

SUMMARY**The PWN pumping-plant at Hoorn**

Variable-speed pump operation by means of direct coupled diesel-engines has advantages, both economical and technical, especially if generated power would be necessary to face failure of electric power supply.

Described are the pumping-system, the dieselengine-driven pumps, the remote control-system and the auxiliary systems. To prevent waterhammer at sudden stopping of the driving engines, the pumps are equipped with flywheels.

De inrichting van het pompstation Hoorn

Pompsysteem

Het water dat naar de beide voorzieningsgebieden moet worden gepompt, wordt via een leiding met een diameter van 1000 mm aangezogen uit de achter het pompgebouw gelegen reinwaterkelder. In de nabije toekomst zal een tweede zuigleiding met dezelfde diameter de pompinstallatie aansluiten op de tweede, nog te bouwen reinwaterkelder.

In verband met het pompem van twee gescheiden voorzieningsgebieden, kan het pompstation worden opgevat als bestaande uit twee afzonderlijke installaties, samengebracht in hetzelfde gebouw.

Voor beide installaties zijn de nodige maximale pompcapaciteiten en opvoerhoogten ongeveer aan elkaar gelijk, zodat zij identiek zijn uitgevoerd met een, onder maximale omstandigheden, gedeeltelijk gemeenschappelijke machine-reserve.

De maximale pompcapaciteit (zonder de reserve) bedraagt voor elk der beide voorzieningsgebieden 2800 m³/h bij een opvoerhoogte van 70 m wk.

Het vullen van de kelder(s) geschiedt vanuit Andijk (max. 3600 m³/h) en eventueel Bergen (max. 1500 m³/h) via achterin het pompgebouw ondergebrachte afsluit-, resp. regelapparatuur.

Deze apparatuur bestaat, voor wat betreft de levering vanuit Andijk, uit een ter plaatse dan wel in Andijk te bedienen elektrische vlinderklep (diam. 800 mm).

De levering vanuit Bergen wordt geregeld door twee overstroombestellen (diam. 250 mm) welke ter plaatse of in Bergen kunnen worden vrijgegeven en dan automatisch de voordruk constant houden.

De hoeveelheid wordt gemeten met een venturibuis en overgeseind naar Bergen.

Bij identieke uitvoering van de installatie voor de twee voorzieningsgebieden zal in de eindtoestand elk der beide installaties bestaan uit:

1 pomp $Q = 560 \text{ m}^3/\text{h}$ bij $H_m = 70 \text{ m wk}$ en 2 pompen $Q = 1120 \text{ m}^3/\text{h}$ bij $H_m = 70 \text{ m wk}$.

Verder is in iedere installatiehelft nog een extra pomp $Q = 560 \text{ m}^3/\text{h}$ bij $H_m =$

70 m wk aangebracht en omschakelbaar aangesloten op beide voorzieningsgebieden, zodat zowel voor de kleine als voor de grote pompen een reserve van 100 % aanwezig is onder maximale omstandigheden.

De in eerste instantie vermelde kleine eenheden zullen later worden aangebracht, zodat momenteel het pompstation is uitgerust met de vier grote eenheden en de twee kleine omschakelbare. Uitgaande van een statische opvoerhoogte van $\pm 30 \text{ m wk}$ zal de opvoerhoogte, afhankelijk van de in bedrijf zijnde pompcapaciteit, voor beide voorzieningsgebieden variëren tussen $\pm 30 \text{ m wk}$ en $\pm 70 \text{ m wk}$.

Door combinatie in parallel-schakeling van pompeenheden en regeling van het toerental kan elke gewenste hoeveelheid tussen 0 en 2800 m³/h bij elke gewenste opvoerhoogte tussen 30 en 70 m wk bij een goed rendement worden geleverd. De fluctuaties in het verbruik en de veranderingen in de opvoerhoogte, ook die welke het gevolg zijn van wijzigingen in het leidingnet, kunnen zodoende op een het ideale benaderende wijze worden opgevangen.

Om bij pompsluitdrukstoten en onderdrukken in het leidingnet te voorkomen zijn tussen de dieselmotoren en de pompen vliegwielen aangebracht. Tussen dieselmotor en vliegwiel bevindt zich een vrijlooppkoppeling.

De vliegwielen vervangen de zgn. „windketels” die, gezien de grote afmetingen welke nodig zouden zijn en de bodemstructuur ter plaatse, zowel technisch als financieel weinig aantrekkelijke consequenties met zich zouden hebben meegebracht.

Om vrijwel ieder risico, verbonden aan te snel tot stilstand komen van een pompaggregaat, uit te sluiten zijn speciale maatregelen genomen ten aanzien van pomp- en lagerconstructies en in de uitgaande persleidingen enkele windketels van zeer beperkte inhoud aangebracht.

De persleidingen zijn door middel van „bypass” leidingen, voorzien van een keerklep, verbonden met de vulleidingen en via deze met de boven in de reinwaterkelder aangebrachte vulgoten (over-

stortgoten) met een inhoud van totaal $\pm 170 \text{ m}^3$.

Ook de zuigleidingen zijn op de vulleidingen gekoppeld, zodat eventueel buiten de kelder(s) om het door Andijk en Bergen geleverde water rechtstreeks kan worden opgejaagd.

De koppeling van de beide persleidingen ten behoeve van de omschakelbare reservepompen kan, in geval van nood, tevens worden benut voor onderlinge assistentie van de beide pompinstallaties. Hiertoe zijn enkele regelafsluiters aangebracht.

Overigens zij voor de samenstelling van het hoofdleidingsstelsel verwezen naar het schema.

Het hoofdleidingwerk is geheel vervaardigd van stalen buis en grotendeels opgenomen in de betonconstructie van het gebouw.

De afsluiters (fabrikaat Holland) zijn, bij diameters groter dan 400 mm, uitgevoerd als zwaai kleppen, waarbij de regelafsluiters zijn voorzien van een elektrische aandrijving evenals de omschakelafsluiters van de reservepompen. De keerkleppen (fabrikaat Mannesmann-Meer) zijn van het type DRVg, uitgevoerd met een bronzen ringvormige klepschotel.

Voor de hoeveelheidsmeting in de uitgaande persleidingen zijn inductieve doorstroombestelinrichtingen (Emflux, fabrikaat Mawdsley) toegepast, geschikt voor een doorstroming van 200-4000 m³/h.

Dieselpompaggregaten

De pomp en het vliegwiel (fabrikaat Stork) zijn gemonteerd op een gemeenschappelijke gelast-stalen doosvormige fundatie, welke met ankerbouten is vastgezet op een betonnen opstort op de pompvloer.

Na het afstellen is de fundatiedoos volgestort met een niet krimpemde cementspecie. De motor (fabrikaat Kromhout) rust via rubber trillingdempers op twee stalen stoelen, welke op de hoger liggende motorenvloer op de tegels zijn vastgezet. Pomp en vliegwiel zijn onderling gekoppeld met een flexibele koppeling. Vliegwiel en motor zijn gekoppeld via

een vrijlooppkoppeling (fabrikaat Ring-span) en een in het motorvliegwiel aangebrachte rubberkoppeling (fabrikaat Vulkan).

Op deze wijze is de motor geheel flexibel opgesteld ten opzichte van de vloer en de aan te drijven machine en wordt de overdracht van motortrillingen op het gebouw en de pomp-vliegwielcombinatie vermeden.

Naast de gewenste pompcapaciteit en opvoerhoogte, de door het vliegwiel te leveren arbeid en het motorvermogen, heeft de keuze van het toerental een grote invloed op pomptype, vliegwielafmetingen en motortype.

Door een hoog toerental te kiezen, is een constructie verkregen welke een goed rendement paart aan geringe afmetingen en lage aanschaffingskosten.

Uiteraard is het toerental aan bepaalde grenzen gebonden, welke o.a. worden gesteld door motor- en vliegwielconstructie, de verlangde cavitatievrije zuighoogte en het rendement van de pomp. Het maximum toerental bedraagt voor de grote eenheden 1550 omw./min en voor de kleine 1860 omw./min.

Speciale aandacht is besteed aan de vliegwiel- en pomplagers om zoveel mogelijk het risico van vastlopen uit te sluiten.

Toegepast zijn geselecteerde SKF-zelfinstellende tonlagers. Ieder lager is in het laboratorium van SKF gecontroleerd op hardingsstructuur, hardheid en aanwezigheid van haarscheuren.

De lagers zijn oliebad gesmeerd en worden met water gekoeld.

Met behulp van contactthermometers wordt de temperatuur gecontroleerd. Komt deze boven de normale waarde dan wordt dit gealarmeerd, terwijl bij verdere stijging de dieselmotor wordt gestopt.

De centrifugaalpomp zijn uitgerust met een waaier met tweezijdige instroming. De huizen van pompen, vliegwiel en lagers zijn horizontaal gedeeld. De pakkingbussen zijn voorzien van Flexibox mechanical seals. De pomphuizen zijn vervaardigd van meehanite gietijzer, de waaiers van brons en de assen van roestvrij-staal.

De asbussen en de slijtringen op de waaiers zijn uitgevoerd in roestvrij-staal,

voorzien van een harde laag door oplassen met Colmonoy. Zij worden omsloten door pakkingbusvoeringen en huisdichtingsringen van brons welke zijn gevoerd met wit metaal. Deze combinatie van materialen is toegepast om vastlopen van een pomp op kleine harde verontreinigingen (zandkorrels) zoveel mogelijk te voorkomen.

De zuig- en persaansluitingen zijn van alle pompen gelijk en hebben een diameter van 400 mm, resp. 300 mm.

Opgesteld zijn:

4 pompen HGT 50 - 40/30 met $Q = 1120 \text{ m}^3/\text{h}$ en $H_{\text{man}} = 70 \text{ m}$ wk bij max. toerental 1550 omw./min max. rendement 85 %;

2 pompen HGT 40 - 40/30 met $Q = 560 \text{ m}^3/\text{h}$ en $H_{\text{man}} = 70 \text{ m}$ wk bij max. toerental 1860 omw./min max. rendement 81 %.

De vliegwiel, welke zijn vervaardigd van nodulair gietijzer, hebben de zeer eenvoudige vorm van een schijf met constante dikte.

Zij zijn met behulp van een conische klembus bevestigd op de gladde en dus onverzwakte as.

Alle vliegwiel zijn getest bij 120 % van het toerental dat normaal maximaal kan optreden. Het vliegmoment bedraagt voor de grote pompen 2200 kgm^2 en voor de kleine 800 kgm^2 .

De motoren zijn zgn. snelopende viertakt dieselmotoren met directe inspuiting, een cilinderopstelling in twee rijen in V-vorm, boring 120 mm, slag 150 mm, max. toerental 2000 omw./min.

Bij de bedrijfstoerentalen welke voor de grote pompen liggen tussen 1000 en 1550 omw./min. en voor de kleine tussen 1200 en 1860 omw./min. zijn de gem. zuigersnelheden betrekkelijk laag (5-7,7 m/sec, respectievelijk 6-9,3 m/sec).

Naast iedere motor is een elektrisch gedreven doorsmeerpompje opgesteld dat, gestuurd door een schakelklok, met een tijdsinterval van 3 uur gedurende enkele minuten de motor doorsmeert.

De motoren van de grote pompen (type 12 TVHD-120) hebben 12 cilinders voorzien van drukvulling met tussenkoeling door middel van twee door de uitlaatgassen aangedreven turboblowers, welke voor smering en koeling eveneens op het

smeeroliesysteem van de motor zijn aangesloten.

De motoren van de kleine pompen (type 8 TV-120) hebben 8 cilinders, echter zonder drukvulling.

De maximale vermogens en de daarbij behorende brandstofverbruiken zijn:

12 TVHD 120: $n = 1550 \text{ omw./min}$,

$N = 400 \text{ epk}$, $b_g = 156 \text{ g/epkh}$;

8 TV 120: $n = 1860 \text{ omw./min}$,

$N = 215 \text{ epk}$, $b_g = 167 \text{ g/epkh}$.

De motoren zijn watergekoeld en voorzien van een gesloten koelwatersysteem met op de motor aangebrachte warmtewisselaar en centrifugaalpompe.

Het toerental wordt geregeld door een Woodward-reguleator, voorzien van een elektrisch verstelmotortje, dit in verband met de bediening op afstand. Eveneens hiermee verband houdend is op de heugel van de brandstofpompen een 24 V hefmagneet aangebracht.

Een tachodynamo en een centrifugaal-schakelaar, beide aangedreven door de krukas, maken toerenmeting op afstand en automatische beveiliging, signalering en bepaalde omschakelingen mogelijk.

Het starten geschiedt met een aangebouwde luchtstartmotor (fabrikaat Düsterloh).

Op de motoren zijn aangebracht een mechanisch werkende tachometer, manometers voor smeeroliedruk en blowerdruk en thermometers voor smeerolie-, koelwater- en uitlaatgastemperaturen.

T.z.t. zullen de motoren op het aardgasnet worden aangesloten en dan als „dual fuel” motoren kunnen werken.

Hulpsystemen

In verband met de toepassing van dieselmotoren zijn enkele hulpsystemen aangebracht welke betreffen:

de perslucht voor het starten; de toevoer van brandstof; de afvoer van uitlaatgassen; het primaire koelwater; het secundaire koelwater; de smeerolievoorziening; de brandbeveiliging.

Verder dienen nog vermeld, zonder volledig te zijn:

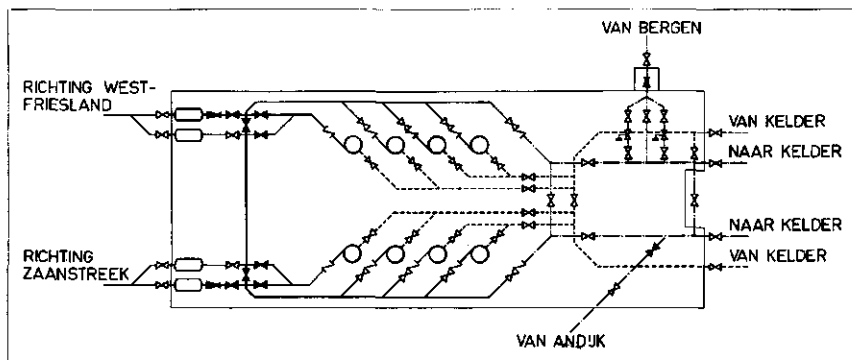
de elektrische energievoorziening; de verlichting; de verwarming en de ventilatie.

De perslucht voor het starten (30 ato) wordt geleverd door twee compressoren (fabrikaat Atlas Copco), elk met een capaciteit van 18 m^3/h afgegeven lucht van aanzuigspanning.

Er zijn vier voorraadvlessen opgesteld met ieder een inhoud van 120 l. Bij dalende luchtdruk komen de compressoren automatisch in bedrijf.

De lucht wordt via een ringleiding naar de motoren gevoerd waar de druk, alvorens in de startapparatuur te worden toegelaten, wordt gereduceerd tot 6 ato. De brandstof vloeit vanuit twee in de werkplaats, achter in het gebouw, opgestelde dagtanks (elk met een inhoud van 2 m^3) via katoenfilters en een ringleiding naar de motoren, welke ieder zijn voorzien van een brandstofopvoerpompje. De overtollige brandstof wordt door

Hoofdleidingschema pompstation Hoorn



een retourleiding, welke eveneens een ring vormt, naar de dagtanks teruggevoerd.

De dagtanks worden door trimpompen op peil gehouden vanuit de opslagtanks. Opgesteld zijn drie Stork Rotan pompen, type RT 12, elk met een capaciteit van 14 l/min. Twee van deze pompen draaien continu, de derde staat in reserve.

Onder normale omstandigheden zijn beide ringsystemen door afsluiters verdeeld in twee delen welke ieder door een dagtank worden gevoed. De motoren zijn zodanig aangesloten dat, bij stagnatie in de brandstofvoer naar één van beide delen, voor elk van de twee voorzieningsgebieden twee pompaggregaten beschikbaar blijven.

Door omschakeling is het ook mogelijk alle motoren te voorzien vanuit één dagtank en via één stel katoenfilters.

Iedere motor is voorzien van twee uitlaatgasleidingen, dit mede in verband met de cilinderopstelling in V-vorm. In beide leidingen wordt de temperatuur gemeten.

Het verloop van alle uitlaatgastemperaturen wordt geregistreerd met behulp van een meerpuntschrijver.

Aan de hand van deze registratie en de kleur van de uitlaatgassen zal het mogelijk zijn tijdig afwijkingen van het normale beeld te onderkennen en snel de cilinderbank te lokaliseren waarin zich de cilinder bevindt welke niet geheel in orde is.

De uitlaatleidingen zijn ieder voor zich naar buiten doorgevoerd, zodat een groot aantal pijpen de gevels siert.

Daar waar aanrakingsgevaar bestaat zijn de pijpen geïsoleerd met steenwol en verder geheel, zowel binnen het gebouw als daarbuiten, bekleed met een aluminium siermantel.

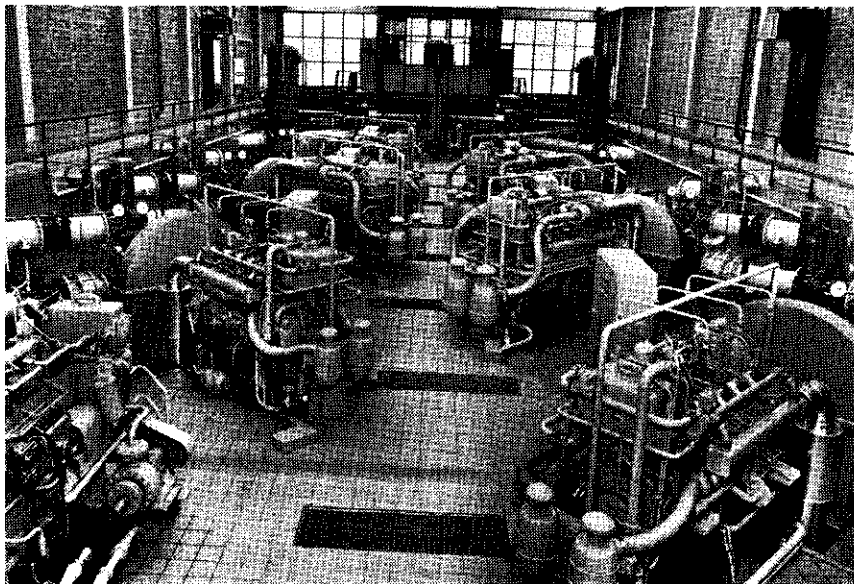
In iedere uitlaatleiding zijn twee geluiddempers gemonteerd (fabrikaat Tio) waarvan het effect dermate gunstig is dat reeds op korte afstand van het gebouw praktisch geen uitlaatgeluid meer wordt waargenomen.

Het primaire koelwater, dat is het koelwater dat door de motoren circuleert, staat zijn warmte af aan het secundaire koelwater in een op iedere motor gemonteerde koeler. In het primaire circuit zijn per motor aangebracht een circulatiepomp, twee thermostaten en de smeeroliekoeler, welke componenten evenals de koeler behoren tot de normale uitrusting.

De systemen worden onder een geringe overdruk gehouden met behulp van een centraal opgestelde koelwaterbak waarop alle primaire circuits zijn aangesloten. Waterverliezen door verdamping of lekkage worden automatisch aangevuld via een vlotterafsluiter die is aangesloten op de waterleiding.

De warmte in het koelwater van de draaiende motoren wordt voor een deel nuttig gebruikt voor het verwarmen van de stilstaande motoren.

Een deel van het primaire koelwater van



Binnenaanzicht pompstation

de draaiende motoren wordt naar de centrale koelwaterbak geleid, zodat het water in deze bak steeds een hoge temperatuur heeft.

Met behulp van twee nabij de koelwaterbak opgestelde circulatiepompen (welke elkaars reserve zijn) wordt in een verwarmingscircuit water rondgepompt dat circuleert door een op iedere motor aangebracht eenvoudig warmtewisselaartje waarin warmte wordt afgestaan aan het primaire koelwater.

Deze warmte is afkomstig van het water in de koelwaterbak doordat bij afkoeling van het verwarmingscircuit beneden 50 °C een thermostaat het water geheel of gedeeltelijk via de bak doet stromen. De niet in bedrijf zijnde motoren staan steeds voorgewarmd op 30° à 50° C, ongeacht het aantal draaiende motoren.

Ieder dieselpompaggregaat is uitgerust met een eigen secundair koelwatersysteem. Het water wordt uit de persleiding van de pomp onder druk toegevoerd naar een aan de motorstoel bevestigde centrifugaalpomp, welke door middel van V-snaren door de motor wordt aangedreven.

In de persleiding van deze pomp is de koeler van het primaire koelwater opgenomen en bij de opgeladen motoren tevens de luchtussenkoeler. Na het verlaten van de koeler(s) wordt het water teruggevoerd in de uitgaande persleiding van de pomprichting waartoe het pompaggregaat behoort.

Deze methode voorkomt verlies aan energie en water. De sec. koelwaterpomp behoeft slechts de energie aan het water toe te voeren welke nodig is voor het overwinnen van het weerstandsverlies in het koelsysteem. Ook is bij verandering van het toerental, en dus ook van de druk in de persleiding, automatisch een goede aanpassing van de nodige koelwater-capaciteit verkregen.

De smeerolie is opgeslagen in een tweetal tanks, elk met een inhoud van 1 m³, welke met behulp van perslucht onder een druk van 1 ato staan.

Een ringleiding verbindt de tanks met de motorcarters. Door middel van een voetbediende afsluiter kunnen de carters worden gevuld (max. cartervulling van 70 l ± 7 minuten).

De pompmotoren zijn individueel beveiligd tegen brand. Boven de motoren zijn een aantal sproeiers (systeem Sprinkler) aangebracht welke zijn aangesloten op een, onder stikstofdruk gehouden, tankje gevuld met BCF (bromochlorodifluoromethaan).

Reeds een geringe concentratie van dit inerte gas in de lucht heeft een grote bluswerking.

Door middel van een vlottercontact in het BCF-tankje wordt tijdens een blussing de motor gestopt.

De elektrische energie voor verlichting, hulpwerktuigen, enz., wordt geleverd vanuit het hoogspanningsnet (10 kV) via een transformator 100 kVA en een laagspanningsverdeelinrichting (fabrikaat Heemaf, type Normivak).

Bij wegvallen van de netspanning neemt een noodstroomaggregaat de elektrische energievoorziening automatisch over. Is de netspanning gedurende 5 min weer aanwezig dan stopt het noodaggregaat en wordt terugschakeld op de transformator.

Om tijdelijke overbelasting van het aggregaat te voorkomen geschiedt het bijschakelen van de belastingsgroepen met een programma-wals.

Het noodstroomaggregaat bestaat uit een Kromhout-dieselmotor type 8 TS 117-140 pk - 1500 omw./min, gekoppeld aan een EMF zelfregelende compound-generator van 120 kVA.

De binnenverlichting is, op enkele punten na, geheel uitgevoerd met TLF-

buizen 40 W, paarsgewijze aangebracht in open armaturen en verdeeld over 5 strangen in de lengterichting van het gebouw. De buitenverlichting bestaat uit negen lantaarnpalen, voorzien van Philip's diepstraalarmaturen type XRK, waarin aangebracht 2 TLS-buizen 20 W.

Voor vorstvrij houden van het gebouw is een automatisch werkende verwarming aangebracht bestaande uit een oliegestookte ketel met een max. capaciteit van 135.000 kcal/h (fabrikaat Remeha Olco, type 560) waarop zijn aangesloten vier wandluchtverhitters, elk met een luchtcapaciteit van 2150 m³/h, en de radiatoren in de controlekamer en de werkplaats welke zijn voorzien van thermostatische radiatorkranen.

Het leidingwerk van de bij de dieselmotoren behorende hulpsystemen is grotendeels gemonteerd op de zijwanden van de leidingtunnel welke in het midden van het gebouw in lengterichting onder de motorvloer doorloopt.

Deze tunnel wordt eveneens benut voor de centrale aanvoer van de ventilatie-lucht. Hiertoe zijn in de motorvloer roosters aangebracht. De lucht treedt in de ruimte onder de controlekamer via afsluitbare roosters de tunnel binnen en wordt door een zestal dakventilatoren, elk met een capaciteit van 10.000 m³/h, afgezogen.

Bij een buitentemperatuur lager dan + 5° C behoeft niet te worden geventileerd en, om bevrozen van leidingen te voorkomen, worden door een thermostaat de toevoerroosters gesloten en tegelijkertijd de dakventilatoren vergrendeld in de uitgeschakelde toestand.

De verbrandingslucht voor de dieselmotoren wordt nu aangezogen uit een in de lengterichting van het gebouw midden op het dak aangebracht luchtkanaal. Dit kanaal staat aan voor- en achterzijde van het gebouw in open verbinding met de buitenlucht en via openingen in het dak met de machinekamer.

Besturing en bewaking

Zowel in het pompstation, vanaf een centraal punt, als op afstand in de hoofdpompstations te Bergen en Castricum kan het bedrijf worden geregeld en bewaakt.

In de controlekamer van het pompgebouw is een bedieningslessenaar opgesteld.

Vanaf deze lessenaar kunnen de pompen voor beide uitgaande richtingen worden gestart, in toeren geregeld en gestopt. Op de lessenaar in het pompstation te Bergen kunnen uitsluitend de pompen voor het voorzieningsgebied Westfriesland worden bediend, terwijl de lessenaar in het pompstation te Castricum dit mogelijk maakt voor de pompen welke draaien op de richting Purmerend-Zaanstreek.

Op de lessenaars zijn aanwijsinstrumenten aangebracht welke aangeven:

de hoeveelheden welke binnenkomen uit Andijk en Bergen; de waterstand in

de reinwaterkelders; de hoeveelheden welke worden verpompt; de druk in de persleidingen; het toerental van de pompaggregaten; de regelstanden van enkele afsluiters; de druk van het startluchtsysteem; de temperatuur in het gebouw.

Uiteraard bevinden zich op de lessenaar tevens de nodige controle- en alarmlampjes van de pompaggregaten en van enkele hulpsystemen.

Mocht door een of andere oorzaak een pompaggregaat uitvallen, dan wordt dit in het hoofdpompstation van waaruit het aggregaat wordt bediend gealarmeerd en gaat op de lessenaar aldaar de algemene storingslamp van deze machine branden.

Een gedifferentieerde aanduiding van de storingsoorzaak kan worden afgelezen op de lessenaar te Hoorn met behulp van de daarop aangebrachte storingslampjes. Afhankelijk van de beveiliging welke eventueel in werking is getreden zal het desbetreffende lampje zijn gaan branden.

De beveiligingen welke zijn aangebracht en die, bij in werking treden, tevens de dieselmotor van een pompaggregaat doen stoppen betreffen:

de koelwatertemperatuur; de smeerolie-druk (tevens gebrek aan brandstof); het toerental (overspeed); de lagertemperaturen (van vliegwiel en pomp); de pomp-druk; het in werking treden van de brandblusinrichting.

Voor het overbrengen van de commando's, metingen en signaleringen naar Bergen en Castricum is een Philips' overdrachtapparaat toegepast welke het mogelijk maakt te volstaan met een verbinding van twee telefoonaders in het diensttelefoonnet van de provinciale bedrijven.

Bij deze apparatuur wordt gebruikt gemaakt van toonfrequente draaggolven, bestaande uit een reeks toonkanalen op AM-basis, elk met een bandbreedte van 120 Hz in het spraakgebied van 300-3400 Hz.

De informatie-overdracht vindt plaats door modulatie van de draaggolven, dan wel door een aantal te combineren volgens een bepaalde code (toegepast voor de commando's).

Naast elkaar zijn drie systemen toegepast:

het tijdmultiplex-systeem BTR 604, t.b.v. de signaleringen; het tijdmultiplex-systeem BTR 708, t.b.v. de bedrijfsmetingen en het multitoon-telesupervisie-systeem (MTT-systeem), t.b.v. de commando's en de toerentalmetingen van de dieselmotoren.

De apparatuur in het pompstation te Hoorn, welke de schakel vormt tussen enerzijds de overdrachtapparaat en de lessenaars en anderzijds de te besturen machines, bestaat uit een relaisstelsel voorzien van programma-schakelwalsen. Wanneer vanaf een van de lessenaars een motor wordt gestart, dan wordt een start-impuls gegeven welke de desbetref-

fende schakelwals in beweging zet en tegelijkertijd de voorsmeerpompen inschakelt. De voorsmeerpompen schakelen op een tijdrelais na drie minuten weer af.

Door de schakelwals wordt de startluchtmagneetklep bekrachtigd waardoor de luchttoevoer naar de startmotor wordt vrijgegeven en de motor in beweging wordt gezet. Na een bepaalde tijd geeft de wals de brandstoftoevoer vrij zodat de motor kan aanslaan en op toeren komen. Enkele seconden na het vrijgeven van de brandstof wordt de luchttoevoer afgesloten, hetzij door de schakelwals dan wel door een centrifugaalcontact op de motor-as.

De schakelwals is nu in bedrijfsstand aangekomen en blijft verder stil staan. Door het geven van een stopcommando wordt de wals weer in beweging gebracht en zal de brandstoftoevoer worden afgesloten.

De wals zal vervolgens doordraaien naar de startstand.

Mocht de motor niet zijn aangeglopen, dan kan na het geven van een stopcommando na 30 sec. opnieuw worden gestart.

Wordt het stopcommando onder deze omstandigheden niet tijdig gegeven (binnen 2 min), dan gaat de motor in storting en kan niet weer op afstand worden gestart. Ter plaatse zal dan de storting moeten worden opgeheven.

Bij onverhoopt uitvallen van het besturings- en bewakingssysteem is het mogelijk ter plaatse het bedrijf te regelen hetzij, afhankelijk van de aard van de storting, vanaf de lessenaar of direct aan de machine zelf.

Tenslotte zij nog opgemerkt dat, wanneer de installatie is aangesloten op het aardgasnet, de dual-fuel motoren zo worden uitgevoerd dat zij binnen een bepaald gebied automatisch een voorkeur zullen hebben voor aardgas.

Dit gebied wordt naar beneden begrensd door het toerental (70 % van het nom. toerental) en naar boven door de belasting (90 % van het vermogen).

Op welke brandstof wordt gedraaid is op de bedieningslessenaars door signaal-lampjes aangegeven.

Mocht de gasdruk wegvallen dan gaan zonder onderbreking de motoren over op uitsluitend gebruik van brandstofolie.

Het pompstation werd in opdracht van het PWN gebouwd door de Amsterdamse Ballast Maatschappij NV. De architectonische verzorging werd toevertrouwd aan het Architectenbureau Verhave, Luyt en De Iongh te Den Haag.

De werktuigbouwkundige en elektrische installatie werd ontworpen door het PWN. De uitvoering berustte bij Kromhout Motorenfabriek NV te Amsterdam, Gebr. Stork & Co. NV te Hengelo, Gebr. Rossmark NV te Almelo en Mijnsen & Co. NV te Amsterdam. De bouwkosten van het pompstation, inclusief de installatie en de reinwaterkelder bedroegen 5 miljoen gulden.