7e JAARGANG
NUMMER 3.

JULI
1955

DE INGENIEUR IN INDONESIË

Orgaan van de Groep Indonesië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.
Tijdschrift gewijd aan Techniek en Wetenschap in Indonesië,
waarin opgenomen
De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913
en
De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht :
ir G. H. Pesman
ir B. W. Colenbrander
ir W. van der Lee
ir J.C. Harmsen

Commissie van Redactie :
Hoofdred. : Prof. ir P. G. H. A. Fermin
Leden : ir Rd. Agoes Prawiranata

Abonnementsprijs : Rp. 30.— per jaar. Afzonderlijke nummers : Rp. 10.—
Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Djl. Ganeça 10, Bandung (Tel. Bd. 8251).
Adres voor Administratie en abonnementen: Djl. Braga 38, Bandung (Tel. Bd. 4220).
Adres voor advertenties: Reclamebureau Grafica, Djl. Petamburan I no. 2 Postbox 2113, Tel. Gmb. 320, Djakarta-P.

ALGEMEEN GEDEELTE

INHOUD: Mededelingen van de Redactie. De kwaliteit der arbeiders, en het mandoerprobleem, door ir Ph. Lewis.

Mededelingen van de Redactie

Tijdschriften van derden.

Ondervolgende tijdschriften en andere publicaties werden in de loop van 1955 bij de redactie ontvangen en liggen bij onze Administratie Djalan Braga No. 38 te Bandung ter lezing of om aan leden uitgeleend te worden. Wij houden ons gaarne aanbevolen voor de toezending van deze en andere wetenschappelijke en technische tijdschriften.

Koninklijk Instituut voor de Tropen, 8e. Jaargang No. 4 — October 1954.—

Journal of The Indian Roads Congress No. 1 — Nineteenth Session — April 1955.

Government of India Ministry of Transport, Roads Wing — Report on experimental surfacings tested on the Road test track at Majherhat, Alipore, Calcutta (1942-1947) Issued by The Indian Roads Congress, New Delhi.

Bibliographie des Sciences et de L'Industrie. Revue De Librairie Et D'Information No. 446, 1954. No. s. 447-448-449, 1955.

Die Stellenbosse Ingenieurstudent 1954. Deel I No. 5.

Buku Kita, Buku dan Pembatja, Nomor 1, Tahun 1, Djanuari 1955.

Warta Imigrasi, Desember 1954 — Tahun ke V.

Bulletin Of The Institute For Chemical Research, Kyoto University, Supplementary Issue, The Radioactive Dust From The Nuclear Detonation, The Institute For Chemical Research In Collaboration With The Radioisotope Research Committee, Kyoto University, Kyoto, Japan, November 1954.

Memoirs Of The Faculty of Engineering Kyoto University, Volume XVI, 1954, Published by the University. Kyoto, Japan.

Memoirs Of The Faculty of Engineering Kyoto University Vol. XVI No. IV October 1954 Published by the University Kyoto, Japan.

T.N.O. Nieuws. Jaargang 9, Afl. 11 en 12. — Jaargang 10, Afl. 1-2-3-4.

De Uitlaat, uitgegeven door de K.P.M. 9e. Jaargang 1954 No. 12; 10e Jaargang 1955 No. s. 1-2-3-4-5.

De kwaliteit der arbeiders, en het mandoerprobleem

door
ir Ph. Lewis.

Summary:
An outline of the development given to the work over some two years done by two estate companies at S.E.C. on the subjects: quality of labourers and lessening grip of foremen on their gang of workmen.
Shortage of foreign currency supplied for the employement of experts necessitates elaborating and excecuting measures, which has brought a good deal of the wanted improvement in quality of the labourers in the technical branche of estates and could be guided by employee's, lacking the special skill for the subjects.

Onder de vele problemen die de jonge natie Indonesia ontmoet, wordt het vraagstuk van de kwaliteit der arbeiders wel als één der meest dringende erkend. De reden daarvan en omvang van dit probleem zijn onder de titel „Opvoeren van de arbeidsproductiviteit" de laatste twee jaar reeds in vele lezingen en artikelen in al zijn aspecten behandeld.

Dit artikel heeft ook niet de pretentie weer een bijdrage te leveren voor het begrip van deze zaken, het zal verslag geven van het werk dat aan de behandeling van dit onderwerp ter S.O.K. is gedaan.

Naast dit vraagstuk dient zich thans een ander aan, het mandoerprobleem, dat even dringend de aandacht vraagt. In grote bedrijven beschouwt men dit probleem van even groot belang als het eerstgenoemde.

Het mandoerprobleem — het verlies van de invloed der mandoers — is ontstaan uit een verschuiving in verhoudingen, door het overgaan tot direct overleg tussen arbeiders en de leiding der bedrijven, via vertegenwoordigers uit vakverenigingen. Het is naar zijn ontstaan daarom een vraagstuk van geheel andere aard dan het eerstgenoemde. De behandeling zal echter voor een deel samen kunnen gaan met de verbetering van de kwaliteit der arbeiders. Immers met die der arbeiders moet toch zeker de kwaliteit van de mandoers gelijke tred houden, en als aandacht besteed wordt aan de kwaliteit van de mandoer, kunnen de andere kanten van dit onderwerp mede de nodige aandacht krijgen.

Deze twee onderwerpen zijn geenzins problemen van dit land alleen. Elders op de wereld hebben ze zich al eerder aangediend. Daar bleek dat geen van beide onderwerpen met opleiding alleen afgedaan kan worden. Deze vraagstukken hebben in de Westerse industriegebieden de taak van het bedrijfsbeheer, kort gezegd, van het beheer van arbeid naar het beheer van arbeiders doen veranderen.

Met deze ervaring vóór ons is het duidelijk dat het hier gevraagde werk dieper in moet grijpen dan wel dadelijk mogelijk is, dat het menig jaar vragen zal, en dat enig voorbereidend onderzoek zeker verantwoord is.

Met dit onderzoek is bij een tweetal cultuurmaatschappijen ter S.O.K. en in een enkel industrieel bedrijf op Java, een begin gemaakt. De bijzondere omstandigheden waarin dit land verkeert, bemoeilijkten dit onderzoek in die mate dat het noodzakelijk werd te zoeken naar een methode waarbij met de hier aanwezige middelen gewerkt kan worden. Deze methode en de daarmee verkregen resultaten zullen in het hiervolgende besproken worden.

Het vraagstuk van de kwaliteit der arbeiders is niet los te zien van het invoeren ener contrôle op de prestaties van elke man afzonderlijk. Deze prestatie-contrôle brengt de vraag naar voren wat redelijkerwijze van een man verwacht mag worden. Men dient daartoe een middel te hebben om arbeidsprestaties te meten, dat als beheersmiddel bruikbaar is om op basis van de metingen van deze dienst tarieven te kunnen aanleggen waaruit de beloning der arbeiders moet volgen.

In de Westerse industriegebieden is een methode ontwikkeld voor het meten van arbeidsprestaties, welke zowel door werkgever als werknemer aanvaard is en thans vrijwel overal wordt gebruikt. Deze methode heeft voor ons het bezwaar dat zij een wijd verspreide specialistische vaardigheid in tempo schatten vraagt. Deze vaardigheid is hier nog niet beschikbaar waardoor het noodzakelijk wordt terzake deskundigen, met een grondige kennis en ervaring op het gebied van de arbeidsphysiologie aan te trekken.

Voor vele vakgebieden staat ons geen andere weg open, en de mate waarin voor deze deskundigen deviezen verstrekt worden, bepaalt daar de ontwikkeling van de kwaliteit der arbeiders.

Er is gezocht naar mogelijkheden om de beperking die ons de toewijzing van deviezen oplegt te ontgaan, en gevonden dat de technische sector der bedrijven over die mogelijkheden beschikt.

Men vindt daar bij het hoger leidinggevend personeel algemeen een goed begrip voor de materie van prestatiecontrôle en daarmee samenhangende onderwerpen. Dit begrip is groot genoeg om deze mensen reeds na heel weinig instructie te gebruiken bij het uitwerken en invoeren der te nemen maatregelen, als men middelen weet te vinden die gebruik van de genoemde specialistische vaardigheid vermijden.

Het invoeren van prestatie-contrôle vraagt in feite niet meer dan enig consequent technisch denken, en het gevoel voor de mogelijkheden van een arbeider dat men in de practijk kan krijgen. Specialistische vaardigheid voor het meten van arbeidsprestaties heeft men daarbij niet nodig zolang men de in de practijk gebruikelijke maatstaven voor arbeidsprestaties blijft gebruiken.

Men dient daarbij de redelijkheid goed in acht te nemen, maar dan blijkt dat onze goodwill bij de arbeiders nog zo groot is dat de bezwaren van deze maatstaven gemakkelijk geaccepteerd worden.

Men kan dus volstaan met stuktijden bepalen uit prestaties van algemeen als prima erkende krachten en 115% daarvan als standaard aanleggen. Bij alle bezwaren heeft deze methode het voordeel dat ze door de arbeiders begrepen wordt; de door ons als objectiever beschouwde stuktijdberekening uit arbeidsmeting wordt niet begrepen en daardoor met wantrouwen bekeken.

Toegegeven zij dat dit wantrouwen na enige tijd verdwijnt, maar het hindert toch het ontstaan van animo voor het streven tot opvoeren van de kwaliteit in ernstige mate.

Als men het wantrouwen in de redelijkheid van de genomen maatregelen weet te bewaren zal men een verrassend grote medewerking der arbeiders ontmoeten.

De Indonesische arbeider toont in zijn reacties op maatregelen grote verschillen met de Europese arbeider. Gebleken is dat redelijkheid en waardering voor de directe chef, factoren van doorslaggevende betekenis zijn, maar meer kan men er niet van zeggen omdat daarnaast nog vele onberekenbare en onbekende factoren een rol spelen. Vaak is behoefte aan materiële bevrediging van betrekkelijk ondergeschikt belang. Ter illustratie van deze mening geef ik de volgende ervaring.

Bij het invoeren van contrôle op de prestaties van elke man afzonderlijk bleek dat in vier van de vijf werkplaatsen waar de proef genomen werd, de prestaties dadelijk verdubbelden, zonder dat tot beloning naar prestatie was overgegaan. De prestaties lagen voordien bepaald niet lager dan elders, in andere takken van dienst of andere bedrijven. In de vijfde werkplaats deed men dezelfde ervaring op nadat men de toezegging had gedaan dat vergroting van prestatie alleen tot gevolg zou hebben dat er meer werk gegeven werd en dat niet tot inkrimping van de formatie zou worden overgegaan.

De arbeiders gaven hun „patoet" aan deze maatregelen omdat ze de geest in de werkplaats gezonder maakten, omdat ze de natuurlijke luiheid verdreven en de slechte arbeiders de middelen ontnamen om hun onkunde te verbergen, maar vooral omdat ze hen die goede prestaties leverden, in aanzien deden stijgen.

Om dit peil te handhaven moest men uiteraard enige maanden later tot invoeren van prestatie-beloning overgaan. Maar deze verrassende ervaring — waar wij tegenwerking verwachtten — geeft wel een beeld van de manier waarop de Indonesische arbeider (soms) reageert.

De prestaties liggen nu ruim anderhalf jaar op dit peil of er boven. Overigens, deze prestaties moeten nogmaals verdubbelen wil men het hier bereikbaar peil benaderen. Onderzoekingen op Java wezen uit dat de prestaties hier, voor lichte en middelzware arbeid, niet onder die der arbeiders van bijv. Nederland behoeven te liggen.

Vermeldenswaard is nog dat men bij ander personeel (voor het tappen van rubber), waar men na arbeidsmeting op de in Europa gebruikelijke wijze, dadelijk overging op een redelijk stelsel voor het belonen naar prestaties de gemelde ervaring niet opdeed. Daar stegen de prestaties aanvankelijk niet en na enkele maanden eerst langzaam.

Het opvoeren van de kwaliteit der arbeiders blijft niet beperkt tot het invoeren van prestatie-contrôle en beloning naar prestatie. Dan komt de eigenlijke kwaliteitsverbetering aan de orde, met indeling der arbeiders in kwaliteits-klassen en het bepalen van toelatingseisen voor deze klassen, alsook de opleiding van jonge arbeiders. Dat werk moet worden afgerond met het invoeren van een redelijk stelsel van standaardlonen, gebaseerd op gegevens ener werkclassificatie, en verfijning van de prestatiebeloning door het invoeren van arbeidsmeting naar meer objectieve maatstaven.

Bij het invoeren van deze maatregelen werd de medewerking ingeroepen van het hoger leidinggevend personeel, in de technische sector der bedrijven.

Uit de gegeven volgorde blijkt dat gebruik van specialistische vaardigheid en kennis zoveel mogelijk naar het laatste stadium is verschoven. Alle noodzakelijke maatregelen, op het gebruik van arbeidsmeting na, kunnen ingevoerd worden zonder deze specialistische kennis.

Het is voor de ontwikkeling van dit werk hier te lande te betreuren dat de van elders aan te trekken deskundigen allen met het invoeren van de hun vertrouwde methode voor het meten van arbeid beginnen. Een andere behandeling van dit vraagstuk, die het gebruik van deze arbeidsmeting naar een later stadium verschuift, zou het rendement van hun werk in hoge mate doen toenemen.

Voor het invoeren der genoemde maatregelen werden bedrijfsbesprekingen gebruikt, die ten doel hebben het hoger leidinggevend personeel de gewenste instructie te geven, en de te nemen maatregelen dadelijk bij alle voorkomende bedrijfomstandigheden te laten passen. Deze besprekingen werden tevens gebruikt om contrôle uit te oefenen op de vorderingen met de invoering van de in vorige besprekingen behandelde maatregelen.

Het hoger leidinggevend personeel belegt weer shoptalks met de dienstchefs welke voor het uitvoeren van de gegeven opdrachten moeten zorgen. De cursisten verzamelen zelf de gegevens over de vorderingen van het werk opdat zij met de dagelijkse practijk ervan op de hoogte blijven. Eén bespreking per kwartaal is aanvankelijk voldoende. Per bespreking wordt dan niet meer dan één der genoemde onderwerpen behandeld. In een volgende bespreking wordt niet aan een volgend onderwerp begonnen als niet alle moeilijkheden die men bij de invoering van de vorige besproken maatregel ontmoet, zijn overwonnen, en deze maatregel dus routine is geworden.

Op deze besprekingen worden de ervaringen met de ingevoerde maatregelen in discussie gebracht. Daarna wordt het nieuwe onderwerp behandeld en de mening der deelnemers gevraagd over het behandelde, want gebleken is dat de plaatselijke verschillen in omstandigheden met de algemeen geldende moeilijk terzijde geschoven kunnen worden, zodat soms kleine wijzigingen in het plan nodig zijn, om het dadelijk voor alle omstandigheden uitvoerbaar te maken. Deze wijzigingen worden dan tijdens de bespreking aangebracht.

De bespreking der ervaringen brengt een zekere verdeling van moeilijkheden. Niet alle cursisten zijn even goed opgewassen tegen dit werk, er is altijd wel een deelnemer die voor de ter bespreking geopperde bezwaren een uitweg weet, in laatste instantie geeft de leider der bespreking aanwijzingen.

Heeft één der deelnemers bijzondere ervaringen opgedaan, of een bepaald onderdeel op aparte wijze ingevoerd weten te krijgen, dan wordt hij in de gelegenheid gesteld in een korte voordracht verslag te geven daarvan. Deze voordracht wordt dadelijk gevolgd door een discussie over het daarin behandelde.

De belangstelling voor deze besprekingen en voor dit werk is groot, de discussies worden met zorg voorbereid, tijdens deze discussies worden vele goed doordachte practijk-voorbeelden gegeven, toegelicht met cijfers. Goede zakelijke verslagen der besprekingen, voorzien van sprekende gegevens over de verkregen resultaten, dragen in belangrijke mate bij tot het vergroten van de interesse.

Het inzicht in de materie van de kwaliteitsverbetering neemt in het verloop van de cursus op zeer bevredigende wijze toe, aan het einde van de cursus kan van alle deelnemers een goed initiatief en zelfstandige leiding van

dit werk in het gebied van hun verantwoordelijkheid verwacht worden.

Tijdens de cursus werden de volgende punten behandeld.

Onder prestatie-contrôle : administratie der gegevens met aanwezig personeel, werkverdeling en voorbereiding van de te verrichten arbeid, analyse van samengestelde en kettingwerkzaamheden (revisies), werkmethode-verbetering, en het bijhouden van een planboard.

De eigenlijke kwaliteitsverbetering omvatte de punten: verdeling der arbeiders van één vakgroep over kwaliteitsklassen, het aanleggen en de keuze van toelatingseisen voor deze klassen en de beoordeling van het proefwerk, het leerlingstelsel en het samenstellen van opleidingsprogramma's voor jonge arbeiders. Met bedrijfsscholen werd slechte ervaringen opgedaan.

Over de beloning gaan de volgende punten : werkclassificatie en verwerking der daarmee verkregen gegevens om te komen tot standaardformaties en een basis voor juiste standaardloonverdeling, berekening van prestatiebeloning en spoedige verrekening bij de uitbetalingen, contrôle op de kwaliteit van het geleverde werk, en een meer objectieve arbeidsmeting voor tariefbepaling.

Al werd het niet als onderwerp genoemd, aan het mandoerprobleem werd bij deze besprekingen tevens alle aandacht gegeven. Om nader te noemen redenen werd dit voor de deelnemers en passant behandeld.

Bij de invoering van de genoemde maatregelen werd er nauwkeurig op toegezien dat de mandoers instructie gaven aan de arbeiders, dat veranderingen in de regeling van het werk via de mandoers bleef gaan en dat de open aanmerkingen van de mandoers over de nieuwe regelingen zorgvuldig werden beantwoord.

Waar dat nodig was, bijv. bij de invoering van de individuele prestatie-contrôle, werd een trainingsschema voor de mandoers opgezet. In de loop van het genoemde werkplan werd de mandoers geleerd het werk te regelen naar de uitkomsten met prestatie-contrôle verkregen.

Dit laatste werd ook de voorlieden van een groep arbeiders aangeleerd, waarbij de voorlieden die als regel buiten de werkplaats hun opdrachten uitvoeren, om beurten naar de werkplaats werden gehaald, en onder leiding van een der mandoers (en supervisie van de werkplaatschef) met deze voor hen nieuwe methode vertrouwd werden gemaakt.

Verder werd niet gegaan met de huidige mandoerformatie — in het besef dat deze regelingen ten ene male onvoldoende zijn.

Een definitieve regeling van het mandoerprobleem kan op deze manier ook niet gevonden worden. Het mandoerprobleem houdt in feite slechts zeer ten dele verband met het vraagstuk van de kwaliteit der arbeiders, naar ontstaan en aard is het een kwestie van verschuiving van verhoudingen. Wij kunnen de mandoers opdrachten geven en nieuwe beheersmethoden aanleren, maar daarmee krijgen zij hun verloren invloed niet terug, en dat is toch in de eerste plaats noodzakelijk.

Voorheen was de mandoer een zeer nuttige trait d'union tussen leiding en arbeiders, die de lijnen van het beleid kende, de opdrachten op voor arbeiders bevattelijke wijze kon doorgeven, omdat hij hun taal spreekt, vertrouwd is met hun gebruiken en omstandigheden, maar vooral omdat hij hun vertrouwensman was, de spreekbuis voor de wensen der arbeiders tot de leiding.

De bedrijfsassistent kon de uitvoering van opdrachten en de contrôle daarop geheel aan de mandoer overlaten.

De genoemde regelende functie van de mandoer in de verhouding van leiding tot arbeiders, is de man ontvallen, de arbeider beschikt thans over andere middelen voor het regelen van de verhoudingen met de leiding. Het verlies van zijn vertrouwenspositie bij de arbeider bracht uiteraard verlies aan invloed mee voor de mandoer, welker betekenis niet tijdig door de leiding is onderkend.

Het is de practijk van thans dat de bedrijfsassistent zijn overwicht op de arbeiders moet benutten om de mandoer bij de regeling van zijn werk te steunen ; meermalen moet de bedrijfsassistent zelf opdrachten geven aan de arbeiders, en hij moet ook zelf het werk van de arbeiders contrôleren. Dit euvel heeft thans zodanige afmetingen aangenomen dat het de loop van het bedrijf ernstig begint te storen.

De bedrijfsassistent kan niet die intensieve contrôle op de kwaliteit van het werk uitoefenen, die de mandoer voorheen had, of hij zal een deel van zijn andere werk moeten laten lopen. Bij een recent onderzoek is gebleken dat de bedrijfsassistent bij een goede uitvoering van dezelfde taak als voorheen, thans per dag slechts 8 uur voor extra, slapen en ontspanning blijft. In deze omstandigheden kan uiteraard aan de noodzakelijke opvoering van de productiviteit van de arbeider, niets worden gedaan.

Voor de behandeling van dit probleem kunnen wij terug grijpen op ervaringen verkregen in de Westerse industrie-gebieden. Daar heeft zich, zij het minder accuut, hetzelfde voorgedaan en daar heeft men reeds enige vorderingen met de verbetering van deze situatie gemaakt. Eén dezer ervaringen is voor ons van direct belang. Men is van mening dat met het huidige corps werkbazen (bij ons mandoers) aan een grote verbetering van positie niet meer gedacht kan worden, men zal een definitieve regeling moeten zoeken in de vorming van jonge krachten. Dit advies is opgevolgd, en men is reeds met de opleiding van veelbelovende jongeren begonnen. Het onderwerp van de vorming van jonge krachten leent zich niet voor de eerder genoemde bedrijfsbesprekingen.

De dienst voor het personeelsbeheer zal dit werk moeten leiden, en zal vooreerst niet verder kunnen gaan dan het geven van voorlichting aan de plaatselijk verantwoordelijke personen, met informaties over elders verkregen ervaringen en de ontwikkeling der inzichten op dit gebied. Deze vorming vraagt overal waar geschikt jong personeel werkzaam is, mensen met begrip voor dit werk.

Het slagen van de plannen zal in hoge mate bepaald worden door de goede wisselwerking van de practijk met dit werk en de regelende centrale instantie. Uit de practijk moeten de aanwijzingen komen voor de richting die men op moet.

Dat betekent dat het uitvoerende werk toevertrouwd moet worden aan leidinggevend personeel dat vrij is van vooroordelen op dit gebied, met enig inzicht arbeidsverhoudingen kan wijzigen, en de tegenwerking die men daarbij zal ontmoeten door strakke leiding kan overwinnen. Het hiervoor geschikte personeel is te vinden in de groep met ca. vijf dienstjaren. Dit werk wordt geleid door een nauw direct contact te onderhouden met het personeel dat belast is met de genoemde vorming, en na

enige vordering met een der onderdelen van dit werk wordt op een bespreking tot het onderling uitwisselen van ervaringen van dit personeel overgegaan; besprekingen waar hun directe chefs bij aanwezig zijn. Deze besprekingen hebben een informatief karakter, daar zijn alleen de direct bij dit werk betrokken mensen aan het woord — men zal daar moeite voor moeten doen — hun directe chefs zijn er bij aanwezig terwille van de goede verhoudingen en om bij hen enig begrip voor de waarde van dit werk aan te kweken. Na de eigenlijke bespreking van ervaringen krijgen de laatsten gelegenheid tot het stellen van vragen.

Met verslagen beperkt men zich tot halfjaarlijkse korte overzichten van de vorderingen met de besproken onderwerpen.

Met deze opleiding is men tot nu niet verder dan de techniek van het leiding geven, het werken met prestatie contrôle, de regeling van het werkvolume met verwerking van recente gegevens over geleverde prestaties en de daarvoor geldende omstandigheden.

De eigenlijke vorming zal moeten gaan in de richting van het beheer van arbeiders en niet het beheer van arbeid. De man dient vertrouwd gemaakt te worden met nieuwe beheersmethoden, hij moet leren arbeiders zakelijk en effectief te instrueren, zijn omgang met arbeiders zal noodzakelijkerwijs daar naar toe geleid moeten worden dat de man met overleg weet te bereiken wat voorheen met andere middelen werd verkregen.

De weg naar deze doelstellingen zal in de practijk bepaald worden. De middelen daarvoor zullen naar eigen inzicht samengesteld moeten worden. Voor het herstel van de positie der mandoers, het belangrijkste deel van dit werk, is zelfs de weg nog niet bekend.

In de V.S. is men daarmee het verst gevorderd. De werkbaas heeft daar groter zelfstandigheid bij zijn werk gekregen, moet volledig verantwoording geven van de kosten aan verbruik van materialen en voor zijn ploeg betaald loon, maar is binnen de grenzen van een budget vrij om de beschikbare middelen te gebruiken naar eigen inzicht, al naar de voorkomende omstandigheden. Dit lijkt op de positie van de meesterknecht in het gildewezen.

Wij zijn daar nog wel ver vandaan, misschien is ook deze positie voor dit land niet de meest geschikte. Wel lijkt het, om andere overwegingen, gewenst reeds maatregelen te nemen om het kostenbesef te bevorderen, dus goede informatiemiddelen op te zetten over goederenprijzen en de samenstelling van de kostprijs der eigen producten, daarmee de mogelijkheid scheppend een practijkproef te nemen met het Amerikaanse voorbeeld.

Naschrift van de redactie.

De ingenieur moet woekeren met zijn technische kennis, met de beschikbare geldmiddelen, met zijn machines en andere werktuigen, met zijn grondstoffen en halffabrikaten en ..... en vooral met zijn mensen. Dit laatste mag in ons tijdschrift wel eens extra belicht worden. Met veel genoegen verleende de redactie daarom plaatsruimte voor bovenstaand artikel van ir Ph. L e w i s. Wij zouden hier aan toe willen voegen dat wij van harte hopen, dat andere leden zich geroepen zullen voelen, om het hier behandelde zeer belangrijke vraagstuk, dat nog meer aspecten heeft, eveneens te wilen analyseren en beschrijven.

De redactie.

MEDEDELING

De prijzen voor overdrukken, inclusief omslag zijn thans:

	Eerste 10 ex.	*Volgende 10 ex.*
2 pagina's	Rp. 88,20	Rp. 17,85
4 „	„ 106,60	„ 20,75
6 „	„ 141,25	„ 26,—
8 „	„ 126,55	„ 24,95
12 „	„ 179,60	„ 33,10
16 „	„ 198,75	„ 36,75
20 „	„ 251,80	„ 44,90
24 „	„ 271,75	„ 49,10

Deze prijzen zijn inclusief verkoopbelasting

Wij verzoeken de schrijvers die artikelen voor ons blad inzenden direct aan de Redactie op te geven hoeveel overdrukken men wenst te ontvangen. Bovendien is het ten zeerste gewenst zuinig te zijn met de goede kwaliteit papier voor dit tijdschrift.

De Redactie.

7e JAARGANG
NUMMER 3.

JULI
1955

DE INGENIEUR IN INDONESIË

II. BOUW EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Enige mededelingen betreffende het Vliegveld Kemajoran Djakarta door: Ir F. L. H. N. Perié.

Enige mededelingen betreffende het Vliegveld Kemajoran Djakarta

*Lezing gehouden door Ir F. L. H. N. Perié *) voor Kring Semarang van het Kon. Inst. v. Ing. op 22-8-1949, nader aangevuld in verband met sindsdien plaats gehad hebbende veranderingen.*

Het zal de meesten onder U wel bekend zijn, dat vóór de ingebruik stelling van het burgervliegveld Kemajoran voor het toentertijd nog zeer minimale burgervliegverkeer voor Djakarta gebruik gemaakt werd van het militaire vliegveld Tjililitan, dat ± 15 km van het Hoofdpostkantoor Djakarta is gelegen.

Het is te begrijpen dat een luchthaven voor de stad Djakarta zich niet alleen geleidelijk zal ontwikkelen als centraal knooppunt van luchtlijnen naar de verschillende plaatsen in Indonesië, maar ook zullen hier verschillende buitenlandse lijnen samenkomen.

Het behoeft geen nader betoog, dat men voor het burgerluchtverkeer niet altijd aangewezen kon blijven op het militaire vliegveld Tjililitan. In die dagen is dan ook het oog gevallen op het land Kemajoran, niet te ver van het stadscentrum gelegen en volgens de toenmalige begrippen voldoende ruimte biedend voor uitbreiding.

Reeds vóór 1930 is met het afkopen van de gronden begonnen, hetgeen is geschied door de Gemeente Batavia, die zeker belang had bij de aanleg van dit vliegveld zo nabij de stad (het ligt ± 1,5 Km van het Hoofdpostkantoor verwijderd.)

Een luchthaven zo vlak bij de stad legt echter aan het opzetten van woningen en andere gebouwen in die buurt zware beperkingen op.

De toenmalige Provinciale Waterstaatsdienst van West-Java zou de startbaanaanleg, het opzetten van gebouwen enz. daarop voor haar rekening nemen, uiteraard met subsidie van het Land. Te zijner tijd zou dan aan de Gemeente huur voor het gebruik van deze gronden moeten worden betaald.

Vorm van het vliegveld.

Oorspronkelijk werd gemeend te kunnen volstaan met startbanen van 800 m lengte.

In afwijking van Andir en Tjililitan, die rechthoekig zijn *is hier de cirkelvorm genomen* met een straal van R = 400 m'.

In verband met het gewicht der vliegtuigen zijn verharde startbanen nodig. Geprojecteerd zijn, een N-Z startbaan, welke in verband met de meest voorkomende winden de hoofdbaan zou worden en een O-W baan, beide in eerste opzet 800 m lang. Al spoedig moesten deze banen worden verlengd tot 1000 m'.

Zoals verderop vermeld, is na de oorlog de O-W baan eerst tot 1700 m verlengd en is deze in 1953 weer met 150 m uitgebreid., terwijl de N-Z baan, met de aanleg waarvan men thans bezig is en welke uiteindelijk de hoofdbaan zal worden, aanvankelijk was geprojecteerd met een lengte van 2200 m ; deze is tenslotte opgeleverd met een lengte van 2475 m.

Banenstelsel.

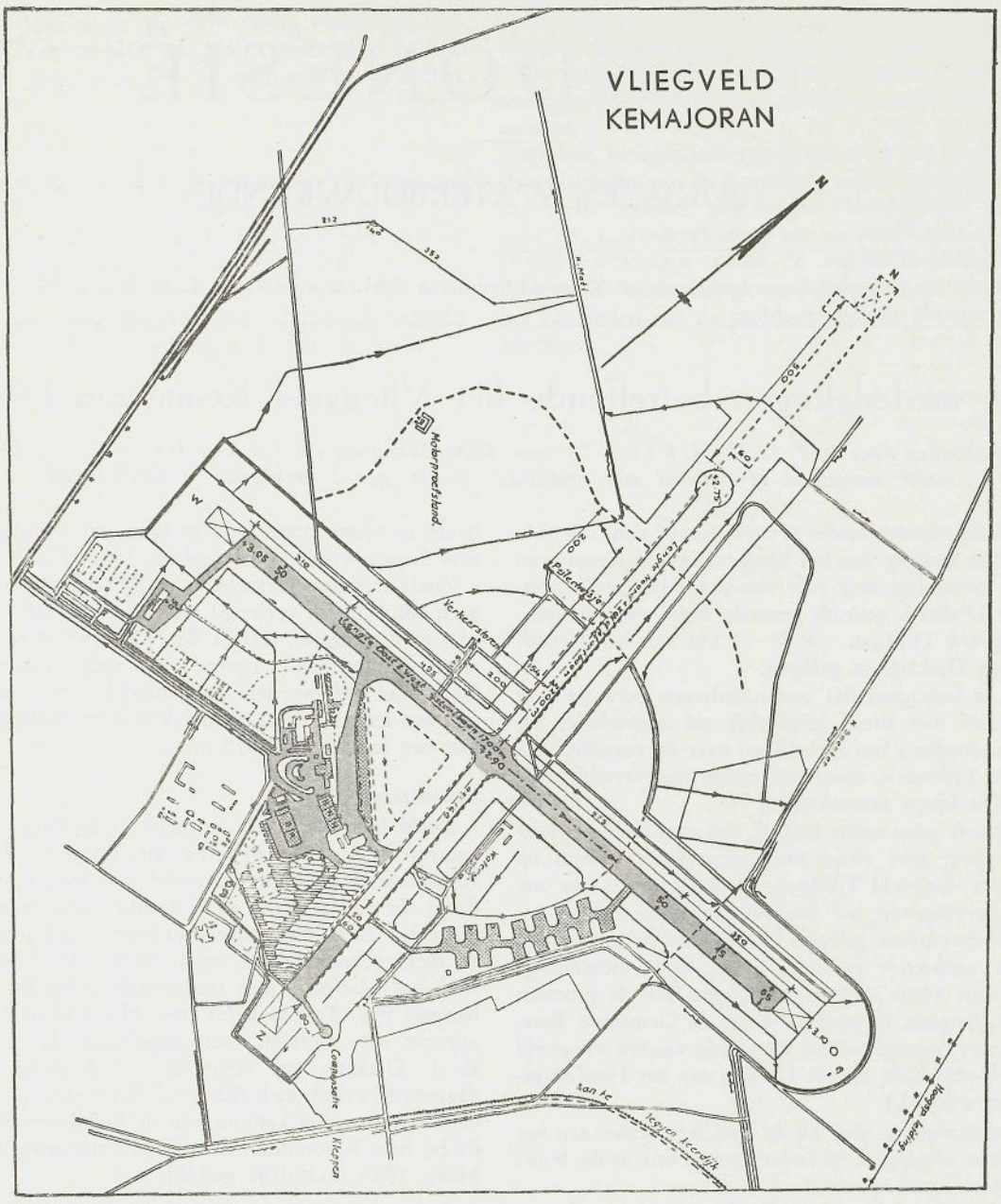
Zoals hiervoor reeds vermeld, is besloten tot aanleg van een banenstelsel in kruisvorm, waardoor dus het onverharde cirkelvormige vliegveld in 4 kwadranten is verdeeld. In verband met de verbinding met de stad is ten slotte het Zuid-Westelijke kwadrant uitgekozen om daar de dienstgebouwen enz. op te zetten. Hier ontwikkelde zich het platform met stationsgebouwen en vliegtuighangars enz. Tevens heeft men hier tenslotte ook weer opgezet het „tijdelijk" stationsgebouw dat U betreedt, als U Djakarta per vliegtuig verlaat of er aankomt ; daarnaast bevindt zich thans ook het restaurant en Noordelijk daarvan het kantoor van de luchthavenmeester met de bij hem behorende diensten. Dit stationsgebouw is in Maart 1948 in bedrijf gesteld.

Afwatering.

Het oorspronkelijk cirkelvormige vliegveld is ten behoeve van de drainering en afwatering verdeeld in 7 sectoren. Onderling begrensd door een hoofddrain, welke loopt van het middelpunt naar de rand. Op afstanden van 20 m. zijn paralleldrains aangelegd. De diepdrains zijn gelegd ± 1.00 m. beneden het opgehoogde maaiveld en nemen naar de omtrek in doorsnede toe. Inspectiekokers zijn aangebracht met deksels, die ongeveer 0.40 m. onder het terrein oppervlak liggen. De drainsleuven zijn eerst gegraven nadat het gehele veld op hoogte gebracht en laagsgewijze ingewalst was.

Uiteindelijk monden zij in de randdrain uit, die waar mogelijk open is gehouden. In het Z.W. kwadrant zijn in verband met de gebouwencomplexen gesloten drains aangelegd. Toen later de banen werden verlengd, moesten daar, waar de baanverlenging de drain kruist, betonduikers worden toegepast tot lengten van ± 150 m., n.l. 75 m. aan weerzijden van de baanas. Uiteindelijk monden de open drains uit in een boezem, die met een

*) Hoofdingenieur voor Burgervliegvelden Kem. Pekerdjaan Umum/Tenaga.



uitwateringssluis met automatische kleppen in verbinding staat met de kali Sunter, welke kali ongeveer evenwijdig. aan de N.Z. baan loopt en op zee afvoert.

Terreinwater in de omgeving wordt geloosd in het westen op de K. Mati, welke vervolgens in de Gunungsahari-leiding uitkomt, in het Oosten op de Sentiongleiding, welke uitkomt in de K. Sunter en voorts op de K. Sunter zelf.

Omstandigheden op het vliegveld na de oorlog.

Na de capitulatie van Japan in Augustus 1945 bleef het vliegveld Kemajoran eerst nog geruime tijd onder Engels militair beheer. Langzamerhand werd ook de toenmalige Residentie Waterstaatsdienst voor het onderhoud en ten behoeve van verschillende werkzaamheden ingeschakeld, welke dienst tenslotte met het onderhoud en de aanleg der civieltechnische werken werd belast.

Onderhoud en aanleg van gebouwen behoorde tot de competentie van de Landsgebouwendienst, hoewel de ijzerconstructies en de utiliteitswerken weer tot de taak van voornoemde Waterstaatsdienst behoorden.

Bij de overname waren aanwezig een N-Z- baan breed 50 m en lang 1500 m, welke in bruikbare staat verkeerde en door grondig onderhoud zelfs tot Juli 1948 als enige baan in gebruik bleef, en een O-W baan lang 1400 m. welke echter *niet* voor gebruik gereed was. Verder was er een platform waar de vliegtuigen voor het in- en uitstappen van de passagiers en het in- en uitladen van goederen konden worden opgesteld. Dan stonden er twee djatihouten hangars welke nog in oorlogstijd zijn opgesteld ter vervanging van de opgeblazen hangar op dezelfde plaats. Een van deze hangars had lange tijd dienst gedaan als stationsgebouw. Voorts stond er het dienstgebouw van de luchthavenmeester en een vervallen gebouw op welke plaats is opgericht het huidige, tijdelijke stationsgebouw.

De N-Z baan was zoals gezegd, in bruikbare staat en ter conservering van het oppervlak zijn daarop aangebracht P.B.S. platen *), dit zijn een dik soort asphaltjute-matten, welke tenslotte een gezamenlijke dikte van 3 à 4 cm opleverden.

Tussen het kruispunt en de kruisingen met de ringleiding had de baan een V-profiel. De dwarshelling bedroeg 1½ tot 2% en in het midden had men de z.g. middengoot voor afvoer van het op de baan neervallende regenwater. Waar de middengoot dubbel was, moest één helft worden volgestopt met magere cement-beton, toen men ook de Constellations hier van 4 Juni 1947 af ging toelaten. Dit hield verband met de grotere wieldruk. De Constellations hebben dubbele wielstellen, zodat wanneer één van de wielen door een betondeksel mocht drukken, het andere wiel in elk geval nog op de gevulde goot zou dragen en er zich dan geen ongelukken zouden voordoen. Gelukkig zijn dergelijke plaatbreuken niet voorgekomen. Buiten de ringgoot had de baan het dakprofiel, terwijl het kruispunt afwaterend van het midden naar de kanten was afgewerkt. In verband met de meest voorkomende windrichting te Kemajoran zal de N-Z baan in de toekomst wel als hoofdbaan worden gebruikt. Slechts wanneer een dwarswind-component van meer dan 24 KM/u snelheid bij het landen wordt ondervonden (dit heeft zich in 1948 voorgedaan) moet van de andere baan, in dit geval de O-W baan worden gebruik gemaakt.

Er was dus een bruikbare N-Z baan, die zou moeten worden verzwaard en een onbruikbare O-W baan welke gedurende de bouwtijd van de N-Z baan zo ver moest worden opgeknapt, dat deze tot zo lang zou kunnen dienst doen.

Er werd oorspronkelijk gerekend op Dakota's en vliegtuigen van ongeveer dezelfde zwaarteklasse. Daarvoor zou een eenvoudigde reparatie van de O-W- baan voldoende zijn geweest. Voor een Skymaster zou het misschien ook nog wel gegaan zijn.

Het vliegverkeer heeft echter niet stilgestaan en ook de K.L.M. besloot voor haar Holland-Indië route de zware Constellations aan te schaffen. Het werd toen noodzakelijk geacht om de O-W baan niet meer provisorisch te repareren, maar ook zodanig onderhanden te nemen dat deze baan ook de zwaardere en andere vliegtuigen kon velen gedurende de bouwtijd van de N-Z baan en zelf daarna nog.

Uit door het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft verrichte onderzoekingen is gebleken, dat de O-W baan grondig onder handen zou moeten worden genomen.

In die dagen werd nog terloops overwogen het vliegveld naar Kebajoran, waar thans de satellietstad van Djakarta verrezen is, te verplaatsen, omdat men daar over betere gronden zou beschikken dan te Kemajoran. Zoals men echter nu eenmaal evenmin zomaar een zeehaven zal verplaatsen, gaven de K.L.M. en andere instanties er tenslotte de voorkeur aan Kemajoran, zo vlak bij de stad, als internationaal verkeersknooppunt aan te houden.

Dus *zou* de O-W baan grondig worden hersteld en aan de omstandigheden voor die dagen en de naaste toekomst worden aangepast.

*) P.B.S. is een afkorting van Prefabricated Bitumastic Surface.

Aangezien gedurende de bouwtijd van de O-W baan, welke eerst Juli 1948 in gebruik kwam, de Constellations van de N-Z baan moesten gebruik maken werd de middengoot, waar deze dubbel was, voor de helft gedicht terwijl nog een Zuidwaartse verlenging van 200 m tot stand werd gebracht. Op 4 Juni 1947 kon de eerste Constellation van deze hierdoor 1700 m lang geworden baan gebruik maken.

In verband met e.e.a. werden de flanken extra afwaterend afgewerkt en werden open goten op 50 m vanaf de kant van de baan gegraven. Hierdoor kon verweking van het baanlichaam worden voorkomen.

Met de O-W baan kon worden begonnen in Mei 1947, direct nadat de Zuidelijke verlenging van de N-Z baan met 200 m was voltooid, terwijl tevoren de in Z-W hoek van het vliegveld opgerichte z.g. Butlerhangars op 31 Mei 1947 eveneens konden worden opgeleverd en aan de K.L.M. in bruikleen werden overgedragen. Symbolisch verrichtte de K.L.M. deze overname door een gereed staande Dakota, de loods te doen binnenrijden, nadat de officiële overdracht plaats had gehad.

Butlerhangars :

De genoemde Butlerhangars zijn afkomstig van Biak. Aldaar hadden de Amerikanen deze van speciaal licht profielijzer opgestelde vliegtuigloodsen staan van 40 × 48 m. In October 1946 werd een speciale werkgroep van de fa. De Vries Robbé Lindeteves per speciaal gecharterd K.L.M. vliegtuig naar Biak gezonden, teneinde 2 loodsen van het type Butler te demonteren en voor overbrenging per boot naar Kemajoran gereed te maken.

Intussen werd de grondverbetering van het daarvoor uitgezochte terrein, dat grotendeels uit Kemajoranklei — een soort modder — bestond, aangevangen. Door verschralling met zand en flink walsen werd goede verbetering bereikt. Vervolgens had ophoging, eveneens met zand, plaats. Daarna kon worden overgegaan tot het opbrengen van de 20 cm dikke paklaag en daarop de na inwalsen totaal 10 cm dikke laag van met asfalt vertind steenslag van verschillende afmetingen. Deze nl. opgebracht in 4 ingewalste lagen. Van beneden naar boven nam de afmeting af van 5 — 7 cm tot ½ cm. Hierop volgde het „afpainten", afstrooien en daarna inwalsen.

In de bovenste lagen mocht zeezand worden gebruikt, voor het inwalszand. Voor de paklaag en voor de eerste, op de klei op te brengen laag is het gewenst rivierzand te bezigen.

De eerste Butlerhangar werd met Oudjaar 1947 te Priok gelost. De ijzerwerken werden eerst roestvrij gemaakt en gemenied. Doorgeroeste onderdelen werden vervangen door normaal profielijzer. Het zijn 3 scharnierspanten met in vloeruitsparingen aangebrachte trekstangen, welke de voetpuntscharnieren van elk spant koppelen. De spanten rusten op ijzeren platen van ± 1 m², die weer op verbrede betonplaten waren gesteld. Gebruikten de Amerikanen voor de bekleding van de hangar zeilen, welke aan de onderrand werden opgehangen, te Kemajoran is toegepast : dakbeschot, rustend op gordingen, opgelegd op de bovenrand. Na montage vond het aanbrengen van de dekverf plaats. Als afdekking werd wederom P.B.S. gebezigd. Het monteren van de spanten werd aan de firma de Vries Robbé Lindeteves gegund.

De vloer in de hangar is gemaakt uit betonplaten van 2 × 2.40 waarbij de voegen zijn opgevuld met asfalt-

zand. Het storten der platen nam ± 3 weken in beslag, en geschiedde in eigen beheer.

Door het gereedkomen van de hangars konden alle tevoren in Australië verrichte reparaties enz., hier worden verricht.

De totale kosten van de hangars bedroegen f 850.000,—.

Loodsen ten N. van de toegangsweg nabij spoorbaan.

Omstreeks Maart 1947 moesten in de hoek bij het kruispunt van de toegangsweg naar het vliegveld met de spoorbaan naar Priok de voorbereidingen worden getroffen voor de bouw van 2 loodsen 20 × 40 m en 2 z.g. neushangars voor onderhoud en reparatie aan Constellations resp. Skymasters.

Het werkterrein bestond hier weer uit de bekende Kemajoran-klei en grondverbetering moest plaats hebben op dezelfde manier als bij de Butlerhangars. Bij de 2 loodsen, waarbij op de wegen alleen vrij lichte trucks en auto's worden toegelaten, behoefde geen zware verharding te worden toegepast : totale dikte verharding + slijtlaag 20 cm. De toegang tot en het platform voor de neushangars waren van zwaardere constructie, n.l. 30 cm zandbed, 25 cm paklaag, 10 cm asfaltsteenslaglaag, alle maten gemeten na inwalsen.

De ijzeren spanten zijn geleverd door De Vries Robbé, die de montage ook heeft verricht. Eén loods voor rekening van V. en W. en de andere voor rekening van de K.L.M. Evenzo de levering en montage van de neushangars, die op rekening kwamen van de K.L.M. De grondslagverbetering met het opbrengen van de verharding kwam voor rekening van de Waterstaatsdienst. De vloeren zijn aangelegd door de Hollandsche Beton Maatschappij.

Medio Augustus 1947 kon een neushangar in gebruik worden genomen en de andere in October 1947.

Platform voor stationsgebouw.

Het spreekt vanzelf, dat in verband met de toeneming van het verkeer het platform voor het stationsgebouw moest worden uitgebreid en verder afgewerkt. Waar nodig werd er een extra asfaltsteenslaglaag opgegebracht.

De afwatering van dit gedeelte werd o.a. verbeterd door verlenging van de open drains langs het platform.

Aan de andere zijde waren opstelplaatsen voor vliegtuigen aangelegd, welke bestonden uit P(ierced) S(teel) P(lanking) platen rustend op indjoek, waaronder nog een zandbed van 10 cm was aangebracht.

De afwatering van het Z.W. kwadrant, waarop vele vliegtuigen voor reparatie als anderzins opgesteld staan, werd verbeterd door de aanleg van met grind gevulde drains, welke op 50 m afstand van de N-Z baan en de O-W baan liggen. In deze drains is bovendien nog een betonkoker Φ 20 cm gelegd. Waar deze drains de bestaande, bij deze aanleg weer ontdekte, drains — gelegd bij de eerste opzet van het vliegveld — sneden, werden inspectieputjes gemaakt.

De afwatering van de N-Z baan en zijn naaste omgeving moest worden verbeterd, teneinde gedurende de bouwtijd van de O-W baan en de in die periode vallende natte tijd over een veilige baan te beschikken. Ter besparing van rollen P.B.S. is zelfs nog een asfalt paintlaag aangebracht, afgestrooid met split en direct afgewalst. Dit verhoogde enigszins de stroefheid.

O-W. Baan.

Intussen is er, toen bekend was dat men tot grondige ombouw van de O-W baan zou overgaan, vooruitlopende op de autorisatie van het werk opdracht gegeven om reeds in Mei 1947 met het opbreken van het Westelijke gedeelte van de O-W baan te beginnen, e.e.a. met gebruikmaking van een z.g. rooter, want dit gedeelte zou ook de toegang tot de neushangars moeten worden en dus omstreeks 15 Augustus berijdbaar moeten zijn voor een te reviseren Constellation, die daarheen wordt getrokken.

Alvorens verder te gaan moet nog worden medegedeeld, hoe de constructie van die baan was en hoe hij na de ombouw zal zijn.

Gaande van West naar Oost krijgen wij eerst het 310 m lange slechte z.g. Japanse gedeelte (aangelegd in bezettingstijd) tot aan de ringgoot, vervolgens een 495 m lang gedeelte tot het kruispunt nog van een degelijke constructie, hoewel te licht, daarna wederom een 400 m lang Hollands gedeelte, eveneens te licht voor Constellations en tot slot een 175 m Japans gedeelte, dat in verband met de geaardheid van de betere grondslag ter plaatse ook redelijk goed, doch te licht was ; ± 100 m verder had men de K. Sunter.

Voor baandelen waarover de vliegtuigen taxiën (dus geen lift) is te rekenen op een 25% zwaardere baanconstructie.

Op het gedeelte ten W. van het kruispunt zal dit uiteraard het geval zijn o.a. naar het platform en naar de neushangars, zodat dit gedeelte ook zwaarder moest worden geconstrueerd dan het Oostelijk van dit kruispunt gelegen gedeelte.

Het Westelijke Japanse gedeelte moest [overeenkomstig de adviezen van ir W i j n b e r g] opgebroken worden en hier zou een paklaag moeten komen van 25 cm op een zandbed van 35 cm. Op de paklaag aan te brengen een asfalt-steenslag-laag van 10 cm, alzo totaal 70 cm. Alle maten na inwalsen. Hier kreeg de baan meteen het dakprofiel met zijdelings verhang 1 : 100.

Zo spoedig mogelijk moest de baan vanaf de plaats waar platform en O-W baan elkaar ontmoeten tot de toegang tot de neushangar althans voor de helft worden klaar gemaakt, hetgeen ook gelukt is, waarna de andere baanhelft werd geëntameerd.

Vanaf de kruising met de ringgoot tot het kruispunt had de baan het V-profiel. Hier moest ook verzwaard worden en dit werd gevonden door hier ook op het dakprofiel over te gaan.

Alle eveneens hier aangetroffen P.B.S.-platen moesten eerst worden afgerukt, waarna zoveel zand werd opgebracht, dat er tenslotte nog een paklaag van 25 cm met een asfaltsteenslaglaag van 10 cm op kon komen te rusten : In de as van de baan betekende dit een zandlaag dikte van 2 × 1/50 × 25 + 10 cm — 35 cm = 75 cm.

Naar de kanten nam de zandlaagdikte af en bij kant baan had de op te brengen asfaltsteenslaglaag een dikte van 10 cm. Deze dikte van 10 cm is tevens de dikte van de verzwaring van de baan ten W. van het kruispunt. Doch hierover straks.

Van het gedeelte Westelijk Randriool tot kruispunt werd de middengoot opgewerkt tot drain door opvulling met steen, terwijl eventueel zakwater, dat zich ter weerszijden van deze goot zou willen verzamelen, wordt opgevangen in ter weerszijden angelegde drains welke op

bepaalde afstanden in verbinding worden gebracht met de opgevulde middengoot.

Toen wij hier aan het werk waren, hadden wij met zeer vele moeilijkheden te kampen in verband met slechte afvoer van het op de baan gevallen regenwater (het was geen open goot meer), terwijl hoge waterstanden in het randriool de afvoer ook vaak bemoeilijkten.

Verschillende oorzaken verband houdende met de exploitatie van het vliegveld noopten ons van West naar Oost te werken inplaats van het kruispunt af naar het Westen, waardoor dit waterbezwaar niet gevoeld zou zijn.

Gewerkt werd tot 30 m vanaf as N-Z baan.

Behalve op dit Westelijk gedeelte werd ook aan de baanhelft gewerkt.

De bestaande baan behoeft hier slechts met 10 cm asfaltsteenslag verzwaard te worden. De plaat van de middengoot moest echter met 12 cm worden verzwaard, zodat de asfaltsteenslaglaag in het midden 12 cm en aan de kanten 8 cm diende te worden, waarbij de gootversterking eerst ter hand werd genomen en daarna de verzwaring van de verharding en ten slotte de aansluiting met de aardebaan.

Behalve versterkt moest de 1400 lange baan ook nog 350 m verlengd worden, waartoe de K. Sunter werd omgelegd.

Tussen het nieuwe baaneinde en de omgelegde K. Sunter bevindt zich nog een strook grond van 250 m', n.l. 100 m ingewalste overrun en 150 m' uitsluitend gevlakt.

De nieuwe baan bestaat hier uit een 10 cm nieuwe asfaltsteenslaglaag op 25 cm paklaag op ten minste 30 cm zand. Op vele plaatsen bedroeg de ophoging meer dan deze 30 cm.

Hiervoor werd eerst rivierzand voor de directe grondverbetering gebruikt en daarna werd daarop zeezand gebracht.

De einden werden nog voorzien van verbredingen, teneinde aldaar gemakkelijk te kunnen keren.

Vlak langs de baan zijn aan weerskanten diepe drains voorzien van betonbuizen aangebracht, boven afgedekt door betonnen kantstenen.

De lichtkabels voor de baanverlichting zijn hier vlak langs gelegd.

Zoals tevoren vermeld is bovenkant baan 10 cm omhoog gegaan.

In verband hiermede moest de 10 cm hogere kruising met op en afritten van 1 op 300 in lengte richting van de N-Z baan in nachtwerk tot stand worden gebracht, waarvoor 23 nachten benodigd waren. Dit geschiedde in overleg met de luchthavenmeester zo geruisloos, dat, toen op een goede dag de afdeling vliegdienst K.L.M. kwam informeren, wanneer de kruising zou worden geëntameerd, ik kon mededelen, dat deze laagsgewijze verhoging bereids had plaats gevonden en zij zich dus geen zorgen behoefden te maken ; want dat deden zij inderdaad.

Op ± 15 Juli was ook de baanverlichting gereed en kon na enige proefvluchten bij dag en bij nacht de baan 1 week later worden in bedrijf gesteld.

Tenslotte moet ik nog mededelen, dat op enige afstand van de O-W in het Oosten zich toenmaals de hoogspanningslijnen bevonden, die over ± 600 m verlaagd zijn en in het Westen de rijddraden van de Electrische spoorlijn Djatinegara — Priok. Ter markering hiervan zijn bakens opgesteld (z.g. obstakelmarkeringen) voorzien van de kleuren oranje en wit, e.e.a. als internationaal vastgesteld.

Alleen in Schiphol heeft men de tevoren aangenomen kleuren rood en wit hiervoor aangehouden.

Deze bakens zijn ten behoeve van nachtlandingen van rode toplichten voorzien.

Andere objecten.

Het spreekt vanzelf, dat er nog andere objecten moesten worden aangelegd.

Ik noem b.v. de watervoorziening van Kemajoran uit de drinkwaterleiding van de gemeente en de bedrijfswatervoorziening uit een artesische bron aan de in de bezettingstijd, aangelegde nieuwe vliegveldlaan met diverse brandkranen enz. Dan de bouw van een motorproefstand, de bouw van de nieuwe verkeerstoren met brandweergebouw en bouw van een peilstationgebouwtje, aanleg van toegangswegen tot een parkeerterrein bij het stationsgebouw, aanleg van wegen // aan de O-W baan, aanleg van nieuwe vliegtuigopstelplaatsen (± 17), het slopen van de vliegtuigpants, het aanleggen van een opstelplaats voor revisering en contrôle van vliegtuigcompassen enz. ; dan buiten Kemajoran, de bouw van een homer met zendmast, de bouw van een range, welke laatste dienen om een vliegtuig radiografisch naar Kemajoran te leiden en richting N-Z (voor de toekomstige N-Z baan) aan te geven.

De Landsgebouwendienst heeft hier in die tussentijd opgezet het nieuwe tijdelijke stationsgebouw, het restauratiegebouw, het bij-postkantoor, de polikliniek en de cantine voor K.L.M. personeel.

Materialen aanvoer.

Geschiedde deze eerst bijna uitsluitend met vrachtauto's die van en naar Tangerang en van en naar Priok reden, naderhand is de transport afstand aanzienlijk bekort.

Door de aanleg van een zijspoor kon veel tot ± 2 km van de plaats van bestemming worden aangevoerd.

Zeezand kon, na het opschonen van de K. Sunter per prauw worden aangevoerd tot vlak bij het vliegveld.

Ik heb zelfs een zandhaventje doen aanleggen passend in 't toekomstig afwateringsplan.

De zandprijzen op het werk berekend, konden daardoor dalen van f 25,— tot f 30,— tot rond f 12,50 per m^3.

Steenmateriaal, voornamelijk breuksteen en steenslag in alle afmetingen in grote hoeveelheden konden verkregen worden uit Bogor, Sukaboemi, en zelfs uit de richting Purwakarta.

Doch wij betrokken ook steen van het vliegveld zelve: door de Jappen destijds aangevoerd.

De aanwezigheid van deze steendumps hebben ertoe bijgedragen dat wij snel konden opschieten, steenslag werd op het vliegveld verkregen uit een steenbreker, die al practisch afgewerkt was en in de laatste tijd ons juist op kritieke ogenblikken in de steek liet.

Grondverzet en grootmaterieel.

Het grondverzet werd wanneer het niet te zwaar was, verricht met mensenkracht, doch waar het mogelijk was en wanneer grote kwanta moesten worden verzet, werd de afdeling grootmaterieel ingeschakeld.

Ik heb daar gehad — alle afkomstig uit Amerikaanse

dumps — bulldozers, graders, scrapers, ditchers, draglines, een bucketloader, een tournapull enz. die nogal enige keren weigerden, vanwege brekages enz. doch toch veel en goed werk hebben gepresteerd.

Ik had aan het eind ± 5000 mannen en vrouwen aan het werk doch zonder Grootmaterieel zou ik of meer mensen nodig hebben gehad, òf een langere werktijd.

Gebruik van het vliegveld.

Behalve de Garuda maken ook verschillende buitenlandse vliegdiensten van dit vliegveld gebruik.

Zo kennen wij er de K.L.M., de B.O.A.C., Malayan Airways enz.

De vliegtuigen betalen voor dit gebruik stallings- en landingsgelden enz. die voldaan worden bij de luchthavendienst.

Diensten.

In het kantoorgebouw van de luchthavendienst zijn in de eerste plaats ondergebracht de luchthavenmeester met zijn personeel, de meteorologische dienst, de verkeersleiding of Base operations. Hier kunnen de vliegers alle gegevens verkrijgen en ook moet men hier de nodige paperassen invullen enz.

Wat betreft landen en opstijgen van vliegtuigen, ten aanzien daarvan neemt de bestuurder contact met de verkeerstoren op, die ook weer onder contrôle (zij het geen directe) staat van Base operations.

De diensten hebben met de diensten, die voor aanleg en onderhoud van veld en gebouwen zorgen niets te maken, hoewel er wel contact tussen bestaat.

Uitbreidingen.

Nadat de 2475 m′ lange N-Z baan was afgemaakt, had de bouw van de taxibaan plaats welke vanaf de O-W baan in Noordelijke richting parallel aan de N-Z baan is aangelegd. Dit werk is nagenoeg gereed. Nog een 2- à 3-tal verbindingsstukken zijn nodig om het maximum voordeel van deze taxibaan te hebben. Weer veel later komt nog verplaatsing van het stationsgebouw + andere dienstgebouwen b.v. naar Noord-Westelijke hoek en wordt het huidige stations-areaal zuiver technisch areaal.

Ter vergroting van de capaciteit van het vliegveld zou er t.z.t. op ± 400 m ten O van en evenwijdig aan de N-Z baan eventueel nog een baan kunnen worden aangelegd.

Ik weet niet of we dit zullen meemaken, doch wij hopen dat het Indonesië gegeven zal zijn aan dit belangrijke vliegveld door te werken en dit uit te bouwen tot een belangrijk centraal verkeersknooppunt waar een ieder naar kijkt niet alleen, maar ook gebruik van maakt.

Vermeld moet nog worden dat dit vliegveld en omgeving is opgenomen in een plan van Prof. dr ir B l o m m e s t e i n, destijds Hoofd van de Afdeling Irrigatie en Assainering van het Departement van Waterstaat en Wederopbouw tot malaria vrijmaken van Djakarta en Priok, in verband waarmede de zo hinderlijke waterbezwaren bij zware regens tot het verleden zullen behoren, doordat hier is te rekenen op een verlaging van de hoogste waterstand met 1 à 1½ m. Daarbij zou de K. Sentiong dan worden omgelegd naar de K. Mati, welke wederom met de K. Sunter Baru in verbinding wordt gebracht, zodat het water van de hoger dan ± 3 gelegen buurten van Kramat enz. vrij op zeeniveau kunnen afwateren.

Het resterende deel van de K. Sunter zou dan in een boezem ten N van de spoorbaan Djakarta-Priok uitmonden, waar het water door middel van gemalen op zee zou worden geloosd.

7e JAARGANG
NUMMER 1.

MAART
1955

DE INGENIEUR IN INDONESIË

III. WERKTUIGBOUW EN ELECTROTECHNIEK.

INHOUD: Een merkwaardig knikgeval. Een ongeval met een op uitwendige druk belast cylindrisch lichaam, door ir. L. P. de Stoppelaar, w.i.

Een merkwaardig knikgeval

De Heer G. Sijtema, p/a N.V. H.V.A. schrijft ons nog als volgt:

Met veel interesse las ik in de *„Ingenieur in Indonesië"* 6 — 3 van November 1954 het artikel van de hand van ir. G. S. Goemans:
„Een merkwaardig knikgeval"

Het lijkt mij voor de lezerskring van *„De Ingenieur in Indonesië"* interessant na het artikel van ir. G. S. Goemans, kennis te nemen van het rapport van ir. L. P. de Stoppelaar.

De formule van Mises is dáárom interessant omdat de lengte van het cylindrische vat hierbij een grote rol speelt, in tegenstelling tot de formule van Boussinesq.

Ter illustrering van overeenkomst bij dit geval met het verdamplichaam tussen beide formules ondervolgende:

A. Verdamplichaam $R = 150$ cm
$E = 2000$ t/cm².
d gemiddeld $= 0{,}715$ cm
d oorspronkelijk $= 1{,}0$ cm.

druk waarbij verdamplichaam zich begaf $q = 0{,}95$ kg/cm² $= 0.00095$ t/cm².

Voor de formules van Boussinesq werkt dit uit op:

$$q = \frac{(n^2 - 1)\ E\ I}{R^3} = 0{,}00095 \text{ t/cm}^2$$

Veiligheids-coëff.	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6
1	d = 1,86	1,34	1,09	0,93	0,82

De wanddikte van het verdamplichaam was van oorspr. 10 mm. tot gemiddeld 0,715 mm. ingeteerd, met plaatselijk echter dikkere gedeelten, tot > 8 mm.

Dat de pan inknikte met 5 golven komt dus ook overeen met de formule van Boussinesq.

B. Leiding van Djelok
$L = \infty$
$S = 0{,}8$ cm
$r = 105$ cm.
$\frac{r}{L} = 0.$

$$\frac{100 \times S}{2.r} = \frac{80}{210} = 0{,}381$$

volgens Mises knikt de buis met 2 golven, zoals geschied is.

Dat de buis bij het begin gedeeltelijk met 3 golven knikt kan mogelijk verklaard worden uit het feit, dat de buis aan dit begin was „ingeklemd" in de bemetseling (an starre Kreise angeschlossen).

Het met 3 golven geknikte gedeelte lijkt uit de foto's 10 tot 15 meter te zijn.

Van dit gedeelte is $\frac{r}{L} = \frac{105}{1000}$ tot $\frac{105}{1500} =$
$= 0{,}1$ tot $0{,}07$.

Uit de gegeven tabel van Mises volgt voor een dergelijke verhouding bij $\frac{100.S}{2.r} = 0{,}381$ inderdaad een knik met 3 golven.

Uit de grafiek volgt dat bij de gegevens van de buis:

$$\frac{100.S}{2.r} = 0{,}381$$

$$\frac{r}{L} = \infty$$

de druk p_k waarbij de buis zou moeten knikken zeer laag is (0,3 kg/cm²).

In de praktijk hebben de rondgaande overlappende klinknaden waarschijnlijk (ten dele) als verstijving gewerkt bij de optredende geringe onderdrukken.

Bij de plotselinge belasting echter bleken deze rondgaande klinknaden niet als voldoende verstijving te hebben gewerkt en kon knik optreden als ware de buis een gladde buis met een wanddikte van 8 mm.

Uit bovenstaande blijkt wel dat als de lengte, zoals Mises berekent, inderdaad van invloed is, de wanddikte van de buis bij Djelok aan de dunne kant is bij optredende onderdrukken > 0,3 kg/cm².

Een ongeval met een op uitwendige druk belast cylindrisch lichaam.

door :
ir. L. P. de Stoppelaar, w.i.

(Dit artikel werd reeds op 1 Juni 1952 ontvangen — Red.).

Op de S. F. Semboro werd, tijdens het proefstomen, aan het grote onder vacuum staande 4e lichaam der quintuple-effect verdamping ernstige schade toegebracht; de cylindrische calendar hiervan werd door de atmosferische druk geheel vernield ; *fig. 1.*

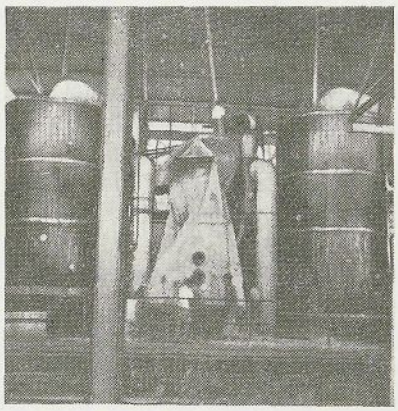


fig. 1.

De wanden van dergelijke lichamen worden mettertijd door zure sappen en dampen aangetast en verzwakt. Vroeg of laat moet tot de aanschaf van kostbaar nieuw materiaal worden overgegaan.

Het tijdstip waarop, terwille van de bedrijfszekerheid, tot deze kapitaalsuitgave moet worden besloten is moeilijk vast te stellen. Periodieke aanboringen der wanden zouden uitsluitstel geven indien de materiaalspanningen in deze wanden zouden kunnen worden berekend, en dit is bij deze onder *uit*wendige druk staande apparaten niet eenvoudig.

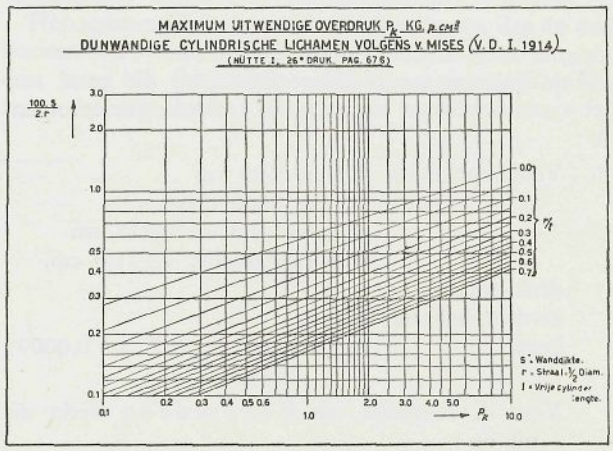
Bij cylindrische, aan *in*wendige druk blootgestelde lichamen kan deze materiaalspanning in het algemeen door een berekening van de in de wand optredende trekspanning goed worden benaderd. Bovendien wordt, ter contrôle ener dergelijke berekening, beschikt over de op practijkservaring gebaseerde formules van, bijvoorbeeld, het Veiligheidstoezicht.

De wanden van onder vacuum staande lichamen worden echter op knik belast ; op een dergelijke belasting betrekking hebbende formules zijn minder algemeen bekend, en hebben bovendien veelal betrekking op situaties die niet zonder meer vergelijkbaar zijn met die welke zich voordoen bij de hier bedoelde apparaten.

Een dezer formules kon echter aan het gebeurde op Semboro worden getoetst ; zij bleek een dermate goede overeenstemming te geven tussen theorie en praktijk dat zij naar onze mening gebruikt zal kunnen worden ter contrôle der bedrijfszekerheid van verdamplichamen, kookpannen, dampleidingen, e.d. zich onder soortgelijke omstandigheden bevindende installatiedelen.

Deze formule legt een verband tussen, enerzijds, de uitwendige overdruk die tengevolge kan hebben dat een dergelijk lichaam zich begeeft, en anderzijds : de diameter, wanddikte en de lengte van het, niet door deelflenzen e.d. verstijvingen versterkte cylindrische gedeelte hiervan.

Wij vonden haar in Hütte I, 26e druk.



De formule is gebaseerd op onderzoekingen van Prof. von Mises in 1914, en luidt :

$$p_K = \frac{E}{(n^2 - 1)\left[1 + \left(\frac{n\,l}{\pi\,r}\right)^2\right]} \cdot \frac{S}{r} + \frac{E}{12\left(1 - \frac{1}{m^2}\right)} \left[(n^2 - 1) + \frac{2\,n^2 - 1 - \frac{1}{m}}{1 + \left(\frac{n\,l}{\pi \cdot r}\right)^2} \cdot \frac{S^3}{l^3}\right]$$

Hierin is :

p_K : de uitwendige overdruk in kg/cm² waarbij het materiaal in elkander wordt gedrukt.

E : de elasticiteitsmodulus in kg/cm² van het wandmateriaal.

m : contractieverhouding.

n : het aantal plaatsen waarop de wand het begeeft ; bij n = 2 verkrijgt het lichaam bijvoorbeeld een ovale vorm alvorens te worden platgedrukt ; bij n = 3 verkrijgt het lichaam een "klaverbladvormige" doorsnede, etc.

l : de cylindrische lengte.
r : de halve diameter.
S : de wanddikte.

De lengte l van het cylindrisch gedeelte is de lengte waarover de wand met „Langsfasern gelenkig an starre Kreise angeschlossen" is.

Volgens von Mises wordt het aantal deuken *n* slechts bepaald door de verhoudingen „r/l" en „S/r".

In Hütte vindt men hiervoor de volgende tabel :

$\frac{100\,S}{2\,r}$:	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
$\frac{r}{l} = 0$	2	2	2	2	2	2	2	2
0,1	4	3	3	3	2	2	2	2
0,2	5	4	4	4	3	3	3	3
0,3	6	5	5	4	4	4	4	4
0,4	7	6	5	5	5	4	4	4
0,5	8	8	6	5	5	5	5	4

Het 4e lichaam van de S. F. Semboro had een diameter van 3000 mm.

De lengte van de calendar tussen het aangeklonken bovendeksel, en de door twee flenzen opgesloten tubeplaat van de stoomtrommel bedroeg 5100 mm. ; over deze hoogte werd de calendar niet, of nagenoeg niet, verstijfd ; wij menen deze lengte gelijk te kunnen stellen aan de door von Mises bedoelde „l".

De wanddikte, bepaald door aanboring op 24 gelijkmatig over de omtrek en hoogte van de calendar verdeelde plaatsen bedroeg gemiddeld 7,15 mm.

Hiermede wordt :

$$\frac{r}{l} = 0{,}29 \qquad \frac{100.S}{2\,.\,r} = 0{,}24$$

Volgens bovenstaande tabel zou deze calendar zich gelijktijdig op ca. 5 plaatsen hebben moeten begeven.

Op foto *fig. 2* zijn duidelijk 4 plaatsen te herkennen ; in werkelijkheid blijkt zich in deze calendar nog

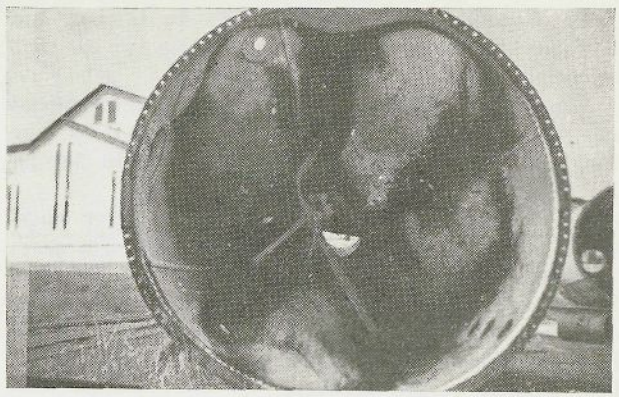


fig. 2.

minstens één deuk te bevinden ; ten gevolge van lichte verstijvingen (klinkverbanden, constructiewerk voor de ondersteuning van spatschermen, e. d.) zijn deze deuken minder geprononceerd.

De overeenstemming met de tabel van von Mises is n. o. m. opvallend.

Hogergenoemde formule voor „ p_K " is moeilijk hanteerbaar.

Wij werkten deze om in het op logaritmische basis opgezette diagram *fig. 3 ;* hierin is E = 2.100.000 kg. p. cm², m = 0,3.

Met behulp van dit diagram werd de uitwendige overdruk „ p_K " berekend waarbij diverse verdamplichamen en kookpannen der H. V. A. fabrieken zich zouden moeten begeven.

De wanddikten dezer lichamen werden door aanboren der calendars van bedrijfsvaardige zowel als van gedeeltelijk vernielde installaties bepaald, bij apparatuur van uiteenlopende leeftijden en verschillende fabrikaten.

In de hieronder volgende tabel vermelden wij de resultaten van het onderzoek bij een aantal verdamplichamen, waarbij werd uitgegaan van de oorspronkelijke wanddikte ; deze waren aangegeven op constructietekeningen of werden bepaald door aanboring van niet gecorrodeerde plaatsen.

Verdamplichaam	Fabrikaat	Bouw jaar	Diam	l	S	P_K
5e lich. Djatiroto I, Noord	Werkspoor	1912	2500	1500	11	14,0
4e „ Ngadiredjo, West	Halle	1900	2380	1900	11	11,0
4e „ Tegowangi,	Werkspoor	1915	2600	2320	12½	10,0
5e „ Djatiroto I, Zuid	Halle	1908	3000	1850	11	9,0
4e „ Ngadiredjo, Oost	Maxwell	1918	2060	1875	9	8,0
4e „ Kentjong	Werkspoor	1927	2590	2930	12	7,0
4e „ Kunir	Werkspoor	1929	2800	2940	11	6,0
4e „ Djatiroto II	W. & H.	1921	3000	4420	10	2,3
5e „ Bedadung	W. & H.	1928	2800	4590	10	2,3
3e „ Semboro	Halle	1927	3000	4630	9	2,1
4e-5e „ Semboro	Halle	1927	3000	5100	10	1,9

De, abnormaal grote calendarhoogten der verdamplichamen van Djatiroto II, Bedadung en Semboro veroorzaken een belangrijke verlaging van de theoretische overdruk p_K waarbij deze lichamen zich begeven.

De calendar van het 4e lichaam van Semboro was, op deze wijze beschouwd, van origine reeds zwakker dan de calendars van alle andere, onderzochte verdamplichamen en kookpannen der H. V. A. fabrieken ; de gemiddelde „ p_K " van 48 dezer calendars bedraagt gerekend met de oorspronkelijke wanddikte : 6,8 kg/cm².

De wanddikte van het vernielde 4e lichaam van Semboro was, zoals gezegd, door intering van 10 mm. tot gemiddeld 7,15 mm. verminderd.

Ware de calendarhoogte, bijvoorbeeld, gelijk geweest aan de diameter van 3000 mm. dan zou door deze interingen de theoretische overdruk „p_K" van 3,5 tot 1,5 kg/cm² zijn gedaald.

De calendarhoogte van 5100 mm. had echter tengevolge dat deze druk van 1,9 tot 0,8 kg/cm² afnam.

Bij het proefstomen met een vacuum van 71,5 cm. Hg., d. i. ca. 0,95 kg/cm² klapte het lichaam in elkander, m. a. w.: op basis van de formule von Mises had het ongeval van te voren met grote waarschijnlijkheid kunnen worden verwacht !

Het gebeurde moge een waarschuwing inhouden voor constructeurs en gebruikers van onder vacuum staande apparaten en leidingen.

Een grote verhouding tussen vrije lengte en diameter brengt extra risico met zich mede dat, bij intering van de wand, de „knikgrens" van het materiaal wordt overschreden.

Deze „vrije lengte" van de wand kan verminderd worden door opgeklonken, rondgaande ringen, dubbele lapnaden, etc.

Lage calendars, of calendars bestaande uit lage middels zware flenzen aan elkander verbonden ringen zijn, zo gezien, het meest bedrijfszeker.

Rectificatie

Prof. ir P. van Zwieten: „Koeling door straling".
De Ingenieur in Indonesië 6e Jaargang No. 3. November 1954.

blz. VI 7: Hiervan wordt afgegeven : 4 × 85 kcal/h;
moet zijn : Hiervan wordt afgegeven :
100 + 4 × 85 kcal/h aan de wanden ;

blz. VI 8: $\Sigma F_n (\Sigma C) T_n^4 =$
moet zijn $\Sigma F_n (\varepsilon C) T_n^4 =$
Σ is emisiecoëfficient moet zijn :
ε is emissiecoëfficient

blz. VI 4, 2e kolom 17 e regel van boven : „een zodanige temperatuur T_2 te geven, moet zijn :
een zodanige temperatuur T_1 te geven.

blz. VI 9, 1e kolom regel 1, „ongekoelde paneel" moet zijn gekoelde paneel.

7e JAARGANG
NUMMER 3.

DE INGENIEUR IN INDONESIË

JULI
1955

III. WERKTUIGBOUW EN ELECTROTECHNIEK.

INHOUD : Straalverbindingen, door ir. J. Deketh, De nieuwe Diesellocomotieven en Rijtuigen van de D.K.A., door Prof. ir R. A. D. Loven.

Straalverbindingen

Interlocale telefoon- en telegraafverbindingen met behulp van zeer korte golven (< 7 m).

II. *De radio-apparatuur en de voortplanting van zeer korte golven.*

door

J. Deketh, *Dipl. Ing. E. T. H. Zürich.*

Nadat in het vorige nummer van *"De Ingenieur in Indonesië"*, iets is verteld over de algemene samenstelling van straalverbindingen, zal thans de radio-apparatuur en vnl. de voortplanting van de zeer korte golven, die mede bepalend is voor de bouw van de radio-apparatuur, worden besproken.

3.0. De radio-apparatuur

De radio-apparatuur moet in een van de hiervoor beschikbare frequentiebanden, die volgens de overeenkomsten van Atlantic City in 1947 zijn vastgelegd, werken.

De hiervoor in aanmerking komende banden voor Z.O. Azië zijn :

148	—	220	MHz
235	—	328,6	MHz
335,4	—	420	MHz
460	—	470	MHz
890	—	940	MHz
1300	—	1700	MHz
1700	—	2300	MHz
2450	—	2700	MHz
3300	—	3900	MHz
3900	—	4200	MHz
4400	—	5000	MHz
5850	—	5925	MHz
5925	—	8500	MHz
9320	—	10.000	MHz

Voor straalverbindingen zijn ook beschikbaar banden beneden de 148 MHz (bijv. 70 — 88 MHz), doch in verband met het veelvuldige medegebruik ervan door mobiele verbindingen en de veelal over te brengen brede modulatiebanden, zijn deze minder aanbevelenswaardig. (In het geval van zeer moeilijke trajecten zal men dikwijls toch van de banden beneden de 148 MHz gebruik moeten maken).

De radio-apparatuur moet ook de door de multiplex-apparatuur vereiste bandbreedte doorlaten. Bij gebruik van telefonie-draaggolfapparatuur wordt aan de zender een frequentieband aangeboden evenredig met het aantal kanalen. Dit is bijv. voor een 60-kanalen systeem 12 — 252 kHz, voor een 36-kanalen systeem van 12 — 156 en voor een driekanalen systeem 12 — 24 kHz.

Deze band moet op een draaggolf worden gemoduleerd, uitgezonden, en na de detectie in de ontvanger weer identiek in amplitude en frequentie worden weergegeven.

Bij gebruik van impulsmultiplex-apparatuur moeten in de eerste plaats de op een draaggolf gemoduleerde impulsen na de detectie in de ontvanger weer zuiver te voorschijn komen. Het systeem tussen de ingangsklemmen van de zender en de uitgangsklemmen van de ontvanger moet dus deze impulsen onvervormd doorlaten, d.w.z. alle harmonische componenten moeten uniform worden overgedragen. Bij een aangroeitijd van een kanaalimpuls van $t = 0{,}15 - 0{,}2\ \mu$ sec zijn belangrijke harmonischen te verwachten tot $1/2t$ of 2,5 — 3,3 MHz, dus ongeveer 3 MHz. Dit is aanzienlijk meer dan bij gebruik van draaggolfapparatuur en de ontvangapparatuur moet bij gebruik van impulsmultiplex in combinatie met dubbelzijband amplitude-modulatie van de zender in staat zijn een bandbreedte van $2 \times 3 = 6$ MHz door te laten.

Als zendvermogen worden bij frequentiemodulatie en in de banden van 148 — 400 MHz meestal waarden van 10 — 50 Watt gebruikt, bij hogere frequenties, bijv. 2000 — 4000 MHz waarden van 0,1 — 1 Watt. Voor sommige zeer moeilijke trajecten (grote afstanden over zee), die slechts bij relatief lage frequenties kunnen worden gerealiseerd, bijv. 40 — 60 MHz, komen ook grotere zendvermogens in aanmerking, 250 Watt en 1500 Watt. Bij impulsmodulatie worden waarden gebruikt van 250 Watt impulspiekvermogen bij de lagere frequenties tot 5 Watt bij de hogere frequenties.

3.1. Modulatiemethoden in verband met de storingsonderdrukking

Nu moeten we nog de aandacht besteden aan de modulatiemethode van de zenders en de daarmee overeenkomende demodulatie in de ontvangers. We kennen thans de sedert de aanvang van de radiotechniek in ge-

bruik zijnde en nog steeds bijna universeel gebruikte amplitudemodulatie en de sedert ongeveer 1936 opnieuw in gebruik genomen frequentiemodulatie. De overdracht van radiogolven gaat steeds gepaard met storingen. Deze storingen zijn velerlei. In de eerste plaats ontstaat er in de zender en in de ontvanger ruis en, ten gevolge van de netvoeding, brom. Dan heeft men te maken met atmosferische storingen, storingen veroorzaakt door electriciteitsverbruikers en ruis afkomstig uit de hemelruimte. De meeste van deze storingen zijn gegeven en niet door technische middelen te bestrijden. Men kan echter wel hun invloed beperken. Ook bij lijnverbindingen heeft men met diverse soorten storingen te maken, die iedere gebruiker van de telefoon wel kent, zoals kraakstoringen en, bij verbindingen over bovengrondse lijnen over lange afstand, ook atmosferische storingen en storingen ten gevolge van overspraak.

Nu kan men de eis voor de kwaliteit van een verbinding beschrijven door de zogenaamde signaal/ruis verhouding en men drukt deze meestal uit in decibel of neper (db of N). Decibel is het tiende deel van de Briggsche logarithme van de verhouding van het vermogen van het gewenste signaal en van het vermogen van alle storingen tezamen gemeten aan de uitgang van een telefoonkanaal, Neper is de natuurlijke logarithme van deze verhouding. Een goede waarde voor de S/N verhouding (signal-to-noise ratio) is 50 — 60 db, waarbij 50 db een aannemelijke waarde voor interlocale verbindingen en 60 db een zeer goede waarde is. De verstaanbaarheid gaat echter pas verloren bij veel lagere waarden van de S/N ratio en op vele lange-afstandsradioverbindingen is men al blij met 30 db. Indien men over een telefoonkanaal verscheidene telegraafkanalen wil leiden, zal men veelal voor een goede S/N verhouding moeten zorgdragen, of ingewikkelde telegrafiedraaggolfapparatuur moeten gaan gebruiken (bijv. dubbel- of viertoontelegrafie).

3.2. *Verbetering van de signaal/storingsverhouding*

Een voor de hand liggende verbetering van de S/N verhouding wordt verkregen door de waarde van de S aan de ingang van de ontvanger te vergroten. Dit kan men bereiken door het zendvermogen te vergroten in de richting van de ontvanger en zoveel mogelijk vermogen uit de ruimte op te vangen, d.w.z. door gebruik te maken van antennes met richteffect, en bovendien door het zendvermogen op te voeren. Dit laatste is natuurlijk een zeer oneconomisch middel vanuit het oogpunt van kosten van apparatuur en van primair stroomverbruik.

De keuze van de modulatiemethode geeft een zeer doelmatig middel voor de verbetering van de S/N verhouding.

Met frequentiemodulatie is globaal een verbetering t.o.v. de amplitudemodulatie te verkrijgen die in het geïdealiseerde geval en voor ruis gegeven is door 3 m^2, of $\sqrt{3}$ m indien de signaal/ruis verhouding is gegeven als een verhouding van spanningen, waarbij m de modulatie-index is. m is in dit geval de verhouding tussen de frequentiezwaai of frequentiedeviatie en de hoogst voorkomende modulatiefrequentie, dus bij een draaggolf-systeem van driekanalen, waarbij de hoogst voorkomende modulatiefrequentie 24 kHz en met een frequentiezwaai van 60 kHz is de modulatie-index 2,5 en de S/N winst $3 \times 2{,}5^2 = 19$ of 12,8 db. In de practijk zal de S/N winst echter kleiner zijn, omdat men bij grotere modulatie-indices ook voor een relatief grotere bandbreedte van de ontvanger moet zorgen, teneinde het essentiële van het frequentiespectrum van een frequentiegemoduleerde golf tot aan de detector door te laten. Voor impulsstoringen geldt de S/N winst die gegeven is door 4 m^2 voor de verhouding van vermogens en 2 m voor de verhouding van spanningen. De S/N winst heeft men echter slechts, wanneer de storing een bepaalde drempelwaarde niet overschrijdt. Het gewenste signaal moet groter zijn dan deze drempelwaarde, wil men een winst in S/N verhouding hebben. Deze drempelwaarde ligt des te hoger, naarmate de modulatieindex groter is. Dit stelt dus weer bijzondere eisen aan de signaalsterkte aan de ingang van de ontvanger.

Bij gebruik van telefonie-draaggolfapparatuur voor de multiplex, waarbij de draaggolven in amplitude zijn gemoduleerd en deze modulatiemethode dus geen voordeel geeft wat betreft S/N verhouding (in werkelijkheid levert de enkelzijband-modulatie theoretisch toch nog een winst van 9 db in S/N verhouding), zoekt men de S/N winst in de modulatiemethode van het radiosysteem zender + ontvanger en gebruikt men hiervoor frequentie- of fazemodulatie.

De fazemodulatie van een impulsreeks, waarbij we de impulsreeks als subdraaggolf kunnen beschouwen, levert op zichzelf reeds een aanzienlijke winst in S/N verhouding. Deze winst is afhankelijk van de steilheid van de impulsflanken en van de tijdexcursie van de impuls t.g.v. de modulatie. Volgens Holzwarth [1]) is de frequentiemodulatie t.o.v. de impulsfazemodulatie steeds een factor 2,6 — 2,8 in signaal/ruis verhouding gunstiger, indien men in beide gevallen de gunstigste apparatuuruitvoering neemt. Daar de impulsfazemodulatie op zichzelf reeds een aanzienlijke winst in S/N verhouding oplevert en de combinatie ervan met frequentiemodulatie tot complicaties aanleiding zou geven, gebruikt men amplitudegemoduleerde radio-apparatuur in combinatie met een impulsfaze-multiplex.

3.3. *De ruisbijdrage van relais*

Zoals uit de blokschema's van de figuren 5 en 7 volgt (zie deel I), bestaat een relais voor iedere richting uit een ontvanger en een zender in cascade. De versterking van de ontvangeringang naar de zenderuitgang moet nu net zo groot zijn als de verliezen over de propagatieweg van de voorgaande zender tot de ontvanger. Aangezien deze verliezen ten gevolge van fading variabel zijn, moeten we de versterking ook variabel maken en deze zich automatisch laten instellen op de verliezen. Iedere ontvanger meer op een straalverbindingsroute bestaande uit opeenvolgende relais geeft ook weer een extra ruisbijdrage en zodoende zijn we uiteindelijk beperkt in de lengte van een straalverbindingsroute.

Bij frequentiemodulatie zullen we in de ontvanger van een relais niet volledig tot de basisband (l.f. spectrum) demoduleren. De herhaalde demodulatie en modulatie in opeenvolgende relais doet de niet-lineaire vervormingen sterk toenemen, met de daarmee gepaard gaande

---

1) H. Holzwarth. Die Modulationsverfahren mit Frequenzaufteilung und mit Zeitaufteilung (Pulsmodulation) zur Mehrfachausnutzung von Richtfunkverbindungen, "Frequenz", Bd 4, 1950, Nr. 4, blz. 98.

achteruitgang in de kwaliteit en toeneming van het gevaar van overspreken van een kanaal op een ander. Daarom converteert men het ingangssignaal in een middenfrequent signaal en versterkt dit, tot men hiermede, na herhaalde conversie, de zender kan sturen.

Bij PPM daarentegen demoduleert men tot de impulsreeks en moduleert na versterking van de impulsen hiermede direct de eindtrap van de zender.

3.4. Antennes met richteffect

Teneinde een behoorlijke radiofrequente energie aan de ingang van een ontvanger te verkrijgen, maakt men gebruik van gerichte antennes, zowel voor de zender als voor de ontvanger. Naar gelang van het frequentiegebied varieert het type van antenne. Bij lagere frequenties maakt men veelal gebruik van z.g. Yagi-antennes en dipolen met hoekreflectoren. In Duitsland en in Amerika maakt men ook veelal gebruik van dipoolvelden met daarachter een reflecterend scherm (zie foto 3). Per antenne krijgt men bij redelijke afmetingen van de antennes zelf een winst in de gewenste richting van 5 tot 12 db. Dit betekent, dat men voor een naar elkaar toe gerichte zend- en ontvangantenne een winst krijgt van 10 tot 24 db. Door het parallel-schakelen van verscheidene van dergelijke antennes tot antennevelden kan men de winst nog vergroten.

Bij hogere frequenties kan men met voordeel overgaan tot dipolen met meer doelmatige reflectoren, die een parabolische vorm hebben en dezelfde functie hebben als de spiegels in de koplampen van een auto. Ze concentreren de radiogolven tot bundels, waardoor het uitgezonden radiofrequente vermogen in de gewenste richting wordt samengedrongen. Hoe groter het opvangende oppervlak van de reflector van een ontvangantenne is, des te groter zal ook het vermogen zijn, dat door de antenne wordt geabsorbeerd.

Men maakt de parabolische reflectorspiegels om practische redenen (constructie van antennemasten en winddruk) meestal niet groter dan ca. 3 m, zodat het oppervlak van zo'n spiegel ongeveer gelijk is aan 7 m². Nu is de antennewinst (d.i. het vermogen in de rotatie-asrichting van de parabool) in verhouding tot het door een hypothetische antenne uitgestraalde vermogen, (die in alle richtingen hetzelfde vermogen uitstraalt) gegeven door $g = \frac{Ok}{\lambda^2/4\pi} = \frac{4\pi Ok.}{\lambda^2}$ Hierin is k de z.g. illuminatiefactor van de spiegelopening, die veelal gelijk is aan 0,6 en λ de golflengte. Voor $\lambda = 0{,}5$ m vinden we dus een winst van ca. 210 of 23 db. Bij $\lambda = 0{,}15$ m vinden we al een antennewinst van 2350 of 33,8 db.

Voor frequenties van de grootte-orde van 4000 MHz, zoals thans voor straalverbindingen met grote kanaalaantallen worden gebruikt, neemt men veelal de z.g. hoornreflectoren met diëlectrische lenzen om een vlak golffront te verkrijgen. Deze antennes zijn in gebruik bij het TD2 systeem tussen New York en San Francisco.

De verbinding tussen de antennes, die op masten, torens of hoge gebouwen worden aangebracht en de zenders en ontvangers geschiedt meestal door coaxiale kabels en bij heel hoge frequenties door middel van z.g. golfpijpen. Deze verbindingen leveren natuurlijk verliezen op en om deze te miniseren, wordt bij hoge frequenties het isolerende diëlectricum tot een minimum teruggebracht en moet de resterende lucht tussen binnengeleider en mantel zorgvuldig worden drooggehouden.

Veelal maakt men thans gebruik van z.g. antennewisselfilters om een zender en een ontvanger aan een gemeenschappelijke antenne met voedingskabel te kunnen aansluiten. In de apparatuur van Standard Telephones & Cables, als gebruikt voor de straalverbinding Djakarta-Bandung, zijn deze filters niet aanwezig en heeft men aparte antennes voor de zenders en ontvangers. Voor de

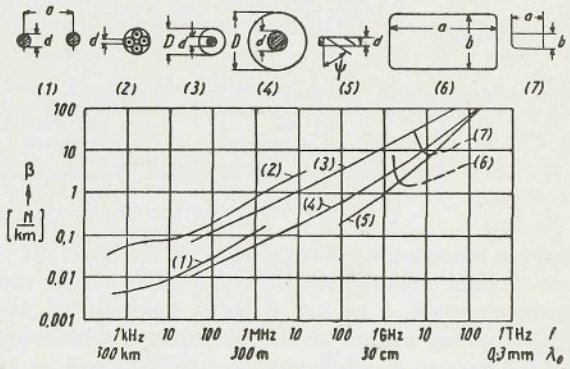


Fig. 19

De demping van verschillende uitvoeringen van geleiders (overgenomen van H. Kaden).

β = *specifieke demping*
f = *frequentie*
λ = *golflengte*
1 — *bovengrondse lijn, d = 3 mm, a = 200 mm*
2 — *symmetrische kabel, d = 1,2 mm*
3 — *coaxiale kabel, d = 2,65 mm, D = 9,53 mm*
4 — *coaxiale kabel, d = 17 mm, D = 58 mm*
5 — *gespiraliseerde draad, d = 5 mm, ψ = 70°*
6 — *aluminium golfpijp, a = 100 mm, b = 50 mm*
7 — *aluminium golfpijp, a = 30 mm, b = 15 mm*

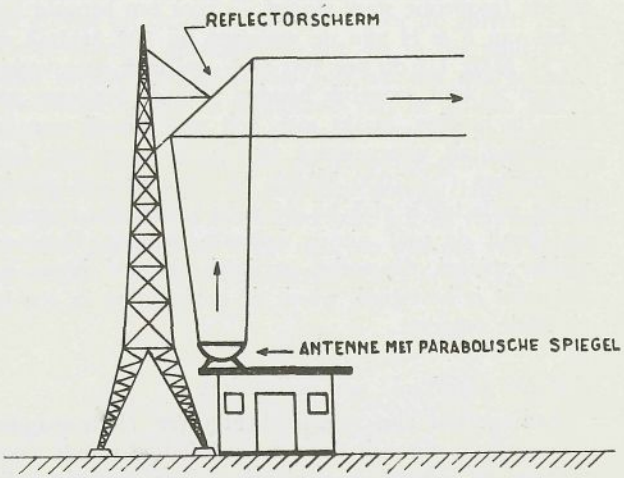


Fig. 20

Opstelling van de antenne voor decimetergolven ter vermijding van verliezen in een lange coaxiale kabel tussen de antenne en de zend- of ontvangapparatuur. De antenne straalt in verticale richting. Deze wordt omgezet in een horizontale richting door middel van een aan een mast bevestigd reflectorscherm dat een hoek van 45° met het lood maakt.

in aanbouw zijnde straalverbinding Surabaja-Bangkalan, waarvoor apparatuur bij Siemens & Halske is aangeschaft evenals bij de thans reeds in bedrijf zijnde 12-kanalen-straalverbinding van Siemens en Halske tussen Djakarta en Bandung, die t.b.v. de Azië-Afrika conferentie in drie weken tijd is geïnstalleerd, heeft men één antenne per zenderontvanger met een wisselfilter *(fig. 21)*.

Op het gebied van de radiofrequente verbindingen tussen de radio-apparatuur en de antennes zijn er nog enige ontwikkelingen gaande. Te vermelden zijn onder anderen de geleiders bedekt met een diëlectrische laag of de gespiraliseerde draad met een kern, die magnetische en diëlectrische eigenschappen heeft, de z.g. draadgolfgeleiders. *Fig. 19* geeft een overzicht van de demping β in N/km als functie van de frequentie voor verschillende soorten van energie-overdragers.

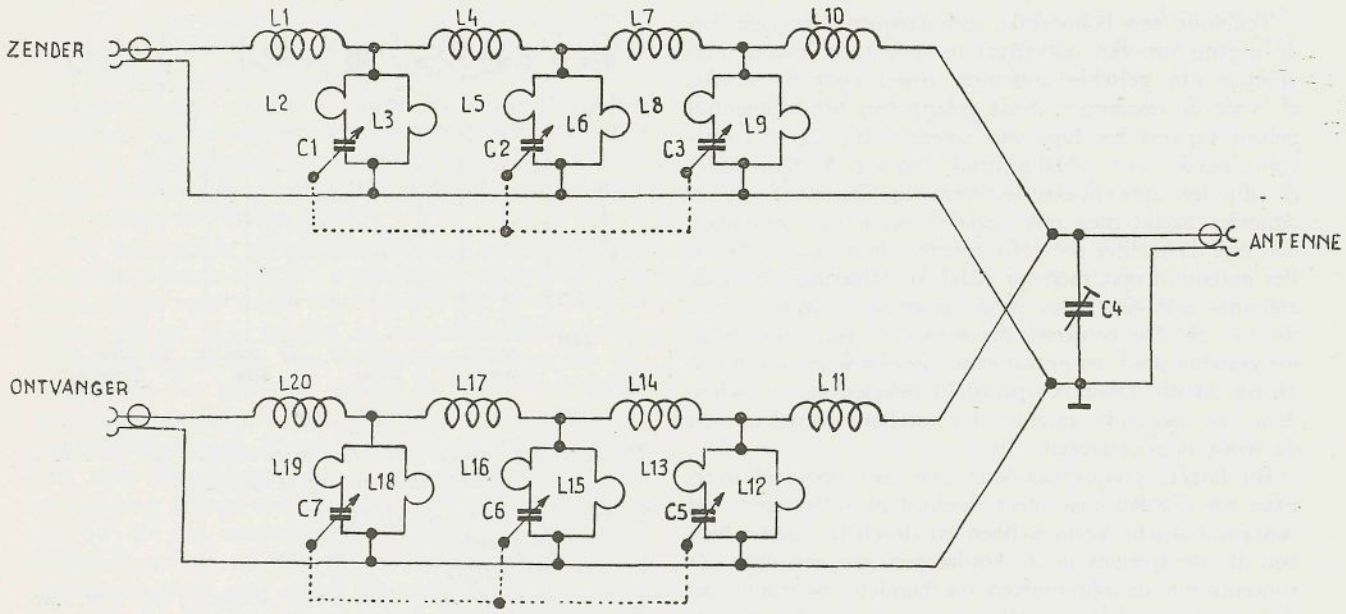


Fig. 21
Schema van een antenne-wisselfilter als gebruikt voor de straalverbindingen Surabaja-Bangkalan en Djakarta-Bandung (Siemens & Halske).

Daar er, als reeds gezegd, in de energie-overdragers (kabels) aanzienlijke verliezen ontstaan, die met toenemende frequentie sterk stijgen — voor een bepaald type kabel van S & H zijn de verliezen bij 300 MHz 3 db, bij 50 MHz 1,2 db per 100 m — zal men deze verbindingen zo kort mogelijk houden. Om de verliezen zeer klein te houden, maakt men ook wel gebruik van een opstelling als weergegeven in *fig. 20* voor zeer hoge frequenties (> 2000 MHz). De antenne met parabolische reflector is vlak bij de radio-apparatuur opgesteld en straalt de golf uit in verticale richting. Door een vlakke spiegel, die onder een hoek van 45° boven aan een mast is bevestigd, wordt de golfrichting in een horizontale omgezet.

4.0. De overdracht van radiogolven

Radiogolven zijn evenals lichtgolven electromagnetische golven, die zich door de luchtledige ruimte voortplanten en die bij voortplanting door een niet-ledige ruimte invloed ondervinden van de materie, waarin de voortplanting plaats heeft. Het onderscheid tussen de radiogolven en de lichtgolven is slechts gelegen in de golflengten (voor rood licht 790-630 mμ, voor de hoogste bruikbare radiogolven 1 cm, dus ongeveer een factor 10^4 groter). We kunnen dus voor de radiogolven dezelfde beschouwingen houden als in de loop der eeuwen voor de lichtgolven en de golfbeweging in het algemeen zijn ontwikkeld.

4.1. Enige beginselen van de voortplanting van radiogolven

4.1.1. Fresnelsche buiging

Algemeen gaat men eerst uit van een beschouwing van de voortplanting in vacuum en past daarna toe de correcties ten gevolge van de aanwezigheid van de atmosfeer.

Wat betreft de voorplanting in vacuum moet men zich het beginsel van Huyghens-Fresnel in herinnering brengen. Dit luidt: In iedere golf kan elk punt beschouwd worden als een middelpunt van een nieuw elementair golfsysteem. De van de elementaire golven resulterende golf is met de zich eenvoudig verspreidende golf identiek.

Volgens dit beginsel zal dus bij een golf, die zich van de zendantenne Z, behalve in de richting van de ontvangantenne, in alle andere richtingen verspreidt, van uit het punt P in *fig. 22* een nieuwe elementaire golf

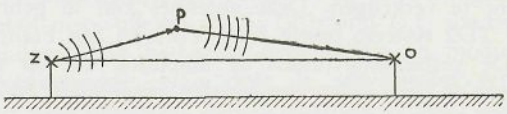


Fig. 22
De voortplanting van een radiogolf van Z naar O. In punt P ontstaat een nieuwe elementaire golf in de richting van O.

ontstaan, die zich in alle richtingen verspreidt, dus ook in de richting van de ontvang-antenne. Daar de voortplantingssnelheid overal dezelfde is, zal de golf, die de weg ZPO moet afleggen, later aankomen dan de golf, die langs de directe weg ZO O bereikt. Er is dus een verschil in faze in de golven, die langs de verschillende wegen O bereiken. Is dit verschil 1/2 λ, 3/2 λ, enz. dan heffen de werkingen van beide golven zich in O op. Is het verschil kleiner dan 1/2 λ, 3/2 λ, enz. dan tellen zich de invloeden van de golven vectorisch bij elkaar op en vergroten elkaars invloed. Is het verschil groter, dan moeten de invloeden van beide golven weer vectorisch bij elkaar worden opgeteld en blijft er een resterende invloed over, die kleiner is dan van iedere golf op zichzelf.

Fresnel heeft nu afgeleid, dat voor een vlak golffront NN *(fig. 23)* hiervan uit de invloed op een op afstand a gelegen punt P in verschillende zônes ingedeeld kan worden, de z.g. Fresnel-zônes.

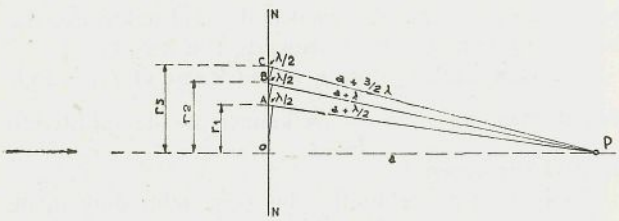


Fig. 23

Een vlak golffront dat zich naar P verplaatst. In dit golffront zijn verscheidene zônes met stralen r_1, r_2, r_3 enz. te onderkennen, die begrensd zijn door verschillen in afstand tot punt P van λ/2.

$$r_2 = \sqrt{2}\ r_1 \approx 1.4\ r_1$$
$$r_3 = \sqrt{3}\ r_1 \approx 1.73\ r_1$$
$$r_4 = \sqrt{4}\ r_1 \approx 2\ r_1$$

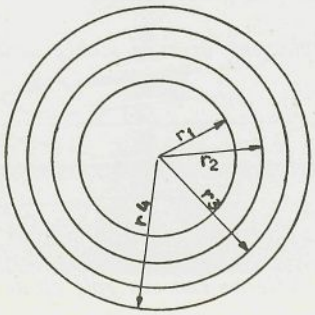


Fig. 24

De radiussen van verscheidene Fresnel-zônes.

De eerste zone is een in het vlak n liggend cirkelvormig oppervlak met straal :

$r_1 \cong \sqrt{a\lambda}$

Volgens Pythagoras is nl.

$$r_1^2 = (a + \frac{\lambda}{2})^2 - a^2 = a^2 + a\lambda + \frac{\lambda^2}{4} - a^2 =$$
$$= a\lambda + \frac{\lambda^2}{4}$$

$\frac{\lambda^2}{4}$ is in het algemeen zeer klein t.o.v. a λ en kan worden verwaarloosd.

De volgende cirkel *(fig. 24)* heeft een straal :

$r_2 = \sqrt{(a + \lambda)^2 - a^2} = \sqrt{2\,a\lambda}$

en de n^e cirkel een straal :

$r_n = \sqrt{n\,a\,\lambda}$

De verschillende cirkelvormige oppervlakken hebben inhouden :

$S_1 = \pi\ r_1^2 = \pi\ a\ \lambda$
$S_2 = \pi\ r_2^2 = 2\pi\ a\ \lambda$
$S_n = \pi\ r_n^2 = n\pi\ a\ \lambda$

De tussen de cirkels liggende ringvormige oppervlakken hebben dientengevolge alle dezelfde inhoud, nl. die van de binnenste cirkel $S_1 = \pi a\ \lambda$. Deze ringvormige oppervlakken tussen de cirkels worden genoemd 2e, 3e, n^e — Fresnel-zônes; de eerste zône is de door het eerste cirkel begrensde oppervlak. Iedere volgende cirkel is de meetkundige plaats van afstanden $\frac{\lambda}{2}$ groter dan de meetkundige plaats van afstanden van punt P vertegenwoordigd door de voorgaande cirkel.

Gaan van alle punten van de golf NN met vlak front elementaire golven uit met dezelfde trillingsfaze, dan komen ze in P niet met dezelfde trillingsfaze aan. Ieder punt van de n^e zône komt overeen met een punt in de (n + 1) de zône, van waaruit golven gaan, die in P met de tegenovergestelde faze aankomen. Zouden de amplituden van deze elementaire golven aan elkaar gelijk zijn, zo zouden in P alle elementaire golven van de eerste zône door de elementaire golven van de tweede geannuleerd worden. Zo zou het ook het geval zijn met de golven uit de derde zône, die door de golven van de vierde worden geannuleerd, enz. en in het punt P zou geen invloed van de vlakke golf worden waargenomen. Nu neemt echter de amplitude van de golven met de afstand af. We kunnen postuleren, dat de amplitude van een golf gelijk is aan het rekenkundige gemiddelde van de amplituden van twee naburige golven. Hieruit volgt, dat de werking van alle elementaire golven van een Fresnelzône geannuleerd wordt door de werking van de beide helften van de twee naburige zônes *(fig. 25)*. De ge-

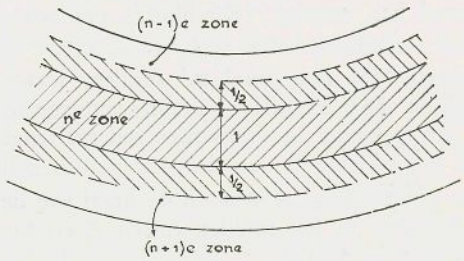


Fig. 25

De gezamelijke invloed van de elementaire golven in de gearceerde gedeelten van de (n — 1)e en (n + 1)e Fresnel-zônes met die van de n^e zone op een voor het golffront liggend punt P is nul.

zamenlijke invloed van de gearceerde zônes in *fig. 25* op punt P is derhalve nul. Noemen we de werking van een willekeurige zône z_n, dan is de gezamenlijke invloed van alle zônes van de oneindige vlakke golf NN : $z = z_1 - z_2 + z_3 - z_4 + z_5 - z_6$ .....

Deze uitdrukking kan ook worden geschreven : $z = 1/2\, z_1 + (1/2\, z_1 - z_2 + \frac{1}{2} z_3) + (\frac{1}{2} z_3 - z_4 + \frac{1}{2} z_5)$.

De termen tussen haakjes zijn alle gelijk aan nul en de totale werking reduceert zich tot : $z = \frac{1}{2} z_1$.

We hebben dus de belangrijke conclusie, dat volgens het Huyghens-Fresnelsche principe van alle punten van een zich tot het oneindige uitstrekkende vlakke golf uit de invloed op een voor het golffront liggende punt P gelijk is aan de invloed van de helft van de eerste elementaire zône rond het punt O van *fig. 23*. Hebben we niet met vlakke golven te maken, dan komen we tenslotte tot soortgelijke conclusies.

Dit is bijv. het geval als we te maken hebben met een van uit Z *(fig. 26)* uitgaande bolvormige golf. De meetkundige plaats van alle punten P, waarvan de som van de afstanden d_1 en d_2 tot de punten Z en O $\frac{1}{2}\lambda$ groter is dan de afstand A van Z naar O :

$d_1 + d_2 = a + \frac{1}{2}\lambda$

is een rotatie-ellips, waarvan de langsnede is gegeven in *fig. 26*. Deze rotatie-ellips snijdt uit een vlak MM loodrecht op ZO een cirkelvormig oppervlak, dat de eerste Fresnel-zône inhoudt. De kleine as b van deze ellips is gelijk aan :

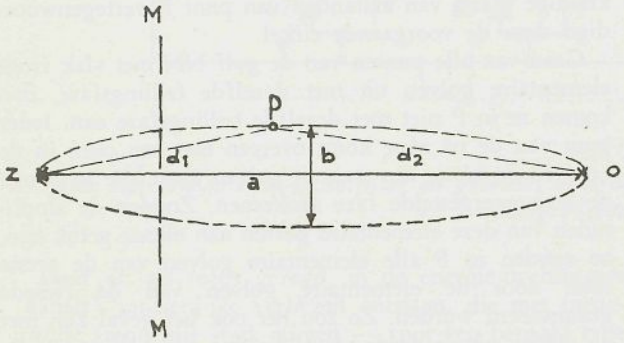


Fig. 26
Rotatie-ellips van eerste Fresnel-zônes met lange as a en korte as b.

$$b = 2\sqrt{a\lambda} \quad \text{en}$$
$$\frac{1}{2} b = \sqrt{a\lambda}$$

Berekend kan worden (Kirchhoff) dat een rotatie-ellips met een kleine halve as $\frac{1}{2} b = 0{,}755 \sqrt{a\lambda}$ uit alle vlakken MM een cirkel zal snijden, waarvan het oppervlak de eerste Fresnelse halfzône vertegenwoordigt.

Voor een afstand a = 100 km en een golflengte $\lambda = 2$ m is de kleine as van de rotatie-ellips gelijk aan $\sqrt{a\lambda} = \sqrt{200.000} \cong 450$ m en de straal van de eerste Fresnel-halfzône in het midden tussen Z en O is dus $0{,}755 \times 225 = 170$ m.

De betekenis van deze aangegeven ellipsen is, dat er ondanks het feit dat, indien er geen directe-zichtlijn tussen Z en O getekend kan worden, toch nog een veldsterkte in O aanwezig is. Is er, zoals in *fig. 27* is aangegeven een directe-zichtlijn tussen Z en O, die net de horizont van Z raakt, dan is de veldsterkte E in O ongeveer 20 tot 25 db beneden de veldsterkte Eo, die bij vrije uitbreiding in O aanwezig zou zijn. [1])

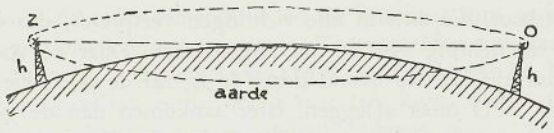


Fig. 27
De aarde dringt t.g.v. de kromming in de rotatie-ellips van eerste Fresnel-zônes binnen.

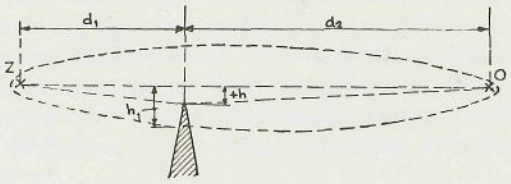


Fig. 28
Een kantige storing dringt in de rotatie-ellips van eerste Fresnel-zônes binnen.

Is er een kantige storing tussen Z en O *(fig. 28)*, dan noemen we $z = \frac{h}{h_1}$ en kunnen we de veldsterkte E in O berekenen.

Eo is weer de veldsterkte bij vrije uitbreiding in de ruimte.

voor $z = 0{,}755$ is $E = Eo$
$z = 1{,}0$ is $E = 1{,}12$ Eo
$z = 1{,}25$ is $E = 1{,}17$ Eo (maximum)
$z = 1{,}41$ (eerste Fresnel-zône) is $E = 1{,}13$ Eo.

Is h negatief, d.w.z. steekt de kant uit boven de directe zichtlijn tussen Z en O, dan is, indien de kant tenminste de gehele 1e. Fresnelse halfzône bedekt, dus $Z = -0{,}755$ onder bepaalde voorwaarden de veldsterkte omgekeerd evenredig met de wortel uit de golflengte.

Uit het bovenstaande blijkt, dat ook zonder directe zicht het toch mogelijk is ontvangst te hebben, zij het dan ook zwakker, dan wanneer we met vrije uitbreiding van de golven hebben te maken. Dit is voor vele moeilijke trajecten van groot belang.

2.1.2. Voortplanting over de vlakke aarde

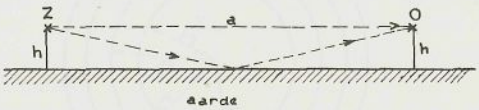


Fig. 29
De reflectie van een golf op de aarde.

De aanwezigheid van de aarde verandert de opwekking en voortplanting van radiogolven op dusdanige wijze dat normalerwijs de veldsterkte in O kleiner is dan bij vrije uitbreiding van de golven. De aarde werkt gedeeltelijk als absorbeerder en gedeeltelijk als reflector;

1) Ten gevolge van de invloed van de aarde is de verzwakking groter dan verwacht zou worden van de bedekking van de Fresnel-zônes.

beide effecten beinvloeden de veldsterkteverdeling boven de aarde. Het hoofdzakelijke effect van de aanwezigheid van de aarde kan worden aangegeven door drie termen, t.w. :

1e. een term die de vrije uitbreiding aangeeft.
2e. een term betrekking hebbende op de oppervlaktegolf (de golf die het aardoppervlak volgt)
3e. een term die betrekking heeft op de reflectie van de aarde.

De combinatie van deze drie effecten levert ten gevolge van fazeverschillen (en derhalve een gedeeltelijke annulering) een verzwakking van de veldsterkte ter plaatse van het ontvangpunt op. De vrije uitbreiding en de reflectie zijn bekende verschijnselen uit de optica. De oppervlaktegolf is een gevolg van het feit dat de aarde geen perfecte reflector is. Derhalve wordt een gedeelte van de electromagnetische energie hierin geabsorbeerd.

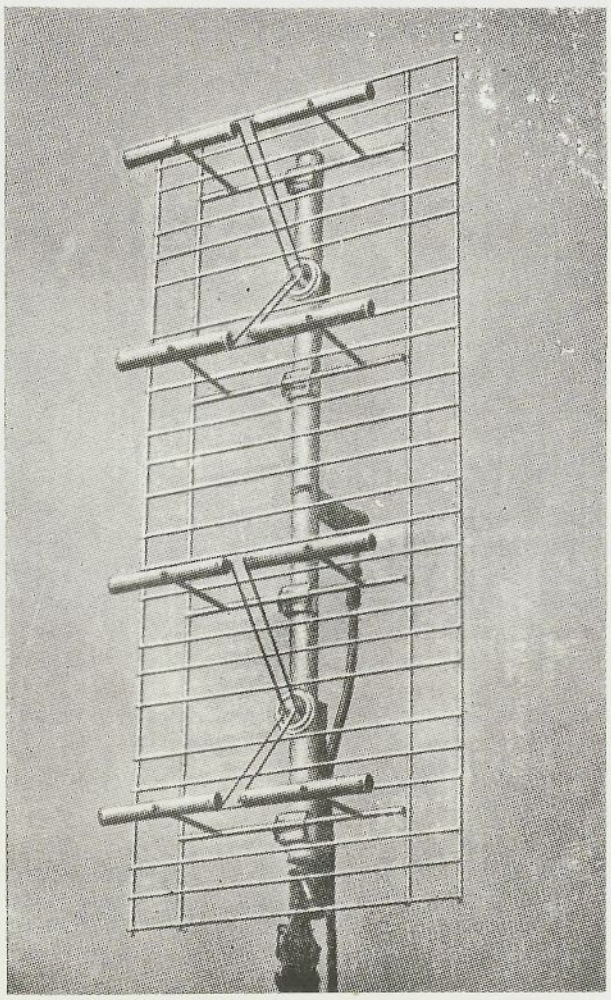


Foto 3.
Een antenne-eenheidsveld bestaande uit 4 dipolen van λ lengte met een reflectorscherm, fabrikaat Siemens & Halske. Deze antennevelden zijn in gebruik bij de straalverbinding Djakarta-Bandung en bij de straalverbinding Surabaja-Bangkalan (Madura).

Deze absorbtie heeft aardstromen ten gevolge, die een vervorming van het veld boven de aarde veroorzaken, t.o.v. het veld bij een perfect reflecterende aarde. De practische invloed van de oppervlaktegolf is beperkt tot een gebied boven land van 1 golflengte hoog en boven zeewater 5 tot 10 golflengten hoog. Bij frequenties van 30 — 300 MHz is de invloed van de oppervlaktegolf zeer gering en bij hogere frequenties dan 300 MHz kan deze geheel worden verwaarloosd.

Bij voldoende hoogte van de beide antennes in vergelijking tot de afstand, d.w.z. wanneer de fazehoek $\triangle = \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda a}$ groter is dan 0,5 radiaal blijft alleen de invloed van de bodemreflectie over. Volgens *Bullington* wordt een voldoende nauwkeurige benadering verkregen door de vergelijking $E = Eo\ 2 \sin \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda a}$.

Hierin zijn h_1 en h_2 de hoogten van de zend- en de ontvangantenne. Bij kleinere waarden voor $\triangle$ dan 0,5 radiaal moet men gecorrigeerde antennehoogten h'_1 en h'_2 invoeren. Vormt men deze vergelijking om in een verhouding van ontvangen vermogen tot uitgezonden vermogen dan vindt men $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{h'_1 h'_2}{a^2}\right)^2 g_1 g_2$ (indien men $\sin \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda a} = \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda a}$ stelt).

Hierin is P_2 het ontvangen vermogen, P_1 het zendvermogen, g_1 en g_2 zijn de z.g. antennewinsten.

Wanneer we bijv. een 250 watt zender hebben, die met een frequentie van 30 MHz werkt, terwijl de zend- en ontvangdipolen 15 m boven de grond zijn opgesteld, dan vinden we over een afstand van 45 km over vlakke aarde een transmissieverlies (demping) van 135 db.

2.1.3. De vrije voortplanting van de golven

Een overdracht langs een rechtlijnige weg tussen zend-ontvangantenne in vacuum of een ideale atmosfeer, waarbij de weg voldoende is verwijderd van de aarde of van andere reflecterende of absorberende storingen wordt vrije voortplanting genoemd. De veldsterkte op de plaats van de ontvangantenne die zich a meter van de zendantenne bevindt kan dan volgens *Maxwell* worden berekend uit

$$Eo = \frac{\sqrt{30 g_1 P_1}}{a} \text{ volt/meter.}$$

Hierin is P_1 het uitgestraalde vermogen en g_1 de antenne winst van de zendantenne. Voor een ideale "isotropische" antenne, d.w.z. een imaginaire puntstraler, die in alle richtingen per oppervlakte eenheid evenveel vermogen uitstraalt (de poynting vector is in alle richtingen even groot) is $g_1 = 1$, voor een normale dipoolantenne met een lengte van $\frac{\lambda}{2}$ is $g_1 = 1{,}64$ (2,15 db) in de meest gunstige richting (in het vlak loodrecht op de antenne, door het midden ervan).

Voor een dipool is dus in de meest gunstige richting de veldsterkte te berekenen uit $Eo \cong 7 \frac{\sqrt{P_1}}{a}$

Het maximale vermogen dat aan een ontvanger kan worden toegevoerd is

$$P_2 = \left(\frac{Eo\ \lambda}{2\pi}\right)^2 \frac{g_2}{120} \text{ W } (\lambda = \text{golflengte})$$

Hierin is Eo de veldsterkte op de plaats van ontvangst en g_2 de antennewinst van de ontvangantenne.

De verhouding tussen het ontvangen vermogen en het uitgestraalde vermogen is

$$b_o = \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{\lambda}{4\pi a}\right)^2 g_1 g_2$$

We noemen dit het transmissieverlies en deze verhouding wordt algemeen in decibel of neper aangegeven.

Gebruiken we als antennes hoorns, paraboloiden of multi-elementstralers dan kunnen we bovengegeven vergelijking beter omvormen tot

$$b_o = \frac{P_2}{P_1} = \frac{O_1 O_2}{(\lambda a)^2}$$

Hierin zijn O_1 en O_2 de effectieve oppervlakten van de antennes in m^2 (dus de werkelijke oppervlakten vermenigvuldigd met de illuminatiefactoren). Voor een parabolische spiegel is O gelijk aan het oppervlak van de cirkelvormige opening vermenigvuldigd met een illuminatiefactor, die ongeveer gelijk is aan 0,6.

We komen tot dit resultaat volgens de volgende eenvoudige redenering. Op een afstand a van de zendantenne is het oppervlak van de bol om de isotropische straler $4\pi a^2$ en is dus het deel van het uitgestraalde zendvermogen dat door de ontvangantenne wordt opgevangen, gelijk aan :

$$P_2 = \frac{O_2}{4\pi a^2} P_{1_i} \quad \text{of} \quad \frac{P_2}{P_{1_i}} = \frac{O_2}{4\pi a^2}$$ (P_{1_i} = door de isotropische straler uitgestraald vermogen).

Heeft de zendantenne in de richting van de ontvangantenne een zekere antennewinst g_1, dan wordt deze vergelijking door met $g_1 = 4\pi \frac{O_1}{\lambda^2}$ te vermenigvuldigen : $\frac{P_2}{P_1} = \frac{O_1 O_2}{(\lambda a)^2}$

Zijn beide antennes aan elkaar gelijk dan kunnen we schrijven :

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{O}{\lambda a}\right)^2 = \left(\frac{1}{4\pi}\right)^2 \left(\frac{\lambda g}{a}\right)^2,$$

daar $g = 4\pi \frac{O}{\lambda^2}$ of $O = \frac{g\lambda^2}{4\pi}$

De demping, in neper uitgedrukt, wordt dan :

$$b_o = 1/2 \ln \frac{P_1}{P_2} = \ln \frac{\lambda a}{O}$$

Om een zo klein mogelijke trajectdemping of transmissieverlies te verkrijgen, moet men er dus voor zorgen, dat de antenneoppervlakken zo groot mogelijk en de golflengte λ zo klein mogelijk is. Bij $\lambda = 12$ cm, $l = 1{,}8$ m (de kant van een vierkante hoornstraler) en $a = 50$ km vinden we $g = 2800$, een bundelhoek θ van 3,4° en $b_o = 7{,}5$ N of ca. 64 db. Wil men bij langere golven dezelfde trajectdemping overhouden, dan moet men de antennes evenredig groter maken. Voor $\lambda = 4$ m, zou men bij een kwadratisch oppervlak van de antennes de kantlengte $l = 11$ m moeten nemen. Dergelijke antennes zijn nagenoeg niet te bevestigen aan de top van een mast. Daarom moet men bij langere golven het zendvermogen groter kiezen, hetgeen dan weer gemakkelijker is vanuit het oogpunt van fabriceerbare buizen. Nadelig is in vele gevallen de achteruitgang in richtwerking van de antennes (o.a. m.h.o. op ontvangst van storingen uit verschillende richtingen).

In het algemeen zal men op een vrije voortplanting van de radiogolven kunnen rekenen, indien men er voor zorgt, dat op het traject tussen zend- en ontvangantenne de rotatie-ellipsoide die de eerste Fresnel-zônes omvat volkomen vrij is van iedere hindernis.

4.2.0. Atmosferische breking en absorptie

De overdracht van radiogolven ondervindt ook invloed van breking en absorptie in de atmosfeer. Bij frequenties lager dan 4000 MHz hoeft men met absorptie in de atmosfeer geen rekening te houden. Bij frequenties in de buurt van 10.000 MHz treedt al een zeer merkbare invloed van regen en mist op.

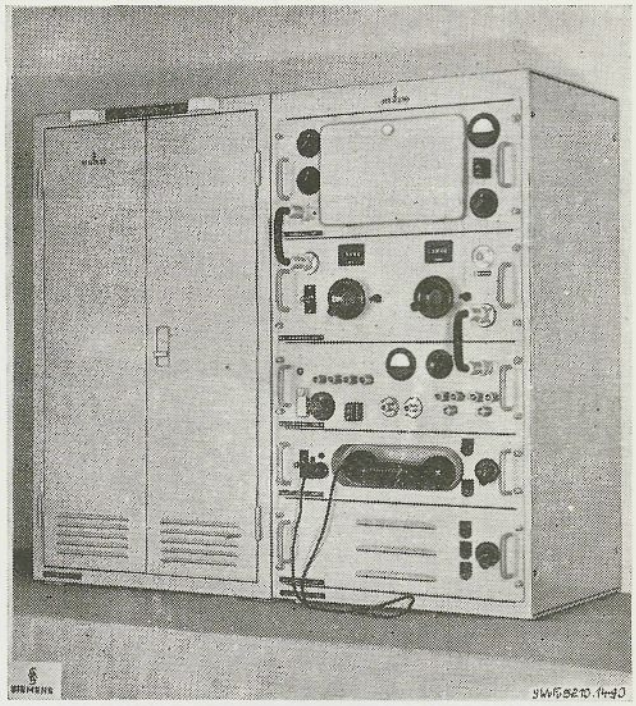


Foto 4.
De radio- en draaggolfapparatuur voor de straalverbinding Surabaja-Bangkalan.
Dit project levert drie telefoon- en een telegraafkanaal op met apart nog een dienstkanaal.

Belangrijker is voor de practijk van straalverbindingen de invloed van de breking van de golven in de atmosfeer. De atmosfeer heeft in het algemeen een diëlectriciteitsconstante die groter is dan 1 en zij is bovendien veranderlijk. Zij hangt af van de barometrische druk, de temperatuur en het vochtigheidsgehalte. De verandering van de relatieve diëlectriciteitsconstante bij een hoogteverandering van 1000 m in de atmosfeer is nooit meer dan enige tienduizendsten, maar deze verandering heeft een belangrijke invloed op de overdracht van radiogolven.

Bij een verandering van de relatieve diëlectriciteitsconstante met de hoogte boven de grond wijkt de weg die de radiogolven volgen van het rechtlijnige pad af. Dit hangt samen de verandering van de voortplantingssnelheid in een medium met veranderlijke diëlectriciteitscon-

stante, zoals dit het geval is met lichtgolven, die gebroken worden bij de overgang van het ene medium naar het andere, bijv. van lucht naar water. Volgens *Maxwell* is de brekingsindex n gelijk aan $\varepsilon\,\mu = n^2$, zodat de verandering van de snelheid evenredig is met $\sqrt{\varepsilon}$, ε en μ zijn de relatieve diëlectriciteitsconstante en de permeabiliteit. Deze richtingsverandering wordt refractie of breking genoemd. Algemeen baseert men berekeningen op een lineaire verandering van de relatieve diëlectriciteitsconstante met de hoogte. Men voert dan een constante $k = \dfrac{1}{1 + \dfrac{R}{2}\dfrac{\Delta\,\varepsilon}{\Delta\,h}}$ in waarmee men de straal van de aardkromming moet vermenigvuldigen om de breking van de "stralen" in rekening te brengen (hierin is R de straal van de aardbol). Bij waarden van k groter dan 1 is dus de aarde vlakker aangenomen dan ze in werkelijkheid is *(fig. 30)*.

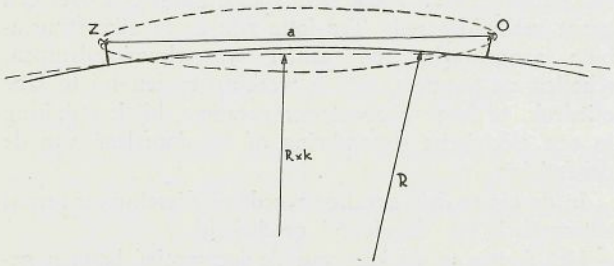


Fig. 30

De virtuele wijziging van de aardkromming t.g.v. de refractie in de atmosfeer.

De relatieve diëlectriciteitsconstante neemt normalerwijs af met de hoogte ($k > 1$) en de radiogolven worden naar de aarde toe gebogen. Evenwel kan het onder abnormale atmosferische omstandigheden voorkomen, dat de relatieve diëlectriciteitsconstante toeneemt met de hoogte en dat de radiogolven van de aarde af worden gebogen.

In het algemeen werkt men met de gemiddelde waarde $k = 4/3$, hetgeen overeenkomt met $\dfrac{\Delta\,\varepsilon}{\Delta\,h} = 0{,}78.\,10^{-7}$. Dit noemt men dan de standaardatmosfeer. Verandert de relatieve diëlectriciteitsconstante met $-3{,}1.\,10^{-7}$ per meter hoogteverschil, dan is $k = \infty$ en gedraagt de radiotransmissie zich alsof deze over een vlakke aarde plaats heeft. Verandert de relatieve diëlectriciteitsconstante nog sterker, dan worden de radiogolven zo sterk naar de aarde toe gebogen, dat deze hierop worden gereflecteerd, na reflectie opnieuw naar de aarde toebuigen en herhaald worden gereflecteerd. Het is dan alsof de radiogolven gevangen zitten in een golfpijp. Dergelijke golfpijpen in de atmosfeer komen ook op grotere hoogte voor. In het algemeen worden deze pijpen slechts waargenomen bij frequenties hoger dan 300 MHz.

Het zijn voornamelijk de langzame of snelle veranderingen in de constante k aan welke de geconstateerde fadingen bij straalverbindingen te wijten zijn. Het is ook duidelijk, dat indien men een traject projecteert, dat zonder met de factor k rekening te houden geen directe zichtverbinding oplevert, de veldsterkte met toenemende afstand achter de horizont steeds afhankelijker wordt van veranderingen van k. Experimentele gegevens wijzen uit dat k zelden varieert buiten de waarden van 0,8 — 3 voor frequenties van 30 — 150 MHz. Bij goede optische wegen, waarbij de eerste Fresnel-zônes overal vrij zijn, zal men in het algemeen geen grotere fadinggebieden vinden dan 20 db, terwijl bij kritieke wegen tot ver achter de horizont het fadinggebied kan stijgen tot 70 db.

Deze fadingdiepte neemt met de toenemende frequentie en toenemende trajectlengte toe. Bij $f = 50$ MHz moet men voor de fading een reserve invoeren van 10 db bij $d < 50$ km en 15 db bij $50 < d < 100$ km. Bij 2500 MHz daarentegen moet men bij $d < 50$ een fadingsreserve invoeren van 20 db en bij $50 < d < 70$ km van 25 db.

Absorptie in de atmosfeer t.g.v. nevel, regen of sneeuw heeft pas plaats in de buurt van 10·000 MHz. Hoewel de optredende fadingen in de ontvangers door automatische sterkteregeling worden opgevangen, moet bij de projectering met de somtijds ernstige achteruitgang in S/N verhouding rekening worden gehouden.

Zijn er tussen de zend- en de ontvangantenne nog bergen aanwezig, zodat de directe lijn Z-O wordt onderbroken, dan kan men bij juiste projectering aan de ontvanger nog een vrij goede veldsterkte verwachten, voornamelijk bij de lagere frequenties.

Dit is het geval bij de straalverbinding Surabaja-Bangkalan, waarbij ongeveer midden tussen de op ca. 40 m hoogte geplaatste en 23 km van elkaar afliggende antennes een heuvelrug ligt van ca. 80 m hoogte. Bij gebruik van richtantennes met winsten van 15 db en een frequentie van 300 MHz is voor een driekanaal fazegemoduleerde verbinding een S/N verhouding berekend van 46 db bij een fadingdiepte van 20 db. Normalerwijs zal de S/N verhouding echter meer dan 60 db bedragen. hetgeen een zeer goede waarde kan worden genoemd.

De nieuwe Diesellocomotieven en Rijtuigen van de D. K. A.

door
Prof. ir R. A. D. Loven.

Summary :
A short description is given of the new dieselelectric locomotives and passenger carriages, recently acquired by the Djawatan Kereta Api, the Indonesian State Railways. Mean dimensions and some particulars about the layout are given.

Tegen eind 1951 werd de tweede stap gedaan tot wederopbouw van de tractiemiddelen van de Staatsspoorwegen in Indonesië.

Deze geschiedde in de vorm van een bestelling van 27 dieselelectrische locomotieven en 298 personenrijtuigen.

Door de aanschaffing van de diesellocomotieven kwam de D.K.A. voor het eerst in aanraking met dit moderne tractiemiddel. In het jaarverslag van de "S.S." van 1930 wordt voor het eerst over mogelijke aanschaffing van diesellocomotieven gerept. Het doorzetten van de economische depressie in de daaropvolgende jaren maakte echter, dat er van een bestelling niets kwam. Thans 25 jaar later, hebben de spoorwegen hier te lande hun eerste diesellocomotief in bedrijf genomen.

Beschrijving van de IGE dieselelectrische locomotief.

De verdeling der assen is C'o — 2' — C'o. Er zijn twee drie-assige draaistellen aan de uiteinden waarvan elk der assen aangedreven wordt door een electromotor, en een twee-assig draaistel midden onder de locomotief, waarvan de assen slechts dienen om mede het locomotiefgewicht te dragen. Laatstgenoemd draaistel zal verwijderd worden, zodra de baan en de bruggen voldoende versterkt zijn om aslasten van circa 15 ton toe te laten.

Het totaal gewicht van de locomotief bedraagt, bedrijfsklaar, 96 ton hetgeen een aslast oplevert van 12 ton, en een adhaesiegewicht van 6 × 12 = 72 ton.

Na verwijdering van het midden draaistel — met een eigen gewicht van circa 6 ton — zal de locomotief dus ongeveer 90 ton wegen, terwijl dan het adhaesiegewicht uiteraard ook 90 ton zal bedragen.

Het locomotiefframe rust op de draaistellen met een wiegconstructie, waardoor een rustige gang van het voertuig verkregen wordt. De maximum snelheid is 110 km/h.

Aan beide uiteinden van de kast bevindt zich een stuurcabine in elk waarvan een z.g. single-unit control is aangebracht. Men kan niet vanuit één stuurstand twee of meer gekoppelde locomotieven bedienen.

De bedieningsapparatuur bestaat uit een handel voor regeling van het dieselmotorvermogen (rijkruk), een handel voor het kiezen van de rijrichting, een selectorkruk en handels voor remlucht, zandstrooiers en luchthoorn. Voorts is in de stuurcabine aangebracht een paneel voor verschillende meters en een drukknop om in noodgevallen de dieselmotor of te zetten.

De dieselmotor wordt gestart door middel van een schakelaar in de machinekamer.

Vervolgens wordt de rijrichting gekozen bij leegloop van de dieselmotor d.w.z. met de rijkruk in stand O. De selectorkruk, waarmede de wijze van schakeling van de tractiemotoren wordt gekozen, stelt men op stand 1, draait ook de rijkruk op stand 1, waarop de locomotief zich in beweging zet. Vervolgens wordt de rijkruk opgeschakeld (er zijn 8 standen). Bij een bepaalde snelheid zet de bestuurder de selectorkruk in stand 2, daarna bij hogere snelheid in stand 3, resp. 4. De minimum snelheid, waarbij continu over het volle vermogen beschikt kan worden, is 25 km/h.

De 6 tractiemotoren zijn seriemotoren. De selectorkruk biedt 4 schakelmogelijkheden n.l. 2 S 3 P, 2 S 3 P met veldverzwakking, 6 P, en 6 P met veldverzwakking.

De rijkruk regelt, behalve het dieselmotorvermogen, automatisch het in- en uitschakelen van bepaalde electrische circuits, nodig voor het aanpassen van de generatorkarakteristiek aan een goede trekkrachtkarakteristiek van de locomotief, zodat deze laatste gunstig is over een groot snelheidsbereik. Tenslotte zijn er in elke stuurcabine aangebracht een aantal waarschuwingslampen, schellen en zoemers, die in werking treden bij te lage oliedruk, te hoge koelwatertemperatuur, bij kortsluiting in een electrische stroomkring of bij doorslaan van de drijfwielen.

In de eerste drie gevallen wordt de dieselmotor tevens automatisch op "leegloop" geschakeld.

Het frame en de kast van de locomotief bestaan geheel uit gelaste stalen profielen en platen. De machinekamer, die het middendeel van de kastruimte beslaat, is vanuit elke stuurcabine toegankelijk door een deur.

In het dak zijn luiken aangebracht, waardoorheen de krachtinstallatie in de locomotief kan worden neergelaten.

De luchtinlaat voor de radiatoren geschiedt door roosters in de zijwanden. De frames van de draaistellen zijn geheel gelaste constructies. De assen lopen in rollagers.

Alle locomotiefdrijfwielen zijn beremd door middel van een Westinghouse drukluchtrem. De locomotief is tevens voorzien van een vacuumpomp en -leiding voor de beremming van de trein. De bediening van beide reminrichtingen geschiedt met een remhandel. Er is een z.g. "dodemans" voetpedaal, dat tijdens de rit door de bestuurder in neergedrukte stand moet worden gehouden.

Indien de bestuurder zijn voet van het pedaal afneemt, komt de noodrem in werking en wordt de dieselmotor stopgezet.

De krachtinstallatie.

De dieselmotor is gemonteerd op een apart draagraam, dat elastisch gemonteerd is op het locomotiefframe.

Het is een Alco motor, 12 cylinder V met drukvulling door middel van een uitlaatgas-turboblower.

Het maximum toerental van de dieselmotor is 1000 omw./min. Het maximum continu vermogen is 1750 hp. waarvan 1600 hp. beschikbaar voor tractie. Circa 150 hp. wordt in dat geval gebruikt voor de verschillende hulpwerktuigen. Tegen een aszijde van de dieselmotor is een General-Electric gelijkstroomdynamo van 1200 kw gemonteerd, met een aparte opwekdynamo.

De assen van de dieselmotor en de generator zijn star gekoppeld.

De generator is voorzien van een start-wikkeling waardoor het mogelijk is, deze te gebruiken als startmotor voor de dieselmotor. De stroombron daartoe is een accu-batterij.

De pompen voor water en smeerolie circulatie worden rechtstreeks door de dieselmotor aangedreven.

Elk cylinder van de dieselmotor heeft een aparte brandstof-injectiepomp. De brandstofolie wordt door een elctrisch gedreven pomp aangevoerd vanuit de hoofdtank.

De voorraad brandstofolie is 500 U.S. gallons, smeerolie 200 U.S. gallons en koelwater 250 U.S. gallons.

De door een electromotor gedreven ventilator van het koelsysteem heeft twee snelheidstrappen, die ingeschakeld worden door middel van een thermostaat.

Er zijn drie hulpdynamo's, welke middels tandwielen door de hoofdgeneratoras worden aangedreven. Een ervan is de opwekdynamo, de twee anderen leveren stroom voor de ventilatormotor, de motoren van de koelluchtblowers van de tractiemotoren, het opladen van de accu-battery, de verlichting en de stuurstroom.

De Ni-Cd battery van 48 cellen heeft een bedrijfsspanning van 60 V.

De zes drijfassen worden elk aangedreven door een seriemotor welke geforceerde luchtkoeling ontvangt. De overbrenging op de drijfas bestaat uit een enkelvoudige rechte tandwieloverbrenging.

De motor met tandwieloverbrenging rust enerzijds met gedeelde glijdlagers op de drijfas en is aan de andere zijde verend opgehangen in het draaistelframe.

Een electrisch gedreven blower voor elk der aangedreven draaistellen levert de lucht voor de geforceerde koeling van de tractiemotoren.

De schakelaars, die de rijrichting bepalen, en de hoofdschakelaars van de tractiemotoren worden electropneumatisch bediend. De relais worden alle electromagnetisch bediend.

In de verschillende electrische circuits zijn maximaalbeveiligingen opgenomen.

Er zijn vier pneumatische zandstrooiers aangebracht, twee voor elke rijrichting.

De locomotieven worden in hoofdzaak gebruikt voor snel- en exprestreinen, doch zonodig ook voor personen- en goederentreinen. Zij zijn geschikt voor alle soorten van treindienst, zowel op de vlaktelijn als op de berglijn.

Ongeveer gelijktijdig met de diesellocomotieven werden besteld 298 rijtuigen verdeeld in 49 eerste- en tweede klasse rijtuigen (ABL) met airconditioning installatie, 15 restauratie rijtuigen (FL), eveneens airconditioned, 27 derde klasse rijtuigen (CL) met airconditioning, voorts zonder deze installatie : 123 derde klasse rijtuigen (CL), 30 derde klasse rijtuigen met restauratieafdeling (CFL), 11 derde klasse rijtuigen met bagageafdeling (CDL) en 43 bagagerijtuigen (DL).

De rijtuigen bestaan uit een gelast stalen kast op twee twee-assige draaistellen. De hoofdafmetingen van alle rijtuigen zijn gelijk :

Kastlengte	20.000 mm
Lengte over buffers	20.800 „
Breedte	2.990 „
Hoogte	3.700 mm
Radstand van de draaistellen	2.700 „
Pivot-afstand	14.000 „

De maximum snelheid is gesteld op 120 km/h.

Het gewicht van de personenrijtuigen zonder electrische installatie bedraagt rond 26 ton.

Alle rijtuigen zijn voorzien van een vacuumreminrichting en automatische, dubbelwerkende remverstellers, die zorgen dat de speling tussen remblok en wielband (bij remmen geheel los) binnen bepaalde grenzen blijft.

De draaistelconstructie is van Amerikaanse oorsprong, de z.g. "Pennsylvania truck", in een variant die toegepast is bij de Nederlandse Spoorwegen.

De assen lopen in S.K.F. rollagers. Links en rechts zijn de twee aspotten van een draaistel door een juk verbonden, waarop het draaistelframe rust middels twee schroefveren. De rijtuigbak steunt met elliptische bladveren op een z.g. wiegbalk.

De oplegging van de balk op de wieg, de pivot of taats, is centraal.

De kastbreedte van bijna 3 m — tegen circa 2.70 m van het overige rijtuigmaterieel — past juist in het profiel van de hoofdspoorwegen op Java. Reeds vóór de oorlog werd een klein aantal rijtuigen van deze breedte in dienst gesteld, die zeer goed bleken te voldoen ondanks de grote overhang in verhouding tot de spoorwijdte. De verhouding kastbreedte : spoorwijdte is 2.8 : 1. — In deze zelfde verhouding zou een rijtuig voor Europees normaalspoor 4 meter breed worden.

Het voordeel van deze breedte is, dat voor alle klassen in de dwarsrichting van het rijtuig een zitplaats meer kan worden aangebracht.

Voor de eerste klasse 3 in plaats van 2, voor de tweede klasse 4 i.p.v. 3 en voor de derde klasse 5 i.p.v. 4. In laatstgenoemde klasse komt men op 46 cm breedte per zitplaats, hetgeen voldoende is te achten. Voor de eerste en tweede klasse is deze breedte resp. 70 en 55 cm.

De vrije ruimte (in de langsrichting van het rijtuig) tussen de zittingen is in dezelfde volgorde 55, 65 en 60 cm.

De personenrijtuigen hebben aan weerszijden aan de uiteinden een vouwdeur, die naar binnen opent, en toegang geeft tot een bordes middels twee traptreden. De laagste trede, die breed is uitgevoerd, ligt circa 55 cm boven de rail, de vloer van het rijtuig ligt 40 cm hoger. In de kopwanden bevindt zich een deur, waardoor men via overloopplaten het aangekoppelde rijtuig kan bereiken. Tussen de rijtuigen is een z.g. vouwbalg of harmonica gekoppeld, die de reizigers tegen stof en wind beschermt bij het overlopen. Voorts is de buitenwand van het rijtuig aan beide einden verlengd, zodat een trein de indruk maakt van een vrijwel ononderbroken geheel.

Alle klassen zijn uitgevoerd met een middengang; er zijn geen afzonderlijke compartimenten in een klasse.

De ruiten zijn van zachtgroen gekleurd splintervrij spiegelglas, dat een groot deel van de zonnewarmte tegenhoudt. De buisframes van de zitplaatsen en bagagerekken in de 1e en 2e klasse rijtuigen zijn aan de zijwanden aangebracht en lopen in de lengterichting van het rijtuig. In de derde klasse zijn ze boven de rugleuningen aangebracht.

De verlichting in de gekoelde rijtuigen bestaat uit

een aaneengesloten rij buislampen met een beschermkap van plastic. Deze lampen zijn aangesloten op de 110 V gelijkstroomleiding die ook de motoren voor de luchtkoeling van stroom voorziet.

De koelinstallatie is van Stone-Carrier en bestaat in hoofdzaak uit een dynamo, aangedreven vanaf een wielas, een motor-compressor aggregaat, een condensor-unit voor het koelmiddel (Freon F. 12) en een aantal ventilatoren voor de luchtbeweging.

De gekoelde lucht stroomt door sleuven in het plafond het rijtuig in, wordt door andere openingen weggezogen, waarna een gedeelte herbehandeld en met gekoelde buitenlucht gemengd, weer in het rijtuig wordt gebracht. De lucht wordt, behalve gekoeld, ook gedroogd. De temperatuur in het rijtuig wordt zoveel mogelijk constant gehouden met behulp van een thermostaat en kan gekozen worden tussen 68° en 77° F.

Elk gekoeld rijtuig is voorzien van een 88 cellige "Nife" nikkel-cadmium accumulatoren-battery van voldoende capaciteit om de koelinstallatie gedurende 1 à 2 uur te voeden bij stilstand van de trein.

Onder aan het rijtuigframe is een waterreservoir bevestigd voor spoel- en waswater. Een luchtcompressor gedreven door een electromotor houdt het water onder druk, zodat het krachtig uit de kranen stromen kan. De luchtdruk op het water wordt automatisch tussen bepaalde grenzen gehouden.

De electrische installatie van de niet-gekoelde rijtuigen — totaal 207 — is uitgevoerd volgens het parallel block rake system van Stone.

Hierbij wordt rond 1/3 van het aantal rijtuigen voorzien van een dynamo en batterijen, terwijl de overige rijtuigen hun stroom ontvangen van deze z.g. "powercars". Uiteraard moet het vermogen van de krachtinstallatie hierop zijn berekend. Het systeem heeft een bedrijfsspanning van 24 V en bedient de verlichting en plafondventilatoren.

Het water wordt in deze rijtuigen meegevoerd in dakreservoirs. Terwijl de gekoelde rijtuigen dubbele vaste ramen hebben, zijn de overige rijtuigen voorzien van gedeelde ramen, waarvan het onderste deel vast is en het bovenste deel omhoog gedraaid kan worden. Hierdoor wordt het moeilijker gemaakt hoofd of armen buiten de ramen te steken, hetgeen bij deze brede rijtuigen gevaar zou opleveren voor lichamelijk letsel.

Aan de buitenzijde van de glasramen zijn lichtmetalen jalouzieramen aangebracht, die op- en neer bewogen kunnen worden met een draaikruk.

Het beschrijven van het inwendige van alle rijtuigen zou te ver voeren. Volstaan moge worden met een beschrijving van de ABL en de FL, van de "paradepaarden".

Vanaf het bordes van de ABL geeft een schuifdeur toegang tot een portaal aan een zijde, waaraan een WC is gebouwd, terwijl aan de andere zijde een wasbak is aangebracht. Ook een schakelkast voor de electrische installatie is hier ondergebracht.

Een automatisch sluitende schuifdeur geeft vervolgens toegang tot het eerste, c.q. het tweede klasse compartiment. Het portaal vormt dus een soort sluis, die het verlies van gekoelde lucht naar buiten het rijtuig tegengaat.

De compartimenten eerste en tweede klasse zijn door een tussenwand met schuifdeur van elkaar gescheiden.

In de eerste klasse zijn 12 fauteuils aangebracht bekleed met moquette.

Tegen de ene wand zijn enkele, tegen de andere wand dubbele zitplaatsen — met opklapbare tussen-armleuning — bevestigd. De zitplaatsen zijn vis à vis gerangschikt, zoals hier te lande gebruikelijk. Voor de ramen zijn schuifgordijnen aangebracht.

De kleuren van stoelbekleding, vloer, wanden en plafond bestaan in hoofdzaak uit verschillende tinten groen. De zittingen en rugleuningen van de fauteuils zijn geveerd. Ditzelfde geldt voor de tweede klasse. De bekleding bestaat hier echter uit geweven plastic. De zitplaatsen zijn voor 2 personen uitgevoerd en hebben geen midden armsteun. Ook hier vindt men schuifgordijnen voor de ramen.

In de beide klassen zijn onder de ramen neerklapbare tafelbladen aangebracht. Het aantal zitplaatsen tweede klasse bedraagt 47 (waarvan één eenpersoons zitplaats).

Bij alle klaptafels is een drukknop aanwezig, waarmede een schel kan worden bediend in het restauratierijtuig dan wel in de restauratie-afdeling van een gecombineerd 3e klasse en restauratierijtuig.

Bij het indrukken van de knop wordt tevens een signaallampje ingeschakeld aangevende de plaats in het rijtuig waar gebeld is.

Het restauratierijtuig is verdeeld in 3 afdelingen n.l. een eerste en tweede klasse restauratie, een keuken en een derde klasse restauratie.

Het verschil tussen de beide restauratie-afdelingen ligt in hoofdzaak in het verschil in ruimte per zitplaats.

Beide afdelingen hebben vaste eettafels en opklapbare zittingen, twee aan twee naast elkaar, vier aan een tafel aan weerszijden van de middengang. In de 1e/2e klasse zijn twee tafels voor elk twee personen. Het aantal zitplaatsen is hier 28 ; dat van de 3e klasse-afdeling 24.

Beide afdelingen zijn airconditioned, terwijl de overtollige lucht via de keuken wordt afgevoerd, hetgeen het verspreiden van geuren uit de keuken in de restauratieafdeling tegengaat.

De deuren, die vanaf de bordessen toegang geven tot de eetruimten, sluiten automatisch.

De keuken bevindt zich in het middengedeelte van het rijtuig en beslaat 6,5 m van de kastlengte. Er loopt aan een zijde een dienstgang langs, welke de twee eetruimten verbindt en waardoor een breedte van circa 2.20 voor de keuken overblijft. Een schuifdeur in de buitenwand van het rijtuig geeft toegang tot de dienstgang, zodat de voorraden bestemd voor de keuken niet de eetruimten behoeven te passeren.

Het nieuwe rijtuigmaterieel wordt gebruikt in de expres- en sneltreinen op Java, en mocht zich al dadelijk verheugen in de gunst van het reizend publiek. Het bezettingspercentage van de rijtuigen is hoog; nog te vaak komt overbezetting voor. Wanneer alle rijtuigen in dienst gesteld zullen zijn, zal dit laatste evenwel verminderen en is de service, die door de D.K.A. wordt geboden in de sneltreinen op een hoog peil gebracht.