regel aan zulke leveringen werden verbonden.

Onder de ervaren constructeurs, die destijds in de Nederlandsche machinefabrieken met de leiding van de constructiebureaux waren belast, waren er slechts bij hooge uitzondering, die de studie aan de Polytechnische School te Delft of elders hadden gevolgd. De meeste behoorden tot die stoere werkers, die zich geheel door eigen kracht tot hun zeer verantwoordelijke betrekking hadden opgewerkt.

Nu is het zeer verklaarbaar, dat dezen zich, wat de mechanica betreft, wel goed konden inwerken in de statica, de kinematica en dat gedeelte van de toegepaste mechanica, dat veelal de leer der bouwconstructiën worden genoemd, doch dat het voor hen moeilijker was in de dynamica en nog wel in de hydro-dynamica zoodanig vasten grond te verkrijgen, dat zij daarop konden voortbouwen tot verbetering der centrifugaalpompver. Engelsche of Belgische constructeurs, van wie men zeker niet kan zeggen, dat zij beter waren onderlegd dat hun Nederlandsche collega's, verstonden dikwijls beter de kunst om, wanneer het bij de aflevering nu eens aaneen volledige vervulling der voorwaarden haperde, dan toch tot een afwikkeling te komen, waarbij de besteller zich neerlegde.

In dit alles is in deze 20 jaren groote verandering gekomen. De werktuigkundig-ingenieurs van Delft vonden langzamerhand in vele Nederlandsche machinefabrieken plaatsing. Dit had indirect ook

invloed op de oudere constructeurs, die als het ware door de jongere werden aangevuurd en minder dan voorheen tegen de geëischte garantie-cijfers opzagen. Er kwam meer dtirf in de Nederlandsche machinefabrieken. Het inzicht in den aard van de werking der centrifugaalpompen drong in werktuigkundige kringen meer door, ook in verband met vele buitenlandsche, vooral Duitsche boeken, die op dit gebied verschenen.

Zoo werden dan vele belangrijke pompinstallaties door verschillende Nederlandsche machinefabrieken uitgevoerd. Wanneer ik mij, om de lijst niet te lang te maken, eens bepaal tot pompen met een wateropbrengst van 200 M³. per minuut of meer, dan kan ik noemen de centrifugaalpompen voor het Waterschap "Schouwen" en den polder "het Grootslag", welke door direct gekoppelde stoomwerktuigen werden gedreven, en die van het Heemraadschap van "de Strijkmolens van de Nedorper Kogge" en van het watergemaal "Leeghwater" van den Haarlemmermeerpolder, welke door Dieselmotoren worden bewogen. Elke van deze centrifugaalpompen levert 250 tot 300 M³. per minuut. Zij werden alle door de fabriek "Werkspoor" te Amsterdam uitgevoerd.

De machinefabriek van GEBR. STORK & CO. TE HENGLO bouwde centrifugaalpompen voor den "Echtener Veenpolder", het "Noorderstoomgemaal" bij Keizersveer, den "Zuidplaspolder" en het Waterschap "Appeltern", welke alle een wateropbrengst van 200 tot 250 M³. per minuut hebben en door stoomwerktuigen worden gedreven.

De machinefabriek "Jaffa" te Utrecht voerde twee pompen uit voor "'t Land van Maas en Waal", en één voor het Waterschap "Hommerts", alle gedreven door gelijkstroomstoommachines, en voor den polder "Het Grootslag", gedreven door een Diesel-motor. Dit zijn alle pompen met een wateropbrengst van 200 tot 270 M³. per minuut. Verder leverde deze fabriek de pomp voor De vier Noorder Koggen", welke niet minder dan 400 M³. per minuut levert en door een zuiggasmotor wordt gedreven.

De Koninklijke Ned. machinefabriek voorheen E.H. Begemann te Helmond leverde o. a. een pomp voor den polder "den Hitsert" nabij Zuid-Beijerland, gedreven door een Diesel-motor, en, twee pompen voor de waterverversing te 's-Gravenhage, gedreven door electro-motoren met riemoverbrenging. Dit zijn pompen voor nagenoeg 240 M³. per minuut.

Ik vermeld deze pompen met belangrijke wateropbrengst om een denkbeeld te geven van hetgeen onze Nederlandsche machine-industrie op dit gebied voortbrengt. Om niet te uitvoerig te worden laat ik de bijbehorende opvoerhoogten nu maar achterwege.

Wanneer men deze centrifugaalpompen vergelijkt met die van een vorige periode, dan vindt men dat het werkende deel van de pomp, veelal de waaier genoemd, van alle onderdeelen der pomp wel de grootste vervorming heeft ondergaan en bij deze moderne polderpompen voor groote wateropbrengst de gedaante van een schoepentrommel heeft gekregen. De redenen van deze vervorming zijn de volgende:

De verlangde wateropbrengst per minuut is zóó groot geworden, dat men, al bleef men nu vrijwel zonder uitzondering dubbele, symmetrische zuigbuizen gebruiken, toch voor deze buizen tot middellijnen kwam, die slechts weinig kleiner zijn dan die van het schoepenrad, hetwelk immers voor de kleine opvoerhoogten, die voor deze bemalingswerktuigen in aanmerking komen, slechts van beperkte grootte kan zijn. Een enkel voorbeeld moge dit duidelijk maken. Van de genoemde pompen heeft die van de "Leeghwater" verreweg de grootste opvoerhoogte, namelijk 5.10 M. De twee zuigbochten, in dit geval in één stuk met de pomp gegoten, hebben aansluitingsopeningen van 1050 m.M, het schoepenrad een uitwendige middellijn van 1200 m.M. Het water, dat langs den omtrek

van de zuigbocht in de pomp treedt, legt dus in dit geval gedurende het passeeren van het schoepenrad een weg af, waarvan de radiale componente slechts 75 m.M. bedraagt.

Teneinde al het water, dat het schoepenrad passeert, zooveel mogelijk den weg te laten volgen, die door den ontwerper wordt bedoeld, wordt het aantal schoepen grooter aangenomen dan vroeger, toen het in den regel zes bedroeg. Thans wordt het voor deze groote pompen in den regel zoodanig gekozen, dat de steek van de schoepen aan den radomtrek tusschen 300 en 400 m.M. bedraagt. Door het grooter aantal schoepen, dat nu in vele gevallen 12 of 16 bedraagt, wordt het verschil, dat voor elk punt van de schoep bestaat tusschen den waterdruk aan de voorzijde en die aan de achterzijde, minder groot. Dit levert een voordeel op door het verminderen der warrelingen, die aan de schoeptoppen door dit drukverschil ontstaan.

Vermeerdering van het aantal schoepen vestigde als vanzelf de aandacht op de wenschelijkheid om de schoepen dun te houden. Het lag voor de hand ze in plaatijzer uit te voeren en ze dan aan de eene zijde in de gietijzeren naaf, aan de andere zijde in een der buitenkransen vast te gieten. De moeilijkheden om dit op deugdelijke wijze uit te voeren werden geleidelijk geheel overwonnen.

F. NEUMANN had in zijn bekend werkje, "die Zentrifugalpumpen" de constructie van dubbel gebogen schoepen, die bij waterturbines, met name bij die van Francis, veelvuldig waren toegepast, ook voor centrifugaalpompen uitgewerkt. Voor oentrifugaalpompen van groote afmetingen werden de plaatijzeren schoepen nu door de Nederlandsche machinefabrieken aldus gemaakt, dat zij op een nauwkeurig uitgevoerde gietijzeren zadel als mal in den juisten vorm werden geperst.

De breedte van de schoepenraderen werd in verband met groote wateropbrengst per minuut dikwijls zeer aanmerkelijk. Bij de "Leeghwater" met een radmiddellijn van 1200 m.M. is de totale radbreedte bijv. 1020 m.M., bij "de vier Noorder Koggen" zijn deze afmetingen 1600 en 1590 m.M. Het rad krijgt dus werkelijk, zooals ik reeds zeide, het karakter van een schoepentrommel.

Leidschoepen worden bij deze pompen voor bemaling niet toegepast. Ongetwijfeld zou men door ze wel te gebruiken het nuttig effect onder normale omstandigheden eenigermate kunnen vergroeten; doch dit stuit af op het bezwaar, dat de werkelijke opvoerhoogte dikwijls sterk afwijkt van de normale, hetgeen dan aanleiding geeft tot verandering van de wateropbrengst en in den regel ook een wijziging van het aantal omwentelingen per minuut medebrengt. Nu kan de uitvoering van leidschoepen slechts juist zijn voor één stel bijeenbehoorende omstandigheden. Wanneer de opvoerhoogte in belangrijke mate afwijkt van de normale, zouden leidschoepen vermeerdering van schadelijken weerstand veroorzaken en juist bij centrifugaalpompen blijkt deze ongewenschte nevenomstandigheid van grooten invloed te zijn. De verleiding om leidschoepen toe te passen is trouwens ook uit een practisch oogpunt niet groot in verband met gevaar van verstopping door planten en andere voorwerpen, die het krooshek niet mocht hebben tegengehouden. Het achterwege laten van leidschoepen brengt mede, dat het nuttig effect van de pomp als zoodanig niet veel boven 0.67 kan stijgen en eischt verder in nog sterker mate, dan bij pompen met leidschoepen het geval is, dat het aantal omwentelingen wordt aangepast aan wisselende opvoerhoogte. Dit laatste levert geen moeilijkheden op voor centrifugalen, welke door stoomwerktuigen worden gedreven, en ook daar waar verbrandingsmotoren worden gebruikt, is aan dezen eisch wel te voldoen; maar het bezwaar kan zeer groot worden, wanneer electriche drijfkracht wordt gebruikt en wel in het bijzonder wanneer drie-fasenstroom wordt toegepast. In sterke mate heeft men dit ondervonden bij de tijdelijke bemalingsinrichtingen voor Waterland, welke bij Uitdam en bij Monnikendam zijn opgesteld na de overstroming van een gedeelte van Noord-Holland in den nacht van 13 op 14 Januari 1916. Nu wij hier belangrijke bemalingsinrichtingen behandelen mogen wij zeker niet nalaten met een

woord van hulde de bijzondere voortvarendheid te herdenken, waarmee de fabriek “Werkspoor” toen deze pompinstallaties, welke gemiddeld ongeveer 2000 M³. water per minuut hebben opgevoerd, in den tijd van vier à vijf weken na bestelling heeft geleverd en bedrijfsvaardig opgesteld.

De gemalen bij Lemmer en Zoutkamp

Hoewel ik mij heden in hoofdzaak wilde beperken tot bemalingswerktuigen, welke reeds in bedrijf zijn, zij het mij vergund een uitzondering te maken ten opzichte van twee zeer uiteenlopende watergemalen, welke binnenkort in werking zullen worden gesteld, die bestemd zijn voor een belangrijk grootere wateropbrengst dan tot dusver door eenig polder of boezemgemaal in ons land wordt geleverd en waarvoor de besturen van onze twee noordelijkste provinciën bij de keuze der werktuigen, het algemeen ontwerp en de uitvoering mijn adviezen wel hebben willen volgen. Deze gemalen leveren merkwaardige voorbeelden hoe de keuze van de meest geschikte bemalingswerktuigen zich onder den invloed van de omstandigheden en de snelle ontwikkeling van de techniek in den loop van betrekkelijk weinig jaren kan wijzigen.

Ik veroorloof mij nu in de eerste plaats uw aandacht te vragen voor de werktuigen van het stoomgemaal, dat voor de verbetering van de waterloozing van Friesland's boezem wordt gebouwd nabij Lemmer, aan de Teroelster Kolk, en hoop straks nog gelegenheid te hebben u van het tweede gemaal, dat nabij Zoutkamp in de provincie Groningen wordt gesticht, het een en ander mede te deelen.

Het gemaal bij Lemmer

Het eerstbedoelde gemaal dan, dat als boezemgemaal voor de provincie Friesland zal dienst doen, is bestemd om bij een opvoerhoogte van 1 M. niet minder dan 4000 M³ per minuut uit den boezem op de Zuiderzee — later op het IJsselmeer — te brengen. Van deze wateropbrengst kan men zich een voorstelling maken door zich de geheele zaal, waarin wij ons hier bevinden, met water gevuld te denken. De netto-inhoud ervan is namelijk juist 4000 M³. Deze waterhoeveelheid zal dus door het gemaal in één minuut worden opgevoerd.

De stichting van dit gemaal was reeds in 1904 in het rapport van de Lauwerzee-Commissie voorgesteld nabij Tacoziyl, niet ver van de plaats waar het thans is gebouwd. De Lauwerzee Commissie had mij uitgenodigd voor dit gemaal alsook voor het gemaal bij Zoutkamp voorloopige ontwerpen uit te werken welke in haar rapport zijn opgenomen. Daarbij had ik voor Tacoziyl vier verticale compound-machines aangenomen, die door middel van kegelraderen met Rohhaut- (raw hide-) tanden elk twee centrifugaalpompen met verticale as zouden drijven die slechts 22 tot 33 omwentelingen per minuut zouden maken' afhankelijk van de opvoerhoogte.

Toen zeven jaren later de zaak door het Provinciaal Bestuur van Friesland ter hand was genomen en opnieuw mijn advies werd gevraagd, waren Diesel-motoren, wat zekerheid van werking betreft, zoodanig vooruitgegaan, dat ik met het oog op zuinig brandstofverbruik een ontwerp met vier Diesel-motoren uitwerkte en aanbeval. Tandradoverbrenging, waartoe de ontwerper van zulk een gemaal toch slechts noode besluit, was bij toepassing van Diesel-motoren uitgesloten, en dus werden nu direct gedreven hevel-centrifugaalpompen aangenomen.

In 1912 besloten de Provinciale Staten tot uitvoering van het gemaal over te gaan. Intusschen steeg de prijs van de motorolie zoodanig, dat ik in 1914 adviseerde van Dieselmotoren af te zien en vier direct werkende stoommachines toe te passen en wel horizontale tandem-compoundmachines, waarvan de lage-drukcylander volgens het gelijkstroom-beginsel werkt. Overeenkomstig dit plan, dat

in een volledig ontwerp werd uitgewerkt, zijn de bemalingswerktuigen uitgevoerd en reeds grootendeels gemonteerd. Iedere machine zal direct twee centrifugaalpompen drijven, waarvan elk bij 1 M. opvoerhoogte 500 M³. water per minuut levert. Iedere twee stoommachines krijgen een gemeenschappelijke oppervlakcondensor met afzonderlijk gedreven pompen, daarbij behorende. Het machinelokaal, waarin de acht groote centrifugaalpompen op een rij een merkwaardigen indruk maken, is 62 M. lang en 15 M. breed.

De slakkenhuizen der centrifugalen werden zóó groot, dat zij op voorstel van de Machinefabriek "Jaffa" te Utrecht, die de geheele installatie uitvoert, niet van gietijzer zijn vervaardigd, maar uit plaat- en profielijzer zijn samengesteld, waarvan de naden, overal waar dit doelmatig was, autogeen aaneen zijn geweld. Alleen de zuigbochten, die de as dragen, zijn van gietijzer. De gedeelten der toe- en afvoerpijpen, welke beneden den waterspiegel blijven, zijn in gewapend beton uitgevoerd en zoo zijn er aan de landzijde 16 rechthoekige zuigmondingen van 3 M. bij 1.60 M. op een rij en aan de zeezijde 8 afvoermouduingen van 5 M. bij 2 M. Het geheel zal op menigen bezoeker, die het gemaal nadert, den indruk maken van een snelvlietende rivier, ongeveer 80 M. breed, die door een aantal tunnels onder het gebouw wordt doorgeleid.

Zooals ik reeds zeide, waren bij mijn eerste ontwerp voor deze bemalingswerktuigen centrifugaalpompen met verticale as aangenomen. De weg, dien het water door de pompen heeft af te leggen, kan dan korter worden dan bij hevelcentrifugaalpompen en dit moet aan het nuttig effect ten goede komen; maar bij berekening blijkt deze winst toch slechts eenige weinige procenten te bedragen. Voor deze zeer groote wateropbrengsten en kleine opvoerhoogten hebben zulke horizontaal draaiende centrifugalen echter een eigenaardig nadeel, waarvan men zich op de volgende wijze gemakkelijk rekenschap kan geven. Den inlaat zal men om voor de hand liggende redenen slechts eenzijdig aannemen, namelijk aan de onderzijde. Deze inlaatopening moet dus ruim 40 pCt. meer middellijn krijgen dan bij dubbelen inlaat het geval zal zijn. Het schoepenrad moet dus eveneens met een groote middellijn ontworpen worden, waarvan het gevolg is, dat het met een betrekkelijk klein aantal omwentelingen moet loopen.

De beroemde vijf centrifugaalpompen te Khatatbeh aan den Nijl, die reeds in 1884 door de firma Farcot te Parijs zijn uitgevoerd, leveren hiervan sprekende voorbeelden. Zij voeren onder normale omstandigheden elk 360 M³. per minuut 3 M. hoog op met een horizontaal draaiend schoepenrad van 3800 m.M. middellijn, dat 32 toeren per minuut maakt en direct door een horizontaal stoomwerktuig wordt gedreven.

Voor een modern stoomwerktuig zal men zulk een klein aantal omwentelingen niet aannemen. Vandaar dat dit systeem van een centrifugaalpomp met verticale as, direct door een stoomwerktuig gedreven, voor onze polderbemaling alleen in aanmerking komt voor een opbrengst van ongeveer 100 M³. per minuut of minder. Dan wordt de middellijn van het schoepenrad niet al te groot, en kan men dit een voldoende toerental laten maken.

Volgens deze grondbeginselen zijn in deze twintigjarige periode dan ook enkele kleine gemalen met succes uitgevoerd, voornamelijk door de Machinefabriek "Jaffa". De constructie van stoomwerktuigen met verticale as, waarvan het hoofdkussenblok noodzakelijkerwijze boven de centrifugaalpomp komt te liggen, levert echter altijd eenige practische bezwaren op, zoodat ik in deze richting geen verdere ontwikkeling verwacht.

Bij toepassing van electrische drijfkracht waren echter centrifugaalpompen met verticale as als het ware de aangewezen wateropvoerwerktuigen voor niet al te groote opbrengst, en in dien vorm zijn

er dan ook vele met succes uitgevoerd. Alleen ondervond men hierbij wel eens bezwaren, wanneer men te doen had met een sterk wisselende opvoerhoogte.

Zij, die geen grondige kennis bezitten op het gebied van centrifugaalpomp-constructie, vervallen namelijk telkens tot de onjuiste meening, dat, wanneer een centrifugaalpomp met een nagenoeg constant aantal omwentelingen moet werken, de grootste drijfkracht steeds dan zal worden vereischt, wanneer de opvoerhoogte het grootst is. Dit is echter volstrekt niet het geval. Wanneer de opvoerhoogte kleiner wordt, voert een centrifugaalpomp bij hetzelfde aantal omwentelingen meer water op en de wijziging van het uitgeoefende vermogen zal dus afhangen van de waarde, die het product van opbrengst en opvoerhoogte verkrijgt; terwijl op het vermogen, vereischt om de pomp te drijven, bovendien nog de verandering van het nuttig effect van invloed is. Dikwijls zijn de omstandigheden zoodanig, dat bij afnemende opvoerhoogte, dus toenemende opbrengst, het genoemde product groter en het nuttig effect kleiner wordt, zoodat men zich volstrekt niet moet verwonderen, wanneer bij een sterk afgenomen opvoerhoogte het verrhogen, vereischt om de pomp te drijven, een veelvoud is van hetgeen het aanvankelijk was.

Het gemaal bij Zoutkamp

Voor electrisch gedreven gemalen van beperkt vermogen kan men aan dit bezwaar tegemoet komen door het vermogen van den motor bijzonder ruim te kiezen, doch dezen weg kan men niet meer volgen, wanneer het gemalen van belangrijk vermogen betreft. Het bezwaar van wisselende opvoerhoogte doet zich het sterkst gevoelen bij gemalen, die op buitenwater uitslaan, dat aan getijde is onderworpen. Ik werd persoonlijk voor den eisch van een afdoende oplossing van dit vraagstuk gesteld met betrekking tot het groote, electrisch te drijven gemaal nabij Zoutkamp, dat ik u reeds terloops heb genoemd en waarvoor ik thans nader uwe aandacht wilde vragen.

De Lauwerzee-Commissie had twee groote stoomgemalen voorgesteld: een bij Tacoziyl en een bij Zoutkamp. Als uitgangspunt voor het vermogen van dit laatste was aangenomen³, dat de wateropbrengst bij 0.30 M. opvoerhoogte 3200 M³. per minuut zou bedragen, terwijl de opvoerhoogte onder normale omstandigheden zou wisselen tusschen "nul" en 0.50 M. en in ieder geval niet boven 0.75 M. zou stijgen. Ik had toen aan de Lauwerzee-Commissie geadviseerd zes langzaam loopende centrifugalen met verticale as toe te passen, gedreven door drie verticale stoomwerktuigen door middel van kegelraderen, op overeenkomstige wijze als in mijn eerste ontwerp voor Tacoziyl was aangegeven.

Later nam het Provinciaal Bestuur van Groningen de zaak in handen en werd aan prof. Feldmann⁴ en mij een gemeenschappelijk advies gevraagd omtrent de te kiezen beweegkracht. In verband met de groote electrische centrale, die door de provincie te Helpman werd opgericht, en het vrij belangrijk electriciteitsverbruik, dat in het Westen van de provincie is te verwachten, werd electrische drijfkracht aangenomen. Ik achtte echter op de reeds aangegeven gronden uitgesloten, dat voor het hier verlangde belangrijke vermogen en de sterk wisselende opvoerhoogte direct gekoppelde draaistroommotoren met nagenoeg constant toerental zouden gebruikt worden. De uitvoering van draaistroommotoren, waarvan het aantal omwentelingen binnen ruime grenzen regelbaar is, bleek destijds bij de fabrikanten nog op groote moeilijkheden te stuiten. Ik besloot toen riemoverbrenging tusschen motoren en pompen voor te stellen en bedacht een zoodanige wijziging van de overbrenging met spanrol volgens Lenix, dat het mogelijk werd de verhouding van de overbrenging te wijzigen

³ Men vergelijke de nota van de Lauwerzee Commissie van 4 Augustus 1905.

⁴ Dit was de toenmalige hoogleraar electrotechniek aan de Technische Hoogeschool (noot van bewerker)

zonder den riem op een andere schijf te verschuiven; want dit laatste zou niet uitvoerbaar zijn voor een riem, die in dit geval een breedte van 900 m.M. zou verkrijgen.

Volgens dit systeem werd een machine-ontwerp uitgewerkt, waaruit bleek, dat deze oplossing wel uitvoerbaar was, maar vrij gecompliceerd, zoodat ik nog naar een betere oplossing bleef zoeken.

In den loop van het daarop volgende jaar vernamen collega Feldmann en ik, dat de uitvoeringen van draaistroommotoren met regelbaar aantal omwentelingen van Brown, Boveri & Co. en anderen zoodanig waren verbeterd, dat deze motoren zelfs met goed gevolg voor het drijven van walswerken waren toegepast, waarbij, zooals bekend, het aantal omwentelingen in korten tijd zeer sterk wisselt. Dit gaf ons in November 1915 aanleiding tot een nieuw advies, waarbij zulke regelbare collector-draaistroommotoren waren aangenomen Deze oplossing was heel kostbaar en het electrisch gedeelte zou in verband met het daartoe behoorend regel-agreggaat, systeem Scherrius, vrij samengesteld worden; maar ten opzichte van onderhoud bediening en zekerheid van werking waren geen bijzondere bezwaren te verwachten.

Inmiddels werden de eischen, waaraan deze bemalingswerktuigen zouden moeten beantwoorden, belangrijk verhoogd in verband met het maken van een grooten bergboezem en van andere wijzigingen van waterstaatkundigen aard welke voor het nieuw opgerichte waterschap "Electra" waarvoor het gemaal zal dienst doen, wenschelijk werden geacht. Door het bestuur van dit waterschap is ten slotte besloten, dat drie pompwerktuigen zullen worden uitgevoerd, elk voor 950 M^3 . Per minuut bij een opvoerhoogte, welke geleidelijk van 0.80 M. tot 1.30 M. aangroeit. Bij een opvoerhoogte van 1.75 M. zal elk pompwerktuig ten minste 675 M^3 moeten opbrengen. Er wordt verder van den aanvang af op gerekend, dat het gemaal nog met een vierde pompwerktuig van gelijk vermogen zal worden uitgebreid, waardoor de totale opbrengst dus bijna gelijk zal worden aan die van het gemaal bij Lemmer.

Vijzelpompen

In het begin van het volgend jaar kreeg ik. kennis van de zoogenaamde "screw-pumps", zooals die op groote schaal voor electrisch gedreven gemalen in het district van de stad New-Orleans in de Verenigde Staten waren uitgevoerd. Terwijl de centrifugaalpomp een radiale turbine-pomp is, is de schroefpomp een axiale turbine-pomp. Het beginsel was wel bekend, maar deze pomp werd tot dusver niet op groote schaal toegepast en het was de werktuigkundig-ingenieur A.B. Wood, chef der technische werken van de stad New-Orleans die ze in den vorm van een hevelpomp grondig doorconstrueerde en de bijzondere voordeelen in het licht stelde welke ze in het bijzonder voor het opvoeren van groote waterhoeveelheden op kleine opvoerhoogten aanbiedt, vooral wanneer als drijfkracht drie-fasenstroom wordt gebezigd. De gewoonte in onze taal volgende om een schroef welke voor het opvoeren van lasten dient, een vijzel te noemen heb ik deze pompen, die volgens mijn overtuiging voor ons land een groote beteekenis zullen verkrijgen, de naam viizelpompen gegeven.

Op het gebied van groote bemalingswerktuigen heeft men te New-Orleans niet minder ervaring dan in ons land. Tot dusver had men voor de watergemalen van het genoemde stadsdistrict vijzelpompen met verticale as en centrifugaalpompen toegepast. In de aflevering van Mei 1916 van de verhandelingen van de American Society of Mechanical Engineers treft men een lijst aan van de uiteenloopende pompen, die er tot dusver gebruikt werden. Daarop komen o.a. 14 pompen, elk met een wateropbrengst van 425 M^3 per minuut, voor. De nieuwe vijzelpompen met horizontale as bleken nu zulk een verbetering op te leveren, dat besloten werd bestaande gemalen met 11 zulke pompen, elk voor 960 M^3 . per minuut, te vergrooten.

De algemeene inrichting van zulk een hevel-vijzelpomp is vrij eenvoudig. Een hevelbuis met haar hellende uiteinden eenerzijds in het beneden water, anderzijds in het bovenwater uitmondende, heeft daartusschen een horizontaal gedeelte waarin het drijvende schoepenrad is aangebracht op een as, die dus eveneens horizontaal is. Het op te voeren water stroomt eerst door de schuin opgaande zuigbuis, die zich geleidelijk vernauwt ombuigt en overgaat in het horizontale buisgedeelte. In het begin hiervan bevindt zich het genoemde schoepenrad, dat voorzien is van een naaf van vrij groote middellijn zoodat het water alleen door het ringvormige buitengedeelte heen vloeit. Bij het passeeren van dit schoepenrad krijgt het water een aanmerkelijke omtreksnelheid. Het wordt daarna langs leidschoepen gevoerd, waardoor zijn snelheid voor een belangrijk deel in druk wordt omgezet. De ringvormige ruimte, waarin deze leidschoepen zich bevinden gaat verder geleidelijk over in de afvoerbuis doordat het middelstuk, peervormig, te niet uitloopt. Deze afvoerbuis buigt daarbij in een schuin neêrwaartsche richting om, terwijl de middellijn ervan langzaam toeneemt.

De as, waarop het schoepenrad is bevestigd, ondervindt uit den aard der zaak een belangrijken einddruk in een richting tegengesteld aan die van de waterbeweging; deze druk wordt door een kraagblok opgenomen. Men krijgt een denkbeeld van de afmetingen van deze door WOOD geconstrueerde pompen, wanneer men opmerkt, dat bij dit kraagblok plaatst binnen de pomp, in de peervormige ruimte waarvan ik zooeven sprak, en dat deze ruimte bij de pompen, volgens zijn systeem te New-Orleans uitgevoerd, een middellijn van 2.44 M. heeft. Zij is door een toegangskoker aan de bovenzijde toegankelijk en er is dus gelegenheid het kraagblok ook gedurende het bedrijf na te zien.

De voordeelen, welke deze vijzelpompen tegenover centrifugaalpompen opleveren onder de omstandigheden, welke ik reeds noemde, namelijk: groote wateropbrengst, kleine opvoerhoogte en drie-fasenstroom als drijfkracht, zijn de volgende: Bij constant aantal omwentelingen, doch afnemende opvoerhoogte, neemt tusschen de grenzen, die practisch in aanmerking komen, de wateropbrengst slechts weinig toe. Uit de resultaten der uitvoerige proeven, in het laatst van 1915 door prof. CREIGHTON met een dezer pompen te New-Orleans genomen, blijkt, dat bij verandering van de opvoerhoogte van 1.75 tot 0.50 M. de opbrengst toenam van 930 M³ tot 990 M³. per minuut.

Het nuttig effect, dus de verhouding tusschen waterpaardekrachten en effectief-paardekrachten is in het algemeen zeer gunstig en varieerde bij de genoemde opvoerhoogten van 0.77 tot 0.50, terwijl men voor centrifugaalpompen bij dezelfde opvoerhoogten zeer voldaan zou zijn geweest met een nuttig effect van 0.70 tot 0.35.

Uit deze resultaten van de proeven van prof. CREIGHTON is af te leiden, dat bij dit systeem het vermogen, noodig om de pomp met constant aantal omwentelingen te drijven, kleiner wordt bij afnemende opvoerhoogte en wel in dit geval van 470 tot 220 eff. P.K. Is de electromotor dus sterk genoeg om de pomp de vereischte waterhoeveelheid te doen leveren bij de grootste opvoerhoogte die voorkomt, dan zal hij niet overbelast worden bij kleinere opvoerhoogten, hetgeen bij centrifugaalpompen maar al te dikwijls het geval is.

Verder is het in werking brengen van een electrisch gedreven vijzelpomp, zelfs van belangrijk vermogen, gemakkelijker dan van een overeenkomstige centrifugaalpomp en men loopt daarbij geen gevaar spanningsstooten in het kabelnet te veroorzaken, hetgeen bij het in gang brengen van een groote electrisch gedreven centrifugaalpomp wel het geval is. Deze laatste begint namelijk, wanneer het vereischte toerental is bereikt, op een bepaald oogenblik water te leveren over den geheelen omtrek van het schoepenpad, waardoor een plotselinge belastingvermeerdering van den motor wordt veroorzaakt, die bedenkelijke gevolgen kan hebben, vooral bij lange toevoerkabels en hooge

spanning. Bij het in werking brengen van een vijzelpomp van de beschreven constructie daarentegen kan het vullen van de pomp en daarmee hef belasten van den motor gedurende het draaien zeer geleidelijk geschieden. Met behulp van een vacuumpomp laat men den waterstand in het horizontale gedeelte van de hevelpijp langzaam stijgen. Hierdoor wordt het gedeelte van het schoepenrad dat aan de werking deelneemt, geleidelijk grooter tot de volle belasting is bereikt.

Dat de cijfers, die prof Creighton voor het nuttig effect heeft gevonden, hooger zijn dan die voor centrifugaalpomp onder overeenkomstige omstandigheden, is zeer verklaarbaar. Het water behoeft namelijk niet zoo herhaaldelijk van richting te veranderen als bij een centrifugaalpomp het geval is. Iedere richtingsverandering gaat gepaard met zeker verlies aan drukhoogte tengevolge van schadelijke weerstanden, en deze drukhoogte-verliezen maken, wanneer de nuttige opvoerhoogte slechts klein is, percentsgewijze veel uit en doen het nuttig effect dienovereenkomstig dalen.

Nu de vijzelpomp zooveel eenvoudiger van vorm wordt dan de centrifugaal, kan men de doortochten voor het water ook ruimer nemen zonder dat dit bezwaar voor de uitvoering geeft. De schadelijke weerstanden worden hierdoor verminderd en men wordt daarbij niet aan banden gelegd door de moeilijkheid, die wij bij centrifugaalpomp zijn tegengekomen, dat een ruime inlaatopening van het schoepenrad aanleiding kan geven tot een al te klein toerental van het rad. Bij de vijzelpomp heeft men hierin vrije hand.

Uiteindelijke keuze

Al deze voordeelen van vijzelpompen in aanmerking genomen, meende ik voor het waterschap "Electra" aan dit pompsysteem de voorkeur te moeten geven en mijn medeadviseur juichte het toe, dat hierdoor de eisch van draaistroommotoren met regelbaar toerental kan vervallen. In dien zin luiden dan ook de voorstellen, die wij in Juni 1916 deden en welke door het bestuur van het waterschap zijn gevolgd. Na concurrentie tusschen enkele Nederlandsche machinefabrieken werd de levering van de installatie met electrisch gedreven vijzelpompen aan de firma Gebr. Stork opgedragen, die daarbij motoren van de "Heemaf" zal gebruiken. Tusschen de motoren, die 970 toeren per minuut zullen maken, en de pompen, die met 53 omwentelingen zullen loopen, komt een dubbele tandradoverbrenging, die door de genoemde firma met bijzondere zorg is uitgevoerd met toepassing van het systeem Alquist, waarop ik thans niet kan ingaan, evenmin als op andere details, zooals bijvoorbeeld het kraagblok systeem Michell. Laat ik omtrent dit blok alleen opmerken, dat het niet binnen de pomp zal geplaatst worden volgens de constructie van Wood, doch er buiten, zooals eigenlijk ook meer voor de hand ligt.

Zoodra de voordeelen van vijzelpompen voor bemalingen bekend waren geworden, namen verschillende machinefabrieken in ons land de uitvoering van zulke pompen ter hand. De fabriek "Werkspoor" had zich, al spoedig nadat in Groningen tot toepassing van het systeem was besloten, in verbinding gesteld met den ingenieur Wood en heeft thans voor een aantal waterschappen vijzelpompen in uitvoering, waarvan de twee pompen voor het waterschap "Vollenhove", welke door verticale gelijkstroom-stoommachines worden gedreven en die elk 810 M³. per minuut zullen opvoeren, wel de voornaamste zijn. Ook Gebr. Stork & Co. en de machinefabriek "Jaffa" hebben nog verschillende vijzelpompen in bewerking.

Dit pompsysteem heeft voor onze bemalingen ongetwijfeld een groote beteekenis. Dat ook daarmee nog wel eenig leergeld zal moeten betaald worden is te verwachten; doch dit mag niet afschrikken van het betreden van nieuwe wegen.

Energiegebruik

Wat nu de keuze van de drijfkracht betreft, zoo is uit het voorgaande reeds genoegzaam gebleken hoe innig deze samenhangt met die van het wateropvoerwerktuig zelf. Beginnenden in de werktuigbouwkunde meenen wel eens, dat de drijfwerktuigen met het meest economisch brandstofverbruik onder alle omstandigheden de meest aanbevelenswaardige zijn. De ervaren ingenieur weet wel, dat dit volstrekt niet het geval is.

Ware het zoo, dan zou men voor alle watergemalen zuiggasmotoren als drijfkracht moeten invoeren en wel in het bijzonder de Humphrey-pomp, het wateropvoerwerktuig, dat op de Brusselsche tentoonstelling in 1910 zoozeer de aandacht trok en dat is op te vatten als een vierslagszuiggasmotor, die op de meest directie wijze een pomp drijft. Van deze pomp, waarvan belangrijke uitvoeringen in Engeland en in Egypte zijn tot stand gekomen, wordt voor het anthracietverbruik bij een opvoerhoogte van 9 M. opgegeven: 0.5 K.G. per W.P.K.-uur. Zij is echter voor onze bemalingen niet toegepast ; verschillende andere overwegingen buiten beschouwing latend, vermeld ik alleen dat de buitengewoon diepe fundatie, welke tot dusver bestaande uitvoeringen van deze pomp vereischen, in ons polderland reeds een afdoend bezwaar oplevert tegen de toepassing ervan.

Andere zuiggasmotoren zijn echter veelvuldig voor het drijven van centrifugalen voor onze polders in gebruik gekomen. De belangrijkste toepassing is die in het reeds genoemde gemaal van “de vier Noorder-Koggen”. Daar werd bij proeven in 1908 een anthracietverbruik bereikt van 0.635 K.G. per W.P.K.-uur bij een opvoerhoogte van 2.79 M.

Nu is men bij zuiggas-installaties in sterker mate afhankelijk van de kwaliteit en de grootte der kolen dan bij stoominstallaties. Teneinde een gelijkmatige werking van den generator te verzekeren, worden de kolen van vele zuiggasgemalen ter plaatse gezeefd. In vroegere jaren werd de kool, die door de zeef viel, niet zelden met de koolasch voor de verbetering van den toegangsweg gebruikt. Gedurende den kolen nood in 1917 en 1918 behoefde men zich dus niet te verwonderen, wanneer men den toegangsweg naar een zuiggas-gemaal zag opgraven!

Ik vermeld dit slechts ter illustratie van de opmerking, dat men voorzichtig moet zijn om bijzonder gunstige verbruikscijfers bij proefnemingen met een zuiggas-gemaal als grondslag voor het totale brandstofverbruik aan te nemen, en u begrijpt, dat ik met deze opmerking in het minst niet bedoel de juistheid der proeven in twijfel te trekken, welke deze verbruikscijfers opleverden.

In de laatste jaren heeft men hier te lande wel geleerd, dat met betrekking tot het accepteren van brandstoffen van de meest uiteenlopende kwaliteit een stoomketel nog wel de meest plooibare afnemer is, tenminste wanneer de ketel voorzien is van een inrichting voor toevoer van lucht en eventueel ook van stoom onder den rooster.

Daar, waar men in de gelegenheid is de beschikbare kolen gedeeltelijk in een gasgenerator en gedeeltelijk onder een stoomketel te gebruiken, heeft men werkelijk zeer gunstige resultaten bereikt, en enkele polderbesturen, die over dubbele bemalingswerktuigen beschikken en die zich hebben ingericht om één centrifugaalpomp door een zuiggasmotor en een tweede door een stoomwerktuig te drijven, waren gedurende de jaren van nijpend kolengebrek in betrekkelijk gunstige omstandigheden.

Wanneer men het zoeven genoemde kolenverbruik, dat dus voor een bijzonder zuinig werkend zuiggasgemaal werd geconstateerd, eens zou willen vergelijken met het kolenverbruik, dat met stoomgemalen kan worden bereikt, dan moeten daarvoor uit den aard der zaak overeenkomstige omstandigheden ten opzichte van wateropbrengst en van opvoerhoogte worden aangenomen. Voor

een stoom-centrifugaal gemaal van dergelijke groote wateropbrengst als dat van “de vier Noorder Koggen” en met een opvoerhoogte, welke niet veel van 2.8 M. verschilt, komt men bij toepassing van een zeer modern stoomwerktuig, werkende met oververhitten stoom, tot een kolenverbruik van ongeveer 1 K.G. per W.P.K.-uur, waarbij dan goede stoomkolen met een verbrandingswarmte (bovenwaarde) van tenminste 7800 calorieën zijn verondersteld. Helaas zijn zulke moderne stoommachines, als ik hier aannam, bij onze stoomgemalen geenszins de meest voorkomende.

De petroleummotoren en meer nog de Diesel- en Bronsmotoren hebben in dit tijdvak ook op het gebied van polderbemalingen veel ingang gevonden. De toepassing van een Diesel-motor, die voornamelijk voor de installaties van groot vermogen in aanmerking komt, zou onder de zoeven aangenomen omstandigheden een olieverbuiik van ongeveer 0.33 K.G. per W.P.K.-uur vereischen. Het brandstofverbruik zou dus dezelfde kosten veroorzaken, wanneer de eenheidsprijs van de kolen het derde gedeelte bedraagt van die van de gasolie. Diesel-motoren hebben als drijfwerktuigen voor poldergemalen het voordeel, dat voor het in gang brengen minder voorbereiding noodig is dan bij een stoomwerktuig. Wanneer een polder dus plotseling waterbezwaar krijgt, kan zulk een water-gemaal snel in werking worden gebracht en vele maaluren hebben benut vóórdát de boezem op maalpeil is. Dit is vooral dan van belang, wanneer verschillende polders uitslaan op een gemeenschappelijken boezem, die geen ruime waterberging heeft. Dat deze motoren het nadeel hebben, dat de vereischte brandstof somtijds niet gemakkelijk of zelfs in het geheel niet op de wereldmarkt is te verkrijgen, hebben polders, die geheel van een Diesel-gemaal afhankelijk waren, gedurende de laatste oorlogsjaren op harde wijze moeten ondervinden. Met teerolie uit de gasfabrieken kan men zich wel eens behelpen, doch deze was toen ook slechts in uiterst beperkte mate beschikbaar. De toestand was voor de stoomgemalen evenmin rooskleurig, maar toch veel gunstiger dan voor de Diesel-gemalen.

Conclusies

Wanneer ik bij de onderlinge vergelijking van drijfwerktuigen voor onze polder- en boezemgemalen de elektrische drijfkracht het laatst noem, dan geschiedt dat alleen om bij de behandeling van dit twintigjarig tijdvak niet al te zeer van de historische ontwikkeling af te wijken. Twintig jaren geleden was er van electrisch gedreven polderbemaling, zooals die zich thans heeft ontwikkeld, nog nauwelijks sprake. Zeker, de installatie voor het drijven van 36 kleine centrifugaalpompen met een gezamenlijke opbrengst van 261 M³. per minuut voor het bemalen van de “Donge-polders” was toen onder directie van den Rijks Waterstaat in aanbouw. Daartoe behoorde een afzonderlijke centrale nabij Raamsdonkveer, uitsluitend, bestemd voor de stroomlevering ten behoeve van deze bemaling. Meer algemeene toepassing van elektrische drijfkracht op poldergemalen werd echter eerst mogelijk, toen in verschillende steden centralen tot stand kwamen, waar elektrische drijfkracht in het groot op economische wijze wordt voortgebracht.

De voordeelen van deze toepassing, zoowel voor de polders als voor de centralen springen in het oog. Voor de polders: eenvoudige inrichting der gemalen, waarbij de kosten van bediening en toezicht tot een minimum kunnen worden teruggebracht, en de redelijke zekerheid, dat zij bij plotseling intredend waterbezwaar zonder eenige voorbereiding in den regel onmiddellijk in werking kunnen gesteld worden, zelfs in bijzondere tijden van oorlogscrisis of arbeidersmoeilijkheden. Voor de centralen, die oorspronkelijk in de eerste plaats als lichtcentralen waren opgezet, opende zich een voordeelig afzetgebied van krachtstroom buiten de uren van de grootste belasting door licht. Aanvankelijk maakten de polderbesturen wel eenig bezwaar, dat zij niet meer zooals tot dusver op ieder uur van den dag zouden mogen malen, doch dat er ook gesloten uren zouden zijn. Maar na enkele jaren hebben zij ondervonden, dat dit bezwaar niet groot is. Zoo wedijverden de verschillende

centralen in het uitbreiden van het poldergebied, dat zij bedienden, vooral in de jaren onmiddellijk voor en onmiddellijk na het uitbreken van den oorlog, toen materialen nog goed te verkrijgen waren. In deze provincie waren het vooral de centralen van Rotterdam, Delft en Leiden, die door voordeelige voorwaarden van stroomlevering buiten den door groote lichtlevering bezetten tijd de uitbreiding van elektrische bemaling bevorderden.

Op het eerste gezicht moge het niet rationeel lijkende stoomkracht eerst om te zetten in elektrischen stroom en dezen daarna door middel van een electromotor een pomp te laten drijven. Men zou oppervlakkig meenen, dat het economischer zou zijn de pomp direct door stoom te drijven. Wie echter de krachtproductie door middel van de stoomturbines eener groote modern ingerichte elektrische centrale vergelijkt met die door middel van de machine van een stoomgemaal van middelbare grootte, overtuigt zich gemakkelijk, dat de totale kosten van brandstof, arbeidsloon en onderhoud per eff. P.K.-uur in het eerste geval slechts een fractie bedragen van de overeenkomstige kosten bij het stoomgemaal.

Heeft men een goed ingerichte centrale ter beschikking, die met het oog op de lichtlevering op de drukste dagen van het jaar reeds zoodanig vermogen heeft, dat zij voor de krachtlevering van het gemaal niet vergroot behoeft te worden, zijn de kabels van het gemaal niet te lang of te kostbaar of worden deze voor een belangrijk deel toch vereischt voor stroomlevering aan anderen, dan is een elektrisch gedreven gemaal in het voordeel. Als. voorbeeld noem ik het reeds besproken gemaal, dat bij Zoutkamp wordt gebouwd.

Is daarentegen de centrale minder groot, zoodat de aansluiting van een gemaal van groot vermogen bepaald uitbreiding van de centrale zou vereischen, is het gemaal gelegen in een streek waar weinig afzetgebied van elektrischen stroom aan anderen is te verwachten en is het van zoodanig belangrijk vermogen, dat het de kosten waard is om het op de meest moderne en economische wijze in te richten, dan zal men aan een stoomgemaal de voorkeur geven. Deze omstandigheden deden zich voor, toen voor het gemaal bij Lemmer een keuze van de drijfkracht moest worden gedaan.

Ieder geval op zichzelf vereischt dus een nauwgezette vergelijkende voorstudie.

Om de kosten van het vereichte stroomverbruik van een elektrisch gemaal te vergelijken met het te verwachten brandstofverbruik van andere gemalen, zou ik evenals te voren het drijven van een groote centrifugaalpomp voor een opvoerhoogte van ongeveer 2.80 M. als basis willen nemen. Het stroomverbruik zal men daarbij op ongeveer 1.2 K.W. per W.P.K. kunnen stellen. Past men, in plaats van centrifugaalpomp, vijzelpompen toe, dan zullen, wanneer de verwachtingen daaromtrent bevestigd worden, de verbruikscijfers enkele percenten gunstiger uitvallen. Het verschil tusschen beide systemen is, zooals reeds werd opgemerkt, bij kleine opvoerhoogte belangrijker dan bij die, welke wij hier hebben aangenomen.

Het electriciteitsverbruik breidt zich gestadig uit, zelfs in streken van ons land, waar men dit enkele jaren geleden allerminst zou hebben verwacht. Daarbij worden de centralen steeds beter ingericht met het oog op een economisch bedrijf en zoo verschuiven de omstandigheden zich gestadig ten gunste van toepassing van elektrische drijfkracht. Zonder twijfel ligt dan ook de toekomst in deze richting, ook voor onze polder- en boezemgemalen.