

DE INGENIEUR IN INDONESIË

DECEMBER 1957

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 A. C. Vreede

Commissie van Redactie :

Hoofdred. : Prof. ir V. R. v. Romondt
Leden : ir Rd. Agoes Prawiranata

Abonnementsprijs: Rp. 30.— per jaar.

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Djl. Ganeca 10, Bandung (Tel. Bd. 8251).

Adres voor Administratie en abonnementen: Djl. Braga 38, Bandung (Tel. Bd. 4220).

Adres voor advertentie: Reclamebureau Grafica, Djati Petamburan 1 no. 2, Djakarta (Tel. Kota 319).

Artikelen : Pag. 79: Ten Afscheid — pag. 80: Een Waarschuwing — pag. 83: De Oranje Bierbrouwerij —
pag. 87: De havenuitbreiding v. Tg. Priok — pag. 91: Waterzuivering Pedjompongan — pag. 94:
Ervaringen met matrassendammen — pag. 96: Stress system.

Ten Afscheid.

Het bestuur van de Groep Indonesië biedt U hierbij het laatste nummer van Uw tijdschrift aan. Zoals uit de omslag blijkt, was het bestemd om in December 1957 afgeleverd te worden. Aan het begin van die maand was het reeds geheel gezet en waren de drukproeven gecorrigeerd, zodat te verwachten was dat het vóór Kerstmis bij U thuis of op kantoor bezorgd zou zijn.

De omstandigheden hebben de verschijning aanmerkelijk vertraagd. Het groepsbestuur heeft reeds jaren geleden onderkend dat de levensduur van het tijdschrift niet onbepaald kon zijn, omdat de basis van haar voortbestaan steeds smaller werd. Nu een groot aantal Nederlandse ingenieurs dit land op korte termijn gaat verlaten of reeds verlaten heeft, en te verwachten is, dat toestroming van voldoende copy zal ophouden, achten hoofdredacteur en commissie van toezicht het juiste ogenblik gekomen om afscheid te nemen.

Wanneer wij tezamen terugdenken aan „de Ingenieur in Indonesië” en aan haar voorgangster „de Ingenieur in Nederlandsch-Indië”, welke bladen jarenlang huisvesting hebben verleend aan „de Waterstaatsingenieur” en de „Mijnningenieur”, dan denken wij terug aan :

een blad dat in de laatste jaren steeds een zorgenkinderd is geweest zowel van zijn redactie als van het groepsbestuur en dat met veel moeite in leven werd gehouden;

een blad echter dat, dank zij de onvermoeide arbeid van zijn redacteurs en de steun van enige enthousiaste leden, toch steeds weer op Uw tafel kwam, zij het dan ook op zeer ongeregelde tijden ;

een blad dat, dank zij de genereuze hulp van het Nederlandse zakenleven in de vorm van steunad-

vertenties en van de Papierfabriek Padalarang in de vorm van EERSTE-klas papier, tot het laatste toe zijn gedegen en gedistingeerd uiterlijk heeft kunnen bewaren;

een blad waarop wij KIVI-leden in dit verre land voor de wereldoorlog ten rechte trots waren en dat wij na de oorlog steeds begroetten als een oude vriend, die ons intrigeerde door zijn ongeregelde bezoeken, doch die ons ook trouw weer herinnerde aan gemeenschappelijke bekenden;

een blad dat door zijn regionaal karakter voorbestemd was om een bescheiden rol te spelen in de wereld der technische vakliteratuur, doch waarin toch ook wel eens artikelen voorkwamen, die van internationaal gehalte waren;

een blad dat naast zijn taak als technisch tijdschrift toch in eerste instantie een verenigingsblad was, een middel om het contact tussen de leden te onderhouden, een middel om verslag te geven van de hoogtepunten in het verenigingsleven.

Wij willen niet eindigen zonder de namen te noemen van een drietal leden, allen verbonden aan de Technische Hogeschool te Bandung, n.l. de beide laatste hoofdredacteurs Prof. Ir. P.G.H.A. Fermin en Prof. Ir. V.R. van Romondt en de corrector Ir. J.C. Klinkert, terwijl tevens niet onvermeld mag blijven onze administratrice, Mevrouw C.J.M. Kiehl-Heynen, die gedurende een tiental jaren advertenties en expeditie verzorgd heeft.

Namens het groepsbestuur,
De Commissie van toezicht op
„de Ingenieur in Indonesië”

Ir. G.H. Pesman
Ir. B.W. Colenbrander.

Een waarschuwing! Misschien ook voor U?

Op de jaarvergadering 1957 van onze Groep mocht ik U begroeten met een inleiding, waarbij ik mij veroorloofd heb U een persoonlijke visie te geven op een belangrijk facet van ons huidig leven. Aangezien velen van U niet in de gelegenheid zijn geweest deze vergadering te bezoeken, zij het mij vergund U hierbij weer te geven wat ik ongeveer heb gezegd:

"Indien wij de positie beschouwen, waarin de Nederlandse Ingenieurs zich heden ten dage in Indonesië bevinden en waarvan het merendeel lid is van de groep Indonesië van het K.I.V.I., dan zal het opvallen dat wij ons bevinden temidden van een internationale concurrentiestrijd op welhaast ieder gebied der technische wetenschap.

Het is niet meer zó dat de Nederlandse techniek automatisch verkozen wordt boven die der andere landen van de wereld. Het onafhankelijke Indonesië wenst, desnoods op risico van mislukkingen, zich te bevrijden van het monopolie van de Hollandse Techniek en tracht het beste te verkrijgen wat er op de internationale markt der techniek en der technische wetenschap te verkrijgen is. Dit wordt door het buitenland duidelijk onderkend en men tracht met alle beschikbare middelen een vaste voet in deze grote markt te krijgen. Het zal daarbij vechten met alle wapenen, die het ter beschikking kan krijgen, waarvan bijv. genoemd kunnen worden: financiering op staatsniveau, politieke invloed, diplomatieke steun, enz. Hierbij wordt de invloed van een eventueel politiek sentiment van Indonesië ten opzichte van Nederland en omgekeerd nog buiten beschouwing gelaten.

Dit alles geldt niet alleen voor de technische handel en technische hulp, doch ook voor het gebied der technische wetenschap. Het is niet meer zo dat de Nederlandse waterbouwkunde algemeen als de beste wordt beschouwd en men vindt zelfs op dit gebied al voorbeelden die dit zouden kunnen bewijzen. De haven van Priok wordt door Franse waterbouwers uitgebreid, de dijken in Nederland zelf zijn met behulp van buitenlandse caissons gedicht, de grootste baggermolens worden niet meer in Nederland volgens Nederlands ontwerp gebouwd!

Wij doen er goed aan deze internationale concurrentie niet te onderschatten en ons niet in slaap te laten wiegen door steeds weer te wijzen op de punten waarop wij trots kunnen zijn, doch die al bijkans weer verleden tijd zijn, zoals het herstel van Nederland van de oorlogsgevolgen, het verhoudingsgewijze grote aandeel van Nederland in de technische hulp voor minder ontwikkelde gebieden, de afsluiting der Zuiderzee, het Deltaplan, enz.

Laat ons een open oog hebben voor de huidige toestand en trachten met alle beschikbare middelen onze goede plaats te behouden of te heroveren. Deze middelen zijn gelukkig nog vele, waarvan ik U onder andere de volgende moge noemen:

a) Maakt gebruik van Uw talenkennis door te onder-

zoeken wat Uwe concurrenten hebben bereikt en trachten te bereiken.

- b) Maakt gebruik van Uw meerdere kennis van land en gewoonten van Indonesië en van Uw vriendschap, waardoor U het Indonesische volk beter kunt begrijpen en beoordelen.
- c) Maakt gebruik van liefde voor het afleveren van kwaliteitswerk en streeft steeds naar het geven van het beste wat in U is.
- d) Tracht steeds de goede zakenmoraal hoog te houden en hecht de hoogste waarde aan ontvangen vertrouwen en beantwoordt dit met een goed geplaatst vertrouwen Uwerzijds.
- e) Tracht elkaar als Nederlandse ingenieurs te steunen en te helpen in bovenstaand streven. Niet alleen in het grote verband doch ook in het kleinere verband van ingenieurs van één zaak, firma, N.V., toko of hoe de werkgemeenschap ook moge heten.

Het is speciaal op dit laatste punt, dat het nuttig is nader in te gaan. Dit raakt n.l. een der meest saillante vraagstukken van de huidige wereldsituatie.

Dank zij de ontwikkeling der moderne techniek is de productie tot grote hoogte gestegen. Desondanks echter is het resultaat hiervan nog slechts merkbaar voor een zeer klein gedeelte der wereldbevolking.

Het is gebleken dat door vergroting der efficiëntie met de bestaande middelen een ongedachte vermeerdering der productie kan worden bereikt. Het is echter ook duidelijk dat er nog veel meer kan en moet worden bereikt, wil de grote tegenstelling in de verdeling verminderen. Velen zijn het er al over eens dat een der middelen hiervoor is, te trachten de mens zijn liefde voor zijn werk terug te geven, waardoor, evenals bij de ware liefde, de baatzucht van zijn belangrijke positie wordt weggedrongen.

„Geef de werker zijn hart terug opdat hij weer liefde kan voelen voor zijn vak!”

Speciaal geldt dit voor de jongere ingenieurs die — wellicht als gevolg van de oorlogsmentaliteit en als gevolg van een soort oorlogsneurose — hun verkregen kennis en diploma's en hun, vaak nog geringe, prestaties beschouwen als artikelen, als producten, die zij zo goed mogelijk moeten trachten te verkopen teneinde zo spoedig mogelijk de maatschappelijke welstand te verkrijgen, die hun oudere collega's soms na een lang leven van hard werken hebben bereikt. Het is deze mentaliteit, die de kiem in zich draagt van degeneratie en verval en die ten enen male en volkomen onverenigbaar is met het winnen, met het herwinnen, van onze vooraanstaande positie als ingenieurs op het wereldtoneel.

Waarom trachten landen als Amerika, Engeland, Frankrijk, ja ook West Duitsland en Holland ingenieurs aan te trekken uit Noorwegen, Zweden, Denemarken, Nieuw-Zeeland e.d.? Niet alleen omdat ze goedkoper zijn doch ook omdat de eigen ingenieurs

niet voldoende liefde voor hun vak kunnen opbrengen om de ontberingen en de risico's, inhaerent aan het verkrijgen van ervaring, te accepteren.

De Nederlandse waterbouwkundige ingenieur heeft zijn vooraanstaande positie niet verkregen in de zo geroemde „8-urige werkdag”. Hij stond bij weer en wind, van zon op tot zon onder, op zijn werk en maakte zijn administratie en zijn berekeningen in een houten werkkeet, meestal zonder zijn gezin. Hij trok naar het buitenland en leefde hetzelfde leven met zijn baggermolens in China of bij zijn steengroeven in Zuid Amerika. Hij deed het niet om in 5 jaar binnen te zijn, doch omdat hij hart had voor zijn werk en een volkomen bevrediging en genoegdoening vond in een succesvol resultaat.

Deze vroegere mentaliteit van liefde voor het vak, wat dit ook is, moet weer terugkomen willen wij onze oude reputatie weer terug krijgen in de moderne

wereld van heden, en het is speciaal aan vele jongere ingenieurs om dit te bereiken.”

Dit sprak ik ongeveer in mijn inleidend woord op de jaarvergadering 1957 te Djakarta als mijn persoonlijke mening uit.

Het is bedoeld voor diegenen onder U, die onbevooroordeeld kunnen denken en niet voor diegenen die overtuigd zijn dat dit niet op hen van toepassing is.

Het is bedoeld in het belang van de Nederlandse ingenieur van het heden en van de toekomst en ter lering van onze Indonesische collega's.

Het is ook echter bedoeld in het belang van dit land, dat onze gastheer is en waarvan wij allen toch houden, ondanks alles wat splijt ten spijt.

Djakarta, Juli 1957

Ir G.H. Pesman.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
Groep Indonesië

BESTUURSMEDEDELINGEN.

Jaarvergadering 1957 te Djakarta.

Trouw aan levende traditie blijve het kenmerk van de ware jaarvergaderingen van de Groep Indonesië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Ook deze — 1957 — werd wederom gezet in een lijst van bijeenkomsten en excursies, zorgvuldig voorbereid door de ontvangende Kring Djakarta: zij zal ongetwijfeld met voldoening op de dagen 5—7 juli terugzien!

Vrijdagavond 5 juli streek de „Willem Ruys” de reep voor de leden van het Instituut met hun dames, gastvrij ontvangen door commodore de Jong en de vertegenwoordiger van de Directie van de N.V. Rotterdamsche Lloyd. Waarna een ieder de gelegenheid had zich op ongedwongen wijze met het glas in de hand te bewegen om oude en nieuwe vrienden te begroeten.

Bij de aanvang van het diner (waarvan de spijskaart een hoge standaard van culinaire techniek voorspelde) releverde de gezagvoerder van de „Willem Ruys” in zijn welkomstwoord zijn historische verbondenheid met het Instituut door te wijzen op een excursie naar de „Queen Mary”, waaraan hij als gezagvoerder van de „Indrapoera” destijds deel nam.

Hierop antwoordde de voorzitter van de ontvangende Kring Djakarta: in het bijzonder heette hij het Hoofd van de Nederlandsche Diplomatieke Vertegenwoordiging in Indonesië welkom.

Vervolgens bracht de Groeps-voorzitter een dronk uit op de Hoge Beschermvrouwe van het Instituut, onmiddellijk gevolgd door een toast op het welzijn van Z.E. de President van de Republiek Indonesië, voorgesteld door Nederlands Diplomatieke Vertegenwoordiger, die de gevoelens van dank van de leden vertolkte voor de gastvrijheid, die de Groep in dit mooie land geniet.

Omstreeks het middernachtelijk uur spoedden de laatste gasten zich Djakarta-waarts.

1954: Bandung — spoorwegen; 1955: Surabaya — electriciteit; 1956: Palembang — olie; — zo memoreerde de Groeps-voorzitter in zijn tafelrede de „symbolen” van voorgaande jaarvergaderingen; het symbool — 1957 zou „scheepvaart” kunnen heten.

Het excursie-programma van zaterdag 6 juli, waarbij men de keus had tussen „Citra Havenwerken — Tandjong Priok”, de „Oranje” Bierbrouwerij en de Waterzuiveringsinstallatie „Karet”, wijst er evenwel op, dat 1957 het vócht tot symbool droeg.

Naar alle waarschijnlijkheid overwoog het kringbestuur-Djakarta, dat weliswaar sommige organismen zich door inkapseling zeer goed tegen watergebrek weten te verweren, waarbij de waterbehoefte eenvoudig wordt opgeheven door de stofwisseling te staken; doch dat anderzijds in dit stadium het leven nog slechts latent aanwezig is, en in deze toestand van enige goede arbeidsproductiviteit geen sprake kan zijn. Aangezien de chemische processen, die zich speciaal in meer gecompliceerde levende organismen (i.c. ingenieurs) afspelen, zéér afhankelijk zijn van de temperatuur, zal in het klimaat van tropische kuststreken het organisme slechts kunnen worden gered met behulp van een vervangingsmiddel, dat als modificatie van de vloeistof water ongeveer dezelfde chemische en fysische eigenschappen heeft. Die vloeistof dus „dewelcke door de kracht van het Mout en de Hoppe allemets wel de hoofden van de Huys-luyden op hare Maeltijden doet omkeren”. („Het Ambacht te Delft — Noringen en Kunstoefeningen der Delftsche Burgerij”).

De zeer interessante rondgang langs de havenwerken te Tandjong Priok, zal op de bezoekers mede

indruk hebben gemaakt door de uitbundige wijze, waarop sans peur et sans blague gemechaniseerde outillage werd geëxposeerd.

In de waterzuiveringsinstallatie „Karet” werd met grote aandacht het spel van coaguleren, filtreren en desinfecteren gevolgd. Geen enkele bacterie ontsnapt hier een zekere dood. Nil volentibus arduum als het gaat om de watervoorziening van Djakarta! — In de grote hal, geflankeerd door twee grote kelders met pompaggregaten, trof de artistieke vaardigheid, waarmee de ontwerper een ruimte schiep gewijd aan de eredienst van het drinkwater: de spuitende fontein en de groene („koele”) betegeling doen het voortreffelijk. Ook de stilte verhoogt het effect: arbeidsintensieve activiteit treft men slechts aan achter de deuren van de laboratoria, waar intelligentie waakt over de gezondheid van de burgerij.

De excursies werden zeer duidelijk door sprekers van het bedrijf ingeleid, waarvoor een woord van dank op deze plaats gaarne wordt herhaald!

Een lunch op de „Jachtclub Tandjong Priok”,

aangeboden door de Kring Djakarta besloot deze jaarvergaderings-dag.

De huishoudelijke vergadering op zondagmorgen 7 juli in de Djakarta Sportclub, die precies op tijd begon en vrijwel klokke twaalf eindigde, kenmerkte zich door een rustige en hartelijke atmosfeer. De degens kwamen niet uit de schede en het Groepsbestuur kon zich verheugen in het vertrouwen van de leden en in hun constructieve belangstelling voor de Groep.

De dames, die in deze morgenuren tijdelijk het operatie-terrein verlieten (museum-bezoek benedenstad), gaven na afloop van de vergadering door hun herstellende aanwezigheid weer de fleur en gezelligheid, die elke „jaar-vergadering” steeds tot een succes brengt. En zo werd dan de jaarvergadering-1957 besloten met een geanimeerde lunch, waarbij ditmaal gebroken werd met de rijsttafel-traditie en een keur van koude gerechten een waardig remplaçant vormde, waaraan dan ook door alle aanwezigen de nodige eer werd bewezen.

ir. W. v.d. Lee

GROEPSLEDEN IN NEDERLAND.

Het wil nog wel eens voorkomen, dat leden van de Groep Indonesië, die met verlof of op dienstreis in Nederland vertoeven, deel zouden willen nemen aan bijeenkomsten (vergaderingen, excursies) die door de Afdelingen en Secties van het Instituut in Nederland worden georganiseerd.

De Algemeen Secretaris in Den Haag heeft thans aan alle Instituutsonderdelen in Nederland verzocht, om deze leden van onze Groep zoveel mogelijk ter wille te willen zijn. In principe hebben alle Instituutsleden het recht, alle bijeenkomsten bij te wonen, maar het kan natuurlijk altijd voorkomen, dat een excursie zodanig is overtekend, dat een groot aantal gegadigden moet worden afgewezen. Vooral bij de excursies van de Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw doet zich dit nogal eens voor; deze Afdeling heeft dan ook zelfs een rouleersysteem moeten opzetten voor haar leden.

Verlofgangers, en zij die voor andere doeleinden

tijdelijk naar Nederland vertrekken, worden nu verzocht om bij het Instituut in Nederland tijdig van te voren op te geven voor welke Afdelingen en Secties (voor zover zij daar nog geen lid van zijn) zij interesse hebben (om administratieve redenen te beperken tot drie onderdelen).

Het secretariaat te Den Haag zal dan rechtstreeks de convocaties voor bijeenkomsten etc. aan betrokkenen doen toekomen, voorzien van een aanduiding „Lid Groep Indonesië”. Bij aanmelding tot deelname aan een bijeenkomst weet de secretaris van de Afdeling/Sectie dan, dat de belangstellende geen lid is van zijn onderdeel, doch Groepslid.

Hij kan dan naar bevind van omstandigheden handelen, waarbij er niet aan getwijfeld behoeft te worden dat hij betrokkene zoveel mogelijk ten dienste zal zijn.

Gaarne wordt vertrouwd, dat de bovenstaande regeling op bevredigende wijze voor onze leden in Nederland zal blijken te werken.

KONTRIBUTIE 1958.

Hoewel de Groep in Indonesië gedurende het jaar 1957 een verlies van circa Rp. 10.000.— geleden heeft, en het onder de huidige omstandigheden moeilijk is een enigszins nauwkeurige begroting voor 1958 op te stellen, heeft het groepsbestuur gemeend in eerste aanleg voor het jaar 1958 een contributie te moeten vragen volgens dezelfde maatstaven als voor het afgelopen jaar gegolden hebben.

Het kan zijn, dat de Groep nog voor onverwacht grote uitgaven komt te staan. In dat geval moet het groepsbestuur zich het recht voorbehouden om een aanvullende contributie te vragen teneinde de liquiditeit van de Groep niet al te zeer in gevaar te brengen.

De Penningmeester,

De Oranje Bierbrouwerij te Djakarta

door ir. J. S. van Kuijck.

Ter gelegenheid van de Jaarvergadering van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Groep Indonesië, in Juli 1957, werd door een aantal leden een excursie gemaakt naar bovengenoemde Bierbrouwerij. Naar aanleiding van deze excursie dient onderstaand artikel.

Inleiding.

Bier is één der oudst bekende dranken ter wereld. De oude cultuurvolken als de Egyptenaren en de Assyriërs kenden reeds de kunst van het brouwen en het genot van een kruikje bier!

Zij kenden het geheim, dat in de graankorrel ligt opgesloten, namelijk om bier en brood daaruit te bereiden.

De Egyptische koning Ramses bezat een brouwerij, welke een paar duizend hectoliter bier per jaar produceerde, uitsluitend ten behoeve van de tempeldiensten. In „Life of Egypt 1400 b.C.” van Erman lezen wij, dat dagelijks aan de tempel geleverd werden: 3220 broden, 24 cakes, 144 kannen bier, enz.

De gedachten-associatie: „Bier is een godendrank” is dus zeer wel houdbaar, afschoon „Bier is een volksdrank” veeleer te verdedigen en steekhoudender is.

Reeds in de grijze oudheid viel het bierbrouwen onder het staatsmonopolie. Toen al had de fiscus volle aandacht voor deze industrie-tak en dit is gebleven tot op de dag van heden.

De accijnsheffingen op het bier zijn voor de staat zeer belangrijke inkomsten geworden.

Het bierbrouwen is een industrie-tak, welke de laatste 100 jaar intensief wetenschappelijk bestudeerd wordt. Desondanks berust een deel op empirische ervaring. De bierbereiding is een zeer gecompliceerd proces en de leek heeft er over het algemeen geen voorstelling van, hoeveel zorg, werk, kunnen en ervaring nodig zijn om de consument een sprankelend en schuimend glas bier voor te zetten.

Volgens het aloude principe wordt bier bereid uit: gerst, hop, gist en water. De gerst kan eventueel gedeeltelijk vervangen worden door andere zetmeelhoudende producten als rijst en mais.

Grondstoffen.

Gerst. Dit is één van de oudste cultuurplanten ter wereld en heeft het grootste spreidingsvermogen. Voor de brouwerij is slechts een zeer klein deel bruikbaar en wel voornamelijk de 2-rijige zomergerst waaraan zeer hoge eisen gesteld worden als raszuiverheid, reuk, kleur, verontreinigingen, sortering, vochtgehalte, extractgehalte, eiwitgehalte en kiemkracht.

Brouwergerst kan niet zonder meer verbouwd worden. Noodzakelijk is een zandige leemgrond, waarin voldoende kali, kalk en fosfor-zouten aanwezig zijn. Verder is een continentaal klimaat uitstekend geschikt; de neerslag moet gelijkmatig verdeeld zijn, lichte nachtvorst is niet schadelijk; na de groei der aren is warm, hoofdzakelijk droog en zonnig weer zeer gunstig.

Van de graangewassen eigent de gerst zich het beste voor de bierbereiding omdat:

1. in een continentaal en maritiem klimaat de gerst ook onder ongunstige weersomstandigheden de noodzakelijke levensvoorwaarden vindt.

2. de kunstmatige kieming gemakkelijk te regelen is.
3. de gerst geen stoffen bevat, die nadelig zijn voor de bierbereiding.
4. de hoeveelheid enzymen, die ontstaat tijdens het kiemproces, in verhouding tot de omzetting van de verschillende stofgroepen gunstig is.
5. het rendement van het materiaal goed is.
6. het bier uit gerst vervaardigd de beste organoleptische eigenschappen bezit.

Hop.

De hop is een klimplant en behoort tot de groep der netelgewassen. Het is een 2-huizige plant. In brouwerstermen verstaat men onder hop de bloesems van de vrouwelijke hopplant.

Deze bevatten harsachtige stoffen, lupuline genaamd, welke aan de hop en daardoor aan het bier de karakteristieke hopsmaak en hoparoma geven.

Daarnaast bevat hop nog een kleine hoeveelheid olie, die het bier een typisch aangename geur kan geven.

Verder zijn de hop-looistoffen van zeer groot belang. Tijdens het kookproces van de „wort,” verbinden de looistoffen zich namelijk met de eiwitten tot onoplosbare verbindingen, welke coaguleren en zich tenslotte afzetten tijdens het koelen.

Ook aan de hop worden zeer hoge eisen gesteld; het is één der kostbaarste grondstoffen bij de bierbereiding.

Hop bezit antiseptische eigenschappen, zodat de groei van micro-organismen, vooral bacteriën, in gehopt bier wordt tegengegaan.

Hop wordt hoofdzakelijk gebruikt voor de bierbereiding; daarnaast echter nog kleine hoeveelheden voor de vervaardiging van geneesmiddelen.

Water.

De samenstelling van het water is van uitermate groot belang. In kwantitatief opzicht, zijn de calcium- en magnesium-zouten het belangrijkste. Zo is een zacht water bij uitstek geschikt voor het brouwen van Pilsener-bier; een hard water daarentegen voor Münchenerbier.

Al naar gelang het biertype moet een water van een bepaalde chemische samenstelling beschikbaar zijn.

Aangezien de brouwerijen aangewezen zijn op het ter plaatse beschikbare water en dit slechts bij hoge uitzondering de geschikte chemische samenstelling heeft, is het dikwijls noodzakelijk de chemische samenstelling van dat water te veranderen. De verandering is hoofdzakelijk gericht op een vermindering van de hardheid.

Behalve brouwwater heeft men ook water nodig als ketelwater, verdunningswater, spoelwater, koelwater

roosteren). Hierdoor wordt tevens bereikt, dat zetmeel en eiwit slechts in beperkte mate door de kiempjes worden gebruikt. Immers het verbruik daarvan door de korrels zelf betekent verlies van de extractleverende stoffen.

De techniek van het mouten omvat: reinigen van de gerst, sortering naar korrelgrootte, het inweken en beluchten van de gerstkorrels gedurende 2 à 3 dagen, het uitspreiden op de vloeren of in trommels gevolgd door een kiemduur van ca. 8 dagen bij temperaturen van 15 — 22°C en tenslotte het drogen op de eesten om het kiemproces te onderbreken.

Het vochtgehalte wordt dan teruggebracht tot het zogenaamde constitutie-gehalte van 3%, waardoor de mout tevens geschikt is om in silo's gelagerd te worden.

2. Brouwen.

Doel van het brouwen is het oplossen van de reeds in gerst of bij het mouten eerst ontstane oplosbare verbindingen, maar meer in het bijzonder de onoplosbare verbindingen oplosbaar te maken door inwerking van de enzymen met behulp van tijd en temperatuur.

De voornaamste enzymatische reacties zijn de omzetting van zetmeel in moutsuiker alsmede de afbraak der proteïnen.

Het moutkorreltje wordt geschroot, waardoor het water gemakkelijk en vlug op de substantie kan inwerken.

Met behulp van een moderne 6-walsen molen wordt de samenstelling van het schroot vastgelegd wat betreft het percentage aan hulzen, grove griezen, fijne griezen en meel.

Daarna wordt het schroot in de beslagketel met water vermengd en begint het eigenlijke brouwproces, n.l. de vorming van het extract.

Gedurende het brouw-proces staan de volgende middelen ten dienste om de reacties te beïnvloeden t.w.:

- a. **temperatuur.** De eiwitafbrekende temperaturen zijn 45 — 50°C, — De optimale versuikerings-temperaturen liggen bij 60 — 75°C. Door het handhaven van lagere of hogere temperaturen kan men tevens invloed uitoefenen op de samenstelling van de omzettingen zelf.
- b. **vernietiging van de enzymen.** Door het koken van een deel van het beslag kan de inwerking der enzymen verminderd worden.
- c. **pH.** Door de pH van het brouwwater te corrigeren tot op een bepaald niveau, het optimum voor één of ander enzym, worden diverse reacties bevorderd.

Is het brouwproces geëindigd, dan wordt het extract („wort” geheten) van de onoplosbare substantie („bostel”) gescheiden d.m.v. een filter. Hiermede geschiedt tevens het uitwassen van het door de bostel geabsorbeerde extract.

Het in de wortketel verzamelde extract wordt nu gekookt en gehopt. Door het koken en indampen bij kooktemperatuur wordt o.a. bereikt: een verhoging van de concentratie van de wort; vernietiging van alle enzymen; volledige sterilisatie van de wort als-

mede een uitvlokking van de coaguleerbare eitwitten, waarbij de hop-looistoffen onmisbaar zijn.

De hop, waaraan zoals reeds uiteengezet hoge kwaliteitseisen gesteld worden, brengt de aangenaam bittere hopsmaak in het bier alsmede het hoparomatische karakter.

Na een kookproces van ca. 1½ à 2 uren is het brouwproces ten einde. De wort wordt nu naar koel-apparaten gepompt en teruggekoeld tot op 6°C alvorens verder geleid te worden naar de gistkelder.

3. Gisting.

Zodra de gekoelde wort in de gistkelder loopt, wordt gist gegeven. De voornaamste reactie, welke tijdens de gisting plaats heeft, is de splitsing van de vergistbare suikers in alcohol en koolzuur.



Men onderscheidt twee grote gistingsmethoden t.w. de boven-gisting en de onder-gisting, afhankelijk van het gebruik van een bepaalde gistsoort.

De bovengist stijgt naar de oppervlakte van het bier en heeft een hogere temperatuur nodig van ca. 16°C; de ondergist daarentegen zet zich op de bodem af en werkt bij temperaturen van 6 — 8°C.

Of men boven- of onder-gist gebruikt is afhankelijk van het te maken biertype. Pilsener is een specifiek ondergistend bier; Stout daarentegen een bovengistend bier.

Zowel bij boven- als onder-gisting onderscheidt men twee grote fasen n.l.:

1. de **hoofdgisting**, de fase van de intensieve gisting, tijdens welke het grootste gedeelte van de vergistbare suikers wordt omgezet in alcohol en koolzuur. Deze fase duurt slechts 8 dagen.
2. de **nagisting**, eerder een periode van rijping van het bier, is van zeer uiteenlopende tijdsduur en afhankelijk van het biertype. Deze periode varieert van 3 tot 6 maanden en voor speciale bieren tot 2 jaren.

De gisting is aanvankelijk merkbaar aan een fijne, witte schuimlaag, welke eerst na 8 — 16 uur zichtbaar wordt. Op de 2e dag van de gisting stijgt het schuim hoger en vormt krullen.

Dit noemt men kruizen.

Op de 3e dag stijgen de kruizen nog hoger en worden de krullen onregelmatiger en vetter; de gisting is dan zeer intensief. Dit stadium van hoogkruizen duurt ca. 3 dagen.

De intensiteit van de gisting neemt dan af en het jongbier wordt dan zo diep mogelijk teruggekoeld alvorens omgepompt te worden naar de lagerkelders voor de nagisting en rijping.

De in de gisttank achterblijvende gist, (de gist heeft zich namelijk afgezet en verdrievoudigd), wordt verzameld en gereinigd en dient dan weer als zetgist voor een volgend brouwsel.

De in de brouwerij gebruikte gist, *sacharomyses cerevisiae*, is rijk aan enzymen die de gisting veroorzaken en welke samengevat worden onder de naam *zymase* of *co-zymase*. Daarnaast bevat de gist nog *invertase*, *glycogenase*, *proteïnase* enz.

De gist bevat verder naast koolhydraten, vet, fosfaten en eiwitten ook vitaminen; biergist is één der rijkste vitaminen-bronnen vooral B-1 en B-2. Vitamine C is eveneens aanwezig alsmede het egosterol, het provitamine D.

De door de gisting veroorzaakte warmte moet afgevoerd worden. Dit geschiedt middels in de tank aangebrachte koelspiralen, waardoorheen een koelmedium gepompt wordt.

Het overtollige koolzuurgas wordt opgevangen, gewassen, gereinigd, gecomprimeerd en afgevoerd op cylinders t.b.v. de softdrink industrie.

Aan het einde van de legertijd heeft het bier de gewenste eigenschappen en is klaar voor consumptie. De nog in het bier resterende troebelingsstoffen worden nu verwijderd d.m.v. filtratie. Dit geschiedt met een massafilter en/of kiezelgoerfilter.

Bottelarij.

Het gefiltreerd bier is nu als eindproduct gereed om op flessen te worden afgevoerd.

De flessen worden gereinigd met caustic-soda, soda ash, natriummetasilicaat, trinatriumphosphaat enz. bij temperaturen van 60 — 75°C.

Allereerst komen de flessen in het weekgedeelte van de flessenwasmachine. Dit gedeelte bestaat uit 4 loogbaden van verschillende samenstelling en variërende temperaturen. Hierin wordt het vuil in en op de fles losgeweekt.

Vervolgens komen de flessen in het 2e gedeelte van de machine, alwaar ze geborsteld en uitgespoten worden met een water-lucht mengsel. De flessen verlaten tenslotte de wasmachine practisch steriel.

Na inspectie worden de flessen naar de vuller getransporteerd.

De vuller is geheel automatisch en de flessen worden isobarometrisch gevuld. De druk-bier- en retourlucht-leidingen zijn in het vullichaam geboord. Deze worden achtereenvolgens geopend en gesloten door automatisch werkende nokken. De flessen worden automatisch van de transportketting op de flessen-tafeltjes van de vuller geplaatst. Vervolgens worden de flessen middels onder druk staande cylinders tegen het vullichaam aangedrukt, gevuld, gekurkt en weer op de transportketting geplaatst.

De vuller is een gecompliceerde machine en vereist bijzondere aandacht bij het reinigen en steriliseren of desinfecteren.

Tenslotte wordt het bier, dat lang houdbaar moet blijven, gepasteuriseerd om mogelijke ongewenste veranderingen door eventueel nog aanwezige micro-organismen te voorkomen.

In verband met het pasteuriseren en het feit, dat bier een koolzuurhoudende drank is, moet aan de flessen zeer hoge eisen gesteld worden. Door verhoging van de temperatuur ontstaat tijdens het pasteuriseren een druk van ca. 6 ato in de fles.

Vandaar ook, dat de temperatuur langzaam moet stijgen en dalen om overmatige flessenbreuk te voorkomen.

Vervolgens worden de flessen geëtiketteerd. De volautomatische etiketteermachines brengen een kleine hoeveelheid lijm op de etiketten, die dan tegen de

fles gedrukt worden met behulp van gummi strijkers en borstels.

Het etikettenpapier moet aan zeer bepaalde eisen voldoen; niet iedere papiersoort is bruikbaar. Eveneens is dit het geval met de lijm. Deze moet „ijs-vast” zijn en anderzijds weer gemakkelijk oplosbaar zijn in de reinigingsbaden van de flessenwasmachine.

Koeling.

In de brouwerij wordt de temperatuur geregeld vanaf het binnenkomen van de grond- en hulpstoffen tot het afleveren van het bier.

In de mouterij moet een temperatuur van ca. 10°C gehandhaafd kunnen worden; de hopkelder 0 — 2°C; de hete wort van 100°C moet teruggekoeld worden tot op 6°C; de door de gisting veroorzaakte warmte in de gisttanks moet afgevoerd worden; de lagerkelders dienen op 0°C gehouden te worden enz.

De koeling wordt verzorgd door ammoniak-compressoren en wel op indirecte wijze via een pekel-oplossing. Deze pekel wordt voortdurend rondgepompt in een leidingnet, dat in rechte lijn een lengte heeft van ca. 6 kilometer!

Tenslotte moge ik U nog enige interessante gegevens onder de aandacht brengen.

Geen enkel bijproduct van een brouwerij gaat verloren, terwijl het bijproduct zelf volwaardig is. Bijv.:

- afvalgerst dient als kippen- en varkensvoer.
- moutkiemen zijn een uitstekend veevoer (vetmesten).
- bostel is een bij uitstek geschikt voer voor melkvee. Bij een juiste dosering bereikt men niet alleen een verhoging van de melkgift, doch eveneens kwaliteitsverbetering.
- gist. Een rijke voedings- en vitaminen-bron. Uit de uitgeperste gist wordt extract gewonnen, dat dezelfde voedings-waarde heeft als vleesextract. Verder wordt gist gebruikt ter vervaardiging van medicinale preparaten. Ook als veevoeder is gedroogde gist als bijmenging van betekenis.
- koolzuurgas. De overmaat aan koolzuur wordt opgevangen, gereinigd, gecomprimeerd en op cylinders afgevoerd t.b.v. de limonade-industrie.

De wereldconsumptie van het bier is nog steeds stijgende en met recht kan men zeggen, dat bier op de dag van vandaag een volksdrank is in de ware zin van het woord.

Hieronder volgen enige gegevens omtrent de bierproductie van de verschillende landen:

Land	in 1000 hl.		liter bier per hoofd.
	1955	1956	
Nederland	2.380	2.570	24,5
België	13.120	13.050	150
W. Duitsland	35.200	39.700	71
Engeland	39.830	40.500	80
Frankrijk	12.520	13.065	30
Tsjecho-Slowakij	9.000	10.000	75
Oostenrijk	4.340	4.600	65
Ierland	3.130	3.280	110
Luxemburg	375	365	122

De Havenuitbreiding te Tandjung Priok.

door: Ir. Ong Ping Liang, Hoofd Djawatan Pelabuhan
en: Ir. W. J. Suurmond, N.V. Volker Aanneming Maatschappij.

Naar aanleiding van een excursie der leden K.I.V.I. — groep Indonesië gedurende de Jaarvergadering 1957 in Juli jl. te Djakarta volgt onderstaand artikel.

Inleiding.

Reeds in 1951 werd de behoefte gevoeld om de verlenging van de Westerboord 3e binnenhaven uit te voeren. Voor het opmaken van het ontwerp werden verscheidene buitenlandse aannemers van internationale naam uitgenodigd, o.a. de Nederlandse Mij. voor Havenwerken, Wayss und Fraytag A.G. en Christiani en Nielsen. Het resultaat van de gehouden inschrijving was, dat de opdracht werd gegund aan Wayss und Fraytag.

Dit ontwerp heeft ook als leidraad gediend voor de in April 1954 gehouden internationale aanbesteding t.a.v. de uitvoering van het project. Deze inschrijving omvat behalve de twee hieronder beschreven werken nog diverse andere projecten te Belawan, Semarang, Bandjermasin en Balikpapan.

Bij de inschrijving bleek de *Compagnie Industrielle de Travaux te Parijs* de gunstigste voorwaarden aan te bieden, weshalve de uitvoering van de diverse werken aan genoemde maatschappij op 11 Februari 1956 werd opgedragen.

De verlenging van de havendammen in Oostelijke richting is bedoeld om een petroleumhaven te scheppen in de thans bestaande vissershaven ten Oosten van het huidige havencomplex.

Met de snelle groei van het verbruik aan olieproducten (van petroleum thans ca. 4 maal zo groot dan vóór de oorlog) is de bestaande oliesteiger ten enenmale ontoereikend om alle tankers tijdig te bedienen.

In het huidige project is rekening gehouden met de bouw van 2 steigers voor tankers van 18.000 ton, welke in de toekomst is uit te breiden tot 30.000 ton, terwijl een speciale steiger voor verpakte olieproducten (smeerolie, asfalt, etc.) zal worden gebouwd.

Behalve het voordeel van een snellere behandeling der tankers wordt met de uitvoering van deze oliehaven bereikt, dat de gevolgen van eventuele branden aan boord van de tankers voor de handelshaven tot een minimum worden beperkt.

Tevens zal hierdoor de lengte der pijpleidingen van ca. $3\frac{1}{2}$ tot gemiddeld $1\frac{1}{2}$ km worden verkort, hetgeen uiteraard voor de pompcapaciteit gunstig werkt.

NADERE BESCHRIJVING VAN DE IN UITVOERING ZIJNDE WERKEN.

Werk derde binnenhaven.

Deze haven heeft momenteel een kade van 500 m lengte aan de Westzijde met havenloodsen, kranen etc. De haven is ongeveer 1 km lang. De onderwerpelijke uitbreiding bestaat uit een verlenging van de kade in Noordelijke richting met ca. 500 m.

In tegenstelling met de bestaande kade, welke bestaat uit caissons, wordt het nieuwe gedeelte opgetrokken uit ongewapend betonblokken. De draag-

krachtige laag bevindt zich hier ongeveer tussen 16 en 17 m min P.P.; de hierboven gelegen slappere lagen worden weggebaggerd, daarna wordt een zandverbetering aangebracht welke reikt tot 14.75 m min P.P. Hierop wordt een laag kalstenen gestort ter dikte van 1,25 m waarop de muur wordt opgetrokken.

De blokken variëren in gewicht tussen de 10 en 18 ton, en worden op de gebruikelijke wijze met een Titankraan in het werk geplaatst. Aan de bovenzijde wordt een gewapend betonconstructie gemaakt, waarin een tunnel is gespaard. De leidingen voor water, olie en electriciteit worden in deze tunnel ondergebracht. Aan beton moet totaal 50.000 m³ worden verwerkt. De waterdiepte voor de kade bedraagt 10 meter t.o.v. Priok Peil, zijnde de laagst voorkomende waterstand. Bovenkant kade ligt op 2,50 m +, dat is ca. 1 meter boven de hoogst voorkomende waterstand.

Behalve een storting van karangsteen onmiddellijk achter de muur wordt het gehele achterliggende terrein met zeezand aangevuld. Het zand wordt gedeeltelijk gewonnen met een profielzuiger en met onderlossers vervoerd naar het werk en daar geklapt of opgeperst. Voorts wordt zand aangevoerd met kleine prauwen tot ca. 10 m³ inhoud; deze prauwen worden op de standjes Oostelijk van het havengebied met de hand beladen en naar het werk geroeid. Totaal zal rond 500.000 m³ zand voor aanvulling vereist zijn.

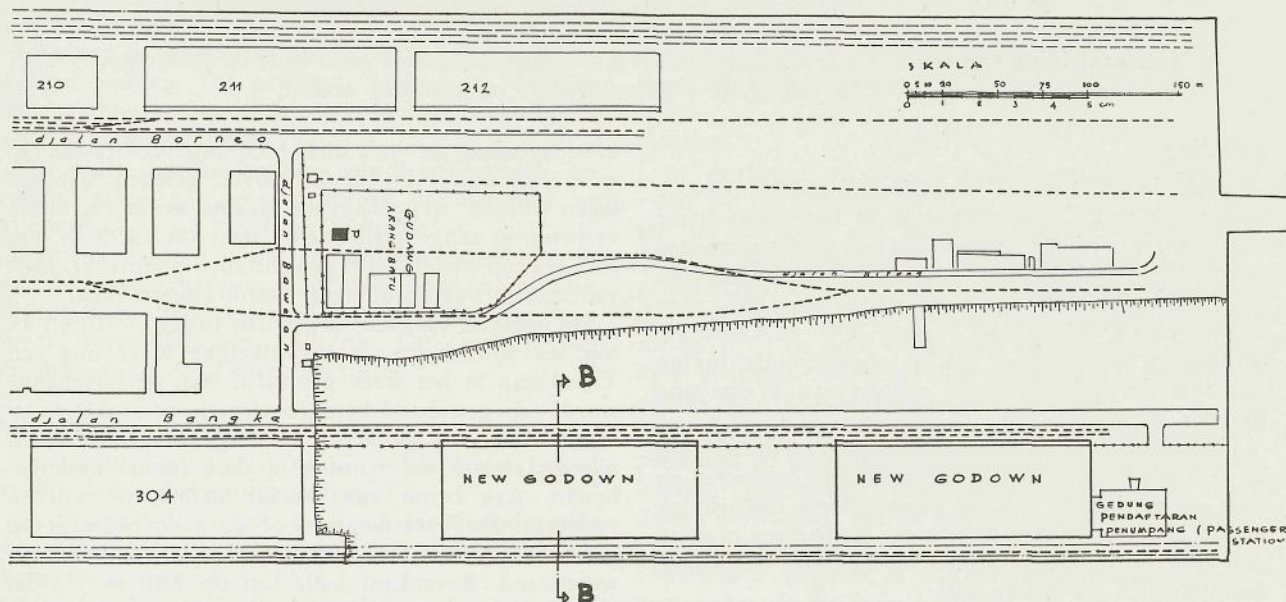
Op het terrein verrijzen twee havenloodsen, elk groot 51×140 m uitgevoerd in staalconstructie, en voorts een ontvangstgebouw voor reizigers. De kade wordt voorzien van betontegels en het op de oude kade aanwezige kraanspoor wordt over de gehele lengte doorgetrokken. Achter de loodsen komt een 8,50 m³ brede weg in aansluiting op het reeds bestaande weggedeelte. De situatie van het werk, alsmede een dwarsprofiel hierover zijn aangegeven in *fig. 1, resp. fig. 2*.

De betonblokken worden gemaakt op een daartoe ingericht werktterrein, dat gelegen is aan het Zuid-Oostelijke uiteinde van de haven.

De bereiding van de beton geschiedt in een batching plant, welke met 2 Kaiser betonmolens van 1000 l. een productie heeft van 40 m³/uur. Zand en grind wordt per spoor op het terrein aangevoerd; hiertoe is een railaansluiting gemaakt met het haven-emplacment. De aanvoer van de depots tot aan de plant vindt plaats over een transportband; een jacobsladder voert de materialen omhoog en deponeert deze in de silos. Cement wordt in zakken aangevoerd en eveneens met een jacobsladder boven in de silo gebracht.

De samenstelling van de beton is per m³. 250 kg cement, 360 l. zand, 940 l. grind en 125 l. water. De kubussterkte na 28 dagen is ongeveer 230 kg/cm², na 90 dagen ligt deze boven de 300 kg/cm².

PELABUHAN DUA SECOND INNERHARBOUR



PELABUHAN TIGA THIRD INNERHARBOUR

Fig. 1. Situatie werk derde binnenhaven

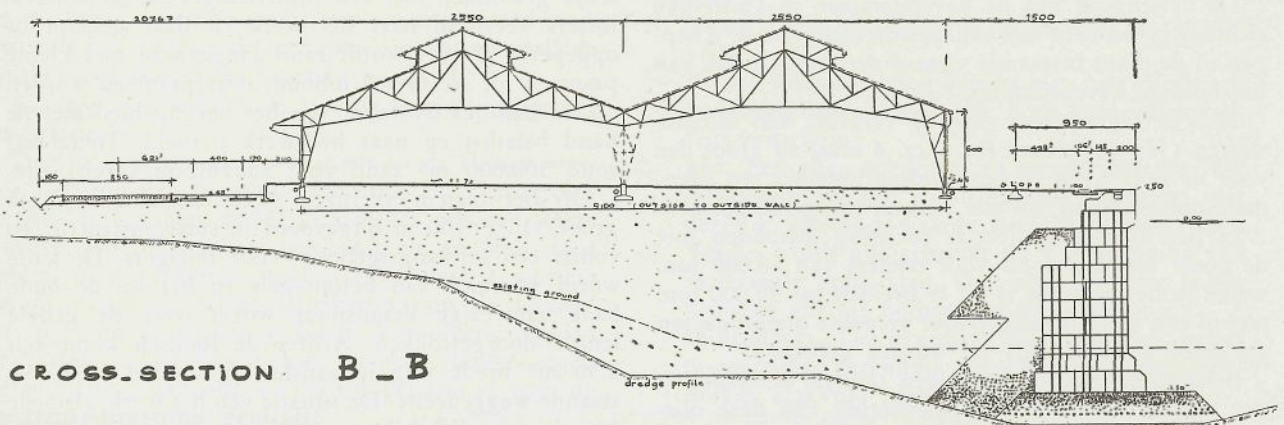


Fig. 2. Dwarsdoorsnede nieuwe kade derde binnenhaven met loodsen

Het mengen geschiedt thans met zoet water, doch wordt overwogen dit te gaan doen met zeewater. De aannemer heeft dit reeds meerdere malen toegepast, o.m. in diverse havens in Noord Afrika. Onderzoekingen hebben uitgewezen, dat de kwaliteit hierdoor niet nadelig wordt beïnvloed.

Voor het storten is een strook ingericht van 200 m lang en 20 m breed, over de gehele lengte voorzien van een betonvloer op een karangsteen paklaag van ca. 20 cm dik. Beschikbaar zijn 2 traverse kranen met 5 ton hefvermogen en een zwaardere kraan van 25 ton voor het verplaatsen en opstapelen van de gemaakte blokken. Het betontransport van de plant naar het stortterrein geschiedt in cilindrische stalen bakken, welke op vrachtauto's worden vervoerd. De blokken worden gemaakt in stalen mallen; het verdichten van de beton wordt bewerkstelligd met pneu-

matische trillers.

Via een langs het stortterrein gelegen spoor worden de blokken naar behoefte naar een steiger afgevoerd en daar met een drijvende kraan op bakken geladen, die het vervoer naar het werk verzorgen.

De traverse kranen en de betonmenginstallatie werken elektrisch en worden van stroom voorzien door een eigen centrale, waarin twee dieselgeneratorsets van 200 kVA zijn ondergebracht. Een van deze sets dient als reserve. Een reparatiewerkplaats en een kleine timmerwinkel zijn eveneens op het terrein ondergebracht, alsmede een cementloods en enkele magazijnen.

Figuur 3 geeft een overzicht van de indeling van het terrein. Met de aanmaak van de blokken is 1 Maart j.l. begonnen; eind April zal met het plaatsen worden aangevangen. Het hieraan voorafgaande baggerwerk

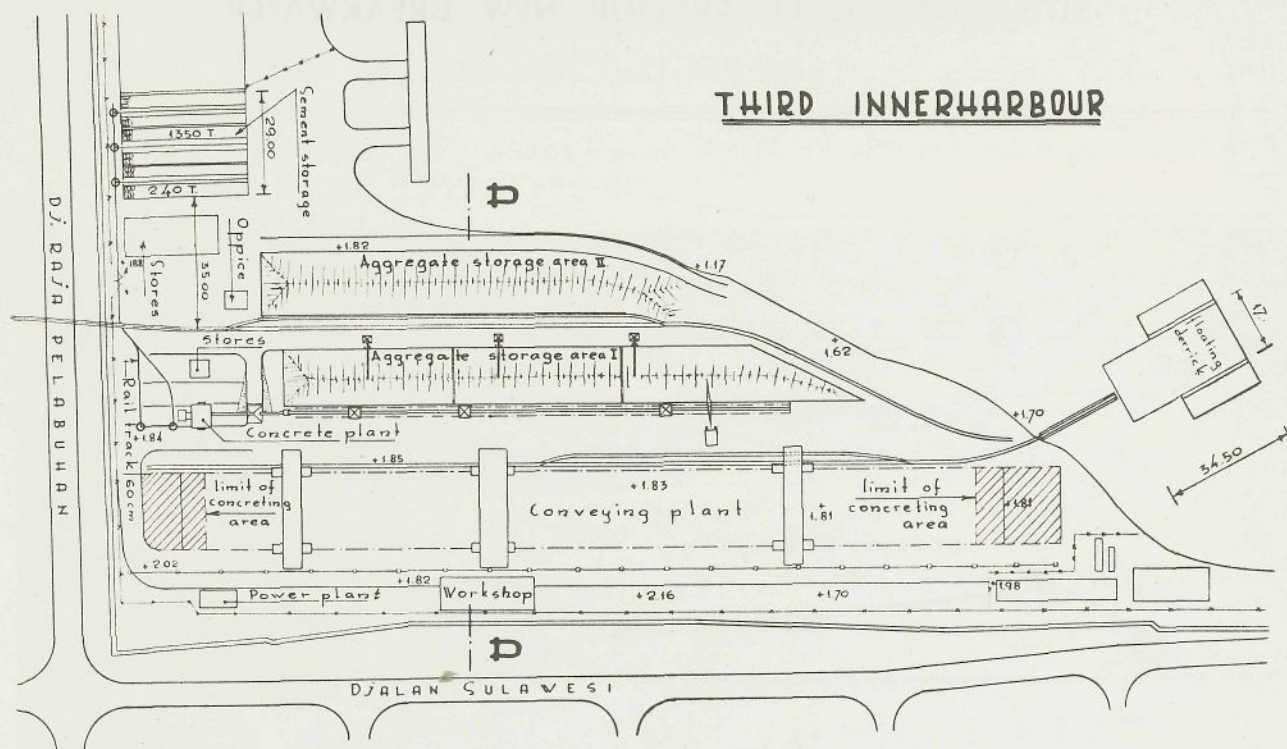


Fig. 3. Situatie werkterrein derde binnenhaven.

en het aanbrengen van de fundatie onder de muur is reeds een goed eind gevorderd, terwijl tegen de oever is begonnen met de zandaanvulling. Het gehele werk moet eind 1959 zijn voltooid.

Werk buitenhaven.

Dit bestaat uit een uitbreiding van de zgn. buitenhaven in Oostelijke richting. De bestaande ongeveer in West- Oostelijke richting lopende havendam wordt hiertoe verlengd met 1500 m, met dien verstande dat de nieuwe dam evenwijdig komt te lopen aan de bestaande, doch 95 m meer zeewaarts is gelegen. De aldus vergrote buitenhaven wordt aan de Oostzijde beschermd door een kortere ca. 500 m lange ongeveer in Noordzuid richting lopende dam, welke aansluit op het land. De vergrote buitenhaven met inbegrip van de aansluitende Vissershaven wordt uitgebaggerd tot een diepte van 10 m t.o.v. laagwater. De situatie is in fig. 4 weergegeven. Voor de vissers is meer Oostelijk een nieuwe haven ontworpen. De W.O. dam en ongeveer een derde gedeelte van de N.Z. dam bestaan uit een storting van karangsteen op uit bambus vervaardigde zinkstukken. De dam, waarvan het dwarsprofiel in fig. 5 is aangegeven, ligt met de voet op ongeveer 3,50 m — L.W. en met de kruin op 0,75 m + L.W. Aan de zeezijde wordt het talud beschermd met een storting van bazaltstenen, zwaar 500 — 1000 kg; de kruin wordt afgedekt met betonblokken. Er wordt een beperkte zandverbetering toegepast ter dikte van 1 m. Gezien de slappe bodemgesteldheid is het niet verantwoord de dam zonder meer op de bodem aan te brengen, dit zou tot een enorm steenverbruik leiden. In tegenstelling met de in vroeger jaren gemaakte havendammen, welke uitsluitend zijn opgetrokken op een zandverbetering, worden de

nieuwe dammen gefundeerd op bambupaaltjes. Na een uitvoerig bodemonderzoek is tot deze constructiewijze besloten en speelde hierbij mede het feit, dat het zandvoorkomen in de omgeving van Priok zeer beperkt is, een rol.

Bambu daarentegen is een bouw materiaal dat hier te lande gemakkelijk in grote aantallen, en betrekkelijk goedkoop kan worden verkregen. Totaal moeten ca. 200.000 bambu paaltjes worden geplaatst, aan karangsteen is 95.000 m³, aan bazaltsteen 35.000 m³ en aan beton 4.700 m³ nodig. In verband met de ligging van de vastere laag moeten de bambus een lengte hebben, welke varieert tussen 5 en 10 m, het aantal per m² bedraagt 6 stuks, de belasting per bambu is ongeveer 500 kg. De bambufundering kan worden gemist bij twee derde deel van de N.Z. dam aansluitend aan het land. De bodem is hier veel zandiger waardoor niet voor al te grote indringing hoeft te worden gevreesd. Achter dit damgedeelte wordt tot een hoogte van 2,25 m + de specie geperst welke uit het aanliggende havenbekken wordt gebaggerd; het talud aan de havenzijde wordt bekleed met karangsteen.

De beschikbare tijd maakt het noodzakelijk dat per werkdag tenminste 540 bambupaaltjes worden geplaatst. Hiervoor is een pneumatische methode gekozen. Het systeem komt hier op neer, dat de bambu in een pijp wordt geschoven, waarin zich een zuiger bevindt. De pijp wordt vervolgens op de juiste plaats verticaal gesteld met de onderzijde ongeveer op de zeebodem en middels luchtdruk wordt de zuiger en hierdoor de bambu naar beneden gedrukt. Onderin de pijp bevindt zich een aanslag voor de zuiger, ter voorkoming dat deze uit de pijp wordt gedrukt. Even voordat de zuiger op de aanslag komt te rusten,

SITUATION OUTERHARBOUR NEW BREAKWATER

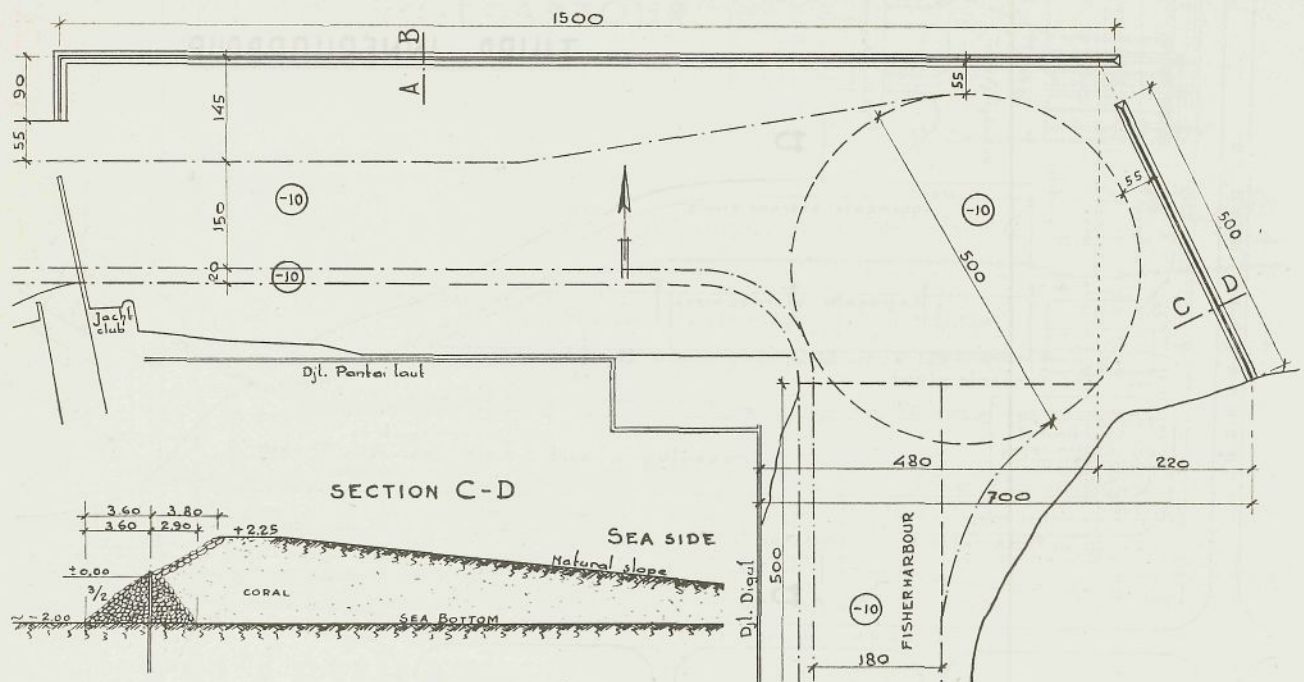


Fig. 4. Situatie uitbreiding buitenhaven met dwarsprofielen dammen.

passeert de zuiger enkele gaten in de wand van de pijp, waardoor de luchtdruk grotendeels wegvalt en belet wordt dat de zuiger te snel tegen de aanslag stuit. Een nog in onderzoek zijnd alternatief is om 3 bambus aaneen te binden tot één element. Dit heeft het voordeel dat deze eenheden rechter en stijver zijn dan de enkele bambu terwijl het „heiwerk” tot een derde deel wordt teruggebracht.

Het aantrekkelijke van de pneumatische methode is dat men een batterij van pijpen kan opstellen, waardoor een groot aantal bambus tegelijk kan worden weggedrukt. Gedacht is aan 36 pijpen, of in het geval van 3-delige palen, aan 18 pijpen. Het geheel wordt met de nodige compressoren etc. op enkele platte bakken opgesteld en moet per dag 5 meter worden gevorderd.

De zinkstukken worden vervaardigd uit 2 lagen bambus en wijken af van de in Holland gebruikelijke constructies. Een omstandigheid, welke in het oog

moet worden gehouden, is dat zij niet uit te veel lagen kunnen worden samengesteld, daar het opdrijvend vermogen dan te groot wordt t.o.v. het betrekkelijk geringe gewicht van de karangsteen onder water. De functie van de zinkstukken is voornamelijk om het gewicht van de dam op de paalfundering over te brengen.

De karangsteen wordt grotendeels gewonnen in de nabijheid van de vele in de baai van Djakarta gelegen eilandjes en door diverse leveranciers met kleine zeilprauwen aangevoerd. Alleen in de periode December — Januari — Februari staat deze aanvoer stop, omdat dan de winning en het transport vrijwel onmogelijk zijn door de ruwe zee. In deze periode kan echter karang afkomstig van de kust van Java worden aangevoerd via landtransport.

Bazalt wordt verkregen uit een rotsmassief, gelegen te Merak op de Westkust van Java. De steen wordt op de gebruikelijke wijze gesprongen met ladingen welke in pneumatische geboorde gaten worden aangebracht. Afvoer naar de laadsteiger vindt plaats met vrachtauto's dan wel per spoor. Het transport van Merak naar Priok (ca. 65 zeemijlen) geschiedt met zeewaardige lichters.

De betonblokken, welke op de dammen worden geplaatst, zullen ca. 10 ton wegen, de betonsamenstelling is dezelfde als die van de blokken voor de kade in de derde haven. Transport naar het werk geschiedt met bakken, een drijvende kraan verzorgt het plaatsen.

Het baggerwerk geeft geen bijzondere problemen. Hiervoor zijn beschikbaar een cutterzuiger 60 cm welke alles wegbaggert tot ca. 8.50 m ÷ en een emmerbaggarmolen 600 l, die het gedeelte tussen 8,50 en

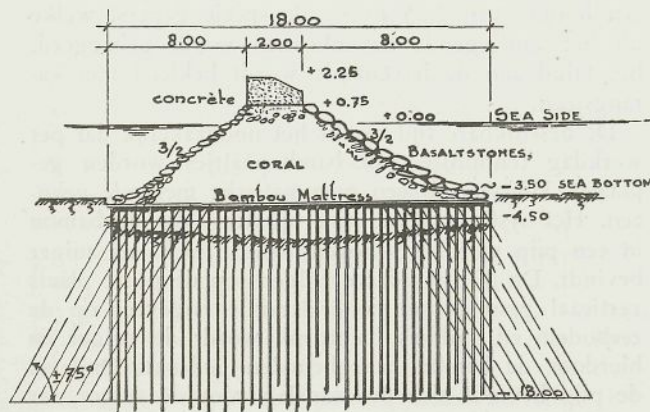


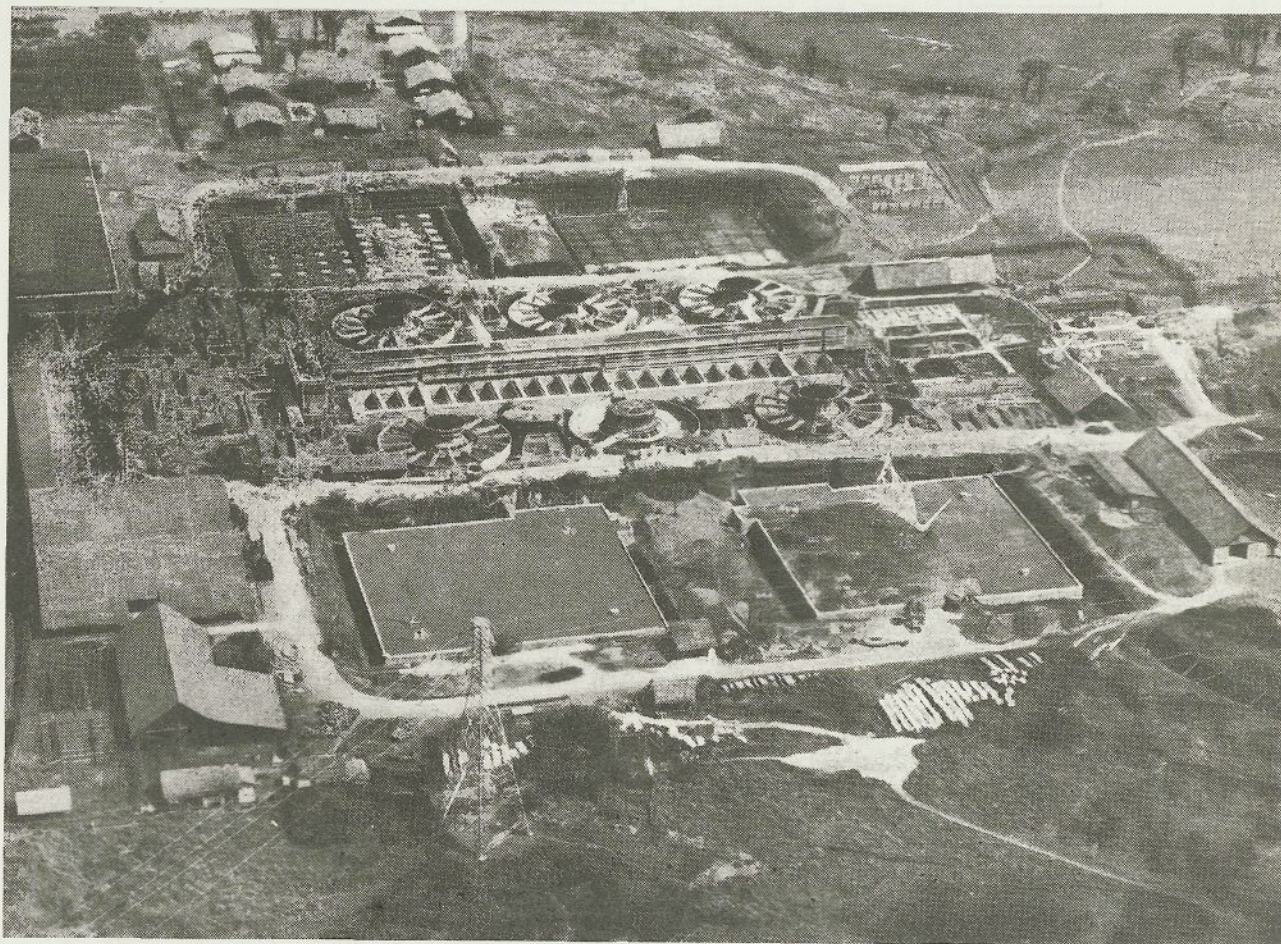
fig. 5: SECTION A-B.

(zie vervolg op pag. 93, onderaan)

Waterzuiveringsinstallatie Pedjompongan.

door Ir. Lie Tjiong Hian.

Dit artikel is samengesteld naar aanleiding van een excursie, die gedurende de jaarvergadering 1957 van het KIVI-Groep Indonesië te Djakarta gehouden werd.



Afb. 1 Overzicht tijdens de opbouw van de nieuwe waterleiding van Djakarta.

Tot voor kort kreeg Djakarta drinkwater van bronnen in het Bogorse. Het debiet hiervan is ± 500 1/sec. voldoende voor ± 500.000 personen.

Het inwonertal van Djakarta is momenteel 2.000.000 — 2.500.000, zodat minstens nodig is 2.000 — 2.500 1/sec.

De nieuwe installatie heeft een capaciteit van normaal 2.000 1/sec., welke kan worden opgevoerd tot max. 50% meer of 3.000 1/sec.

De installatie bestaat uit 2 gedeelten:

1. Inlaatsluis
2. Zuiveringsinstallatie.

Inlaatsluis.

Het water wordt onttrokken aan het Bandjirkanaal. (zie situatie-tekening fig. 2). Het stroomt eerst door een langwerpige bak, die dienst doet als voorbezinkbak en die bestaat uit 2 parallele gedeelten, elk 47 m lang met een doorstromingsprofiel van ± 18.8 m² elk, dus totaal 37.6 m².

Bij 2.000 1/sec. wordt de snelheid dan $\frac{2}{37.6} = 0.05$ m/sec. bij een waterhoogte van 3.5 m.

Bij hoogwaterstand van 6.5 m en het normale debiet van 2.000 1/sec. is de snelheid dan slechts $\frac{2}{79.6} = 0.025$ m/sec.

Door deze kleine snelheid bezinkt het grove vuil.

Het bezonken vuil kan regelmatig mechanisch worden verwijderd door slibzuigpompen aangebracht op een portaal, dat langzaam over rails heen en weer rijdt en het opgezogen slib stort in twee aan weerszijden van de voorbezinkbak aangelegde afvoergoten.

Het reeds van het grove vuil bevrijde water wordt door pompen naar de zuiveringsinstallatie geperst. Deze pompen bevinden zich in het pompgebouw. Er zijn 6 perspompen, elk van 500 1/sec., totaal kan dus worden gepompt 3.000 1/sec. Het water wordt geleid door 3 buizen met elk een diameter van 90 cm.

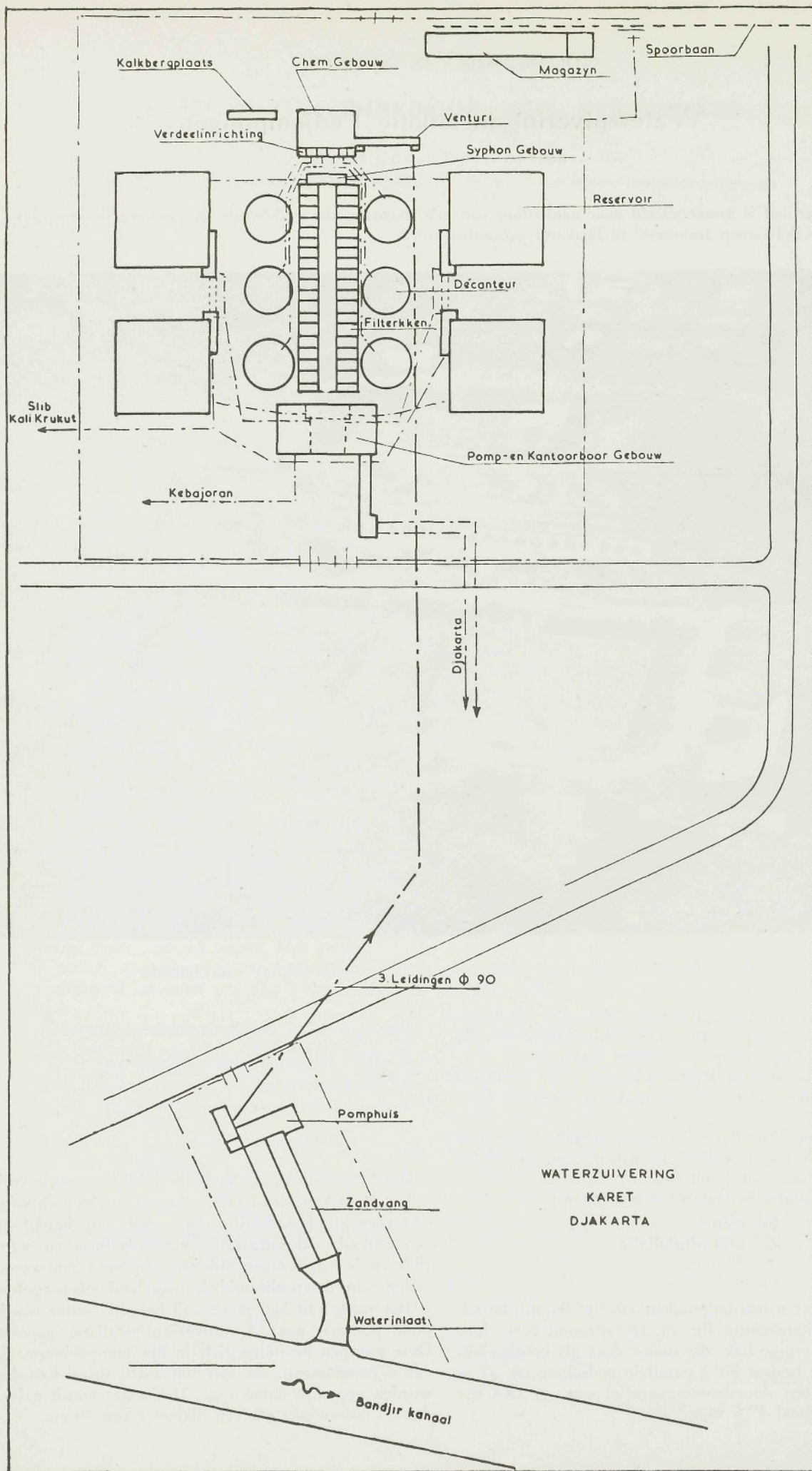
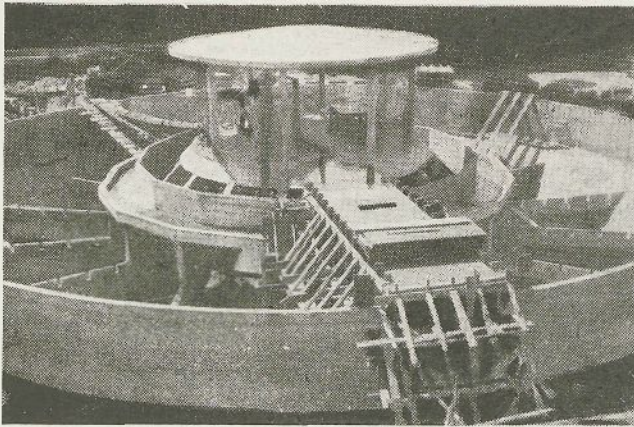
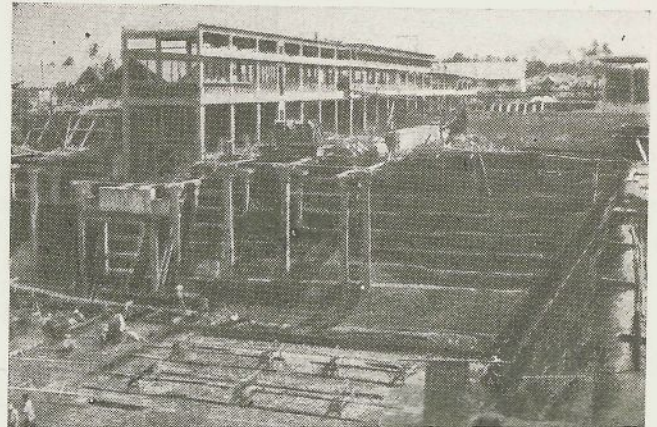


fig. 2. Situatie-tekening waterang en zuiveringsinstallatie te Djakarta.



Afb. 3. Een der accelerators in constructie



Afb. 4. De funderingsput voor het hoofdgebouw

Waterzuiveringsinstallatie.

Normale capaciteit 2.000 l/sec., mogelijk op te voeren tot 3.000 l/sec.

Het water van het Bandjirkanaal wordt gevoerd naar een venturimeter, waar het debiet gemeten wordt. Hier wordt aluminiumsulfaat toegevoegd, $\pm 15 - 30$ mg/l.

Van deze venturimeter gaat het met aluminiumsulfaat gemengde water naar zes bakken. Uit deze 6 bakken wordt het water geleid naar de 6 accelerators met een diameter van 23,5 m. In de accelerator geschiedt het flocculatie proces en de bezinking van de gevormde vlokken.

Elke accelerator heeft een capaciteit van 2.000 m³/uur, totaal dus 12.000 m³/uur, terwijl de totale capaciteit van het station zelfs gedurende piekuren slechts 10.800 m³/uur is. Er is dus voldoende marge.

Het van vlokken bevrijde water, het z.g. „geklaarde water” wordt geleid naar de zandfilters.

Er zijn in totaal 48 zandfilters, aan weerszijden van de filtergalerij 24 filters. Elk filter heeft een oppervlak van 36 m². Er is dus een totaal filteroppervlak van $48 \times 36 \text{ m}^2 = 1.728 \text{ m}^2$.

Aangezien de capaciteit van de installatie 2000 l/sec is of 7200 m³/uur is de snelheid door de filters $\frac{7200}{1728} = 4.16 \text{ m/uur}$.

De eis is tussen 4 en 6 m/uur.

Elk filter heeft een bodem van asbestcementplaat waarin 2880 plastic „nozzles” zijn vastgeschroefd, waar het gefiltreerde water doorheen kan sijpelen.

(Vervolg van pag. 90).

10 m ÷ baggert. De door de zuiger verwijderde specie wordt via een drijvende leiding achter de te maken dammen geperst; de specie van de molen wordt met onderlossers afgevoerd en buiten de dammen geklapt. De specie bestaat overwegend uit modder, en klei, met hier en daar wat zand. Totaal moet 4.200.000 m³ worden gebaggerd. Met het baggerwerk is reeds in 1956 een bescheiden begin gemaakt, met de aanleg van de N.Z. dam is thans aangevangen. Het gehele werk moet in de tweede helft van 1960 worden opgeleverd.

De onderhavige werken worden uitgevoerd onder leiding van het Hoofd van de Dienst Havenwezen van

Op de asbestcementplaat (dus boven genoemde nozzles) bevindt zich een 10 cm dikke laag wit silicaatzand met een korrelgrootte van 4 à 5 mm en hierop een 90 cm dikke laag zand met een korrelgrootte van 0,9 — 1,4 mm.

Na de filtratie wordt aan het gefiltreerde water kalk (oplossing van ongebluste kalk) toegevoegd tot verkregen wordt een graad van Ph. 7 — 8,5. Hiervoor is nodig $\pm 8 - 10$ mgr/l. kalk.

Het gefiltreerde water moet absoluut helder zijn en na toevoeging van 3 mg/l capriet of chloorgas (2 mg/l) is het geschikt voor drinkwater.

Het aldus verkregen drinkwater gaat naar een centrale verzamelgoot van waaruit het naar 4 ondergrondse drinkwaterreservoirs stroomt, elk met een inhoud van 8000 m³, in totaal dus 32.000 m³. De reservoirs zijn 45 m in het vierkant en de waterhoogte is 4 m.

Van deze 4 reservoirs gaat het water naar een reservoir, de z.g. „pompput” in het hoofdgebouw van waaruit het wordt weggepompt naar de stad Djakarta en naar Kebajoran.

Voor Djakarta zijn 3 pompen van 1000 l/sec. en 2 pompen van 500 l/sec. beschikbaar. In totaal zou dus naar Djakarta 4000 l/sec. kunnen worden gepompt. (voor uitzonderlijke gevallen als brand en dgl.). Geplanned zijn 4 hoofdbuizen (diameter 90 cm) van de installatie naar de stad, maar voorlopig zijn slechts 2 hoofdbuizen uitgevoerd.

Voor Kebajoran zijn er 100 l/sec. voldoende voor 100.000 inwoners; gewoonlijk zijn er dus 2 pompen in bedrijf en 1 als reserve.

het Ministerie van Verbindingen; de dagelijkse leiding berust bij de directeur van de haven Tandjung Priok. Als consulting engineers zijn ingeschakeld voor de kadebouw het bureau Marwa Contractors N.V., en voor de buitenhaven het bureau Geteni, beiden uit Bandung. Zoals in de aanvang reeds werd medegedeeld, is de uitvoering toevertrouwd aan de Franse Aanneming Maatschappij „Compagnie Industrielle de Travaux”, welke deel uitmaakt van het Schneider concern. Voor wat betreft het werk in de buitenhaven en het baggeren grondwerk in de derde haven, geschiedt de uitvoering in samenwerking met N.V. Volker Aanneming Maatschappij.

Ervaringen met Matrassendammen

door

Ir. L. V. Joekes — den Haag.

Op het zuidwestelijk schiereiland van het toenmalige Gouvernement van Celebes en Onderhorigheden had de ontwoeding zeer ernstige vormen aangenomen. Dit blijkt uit een schatting door het Boswezen van 1937 waarbij het bosoppervlak slechts 12% en van de afdeling Bone maar 5½% van de oppervlakte bedroeg.

In Oost-Java bedroeg het bosoppervlak toen nog 20%, terwijl men daar steeds voortging met de noodzakelijk geachte herbebossing.

Daaruit blijkt wel duidelijk dat de ontwoeding op Zuidwest-Celebes desastreus vormen had aangenomen. Het gevolg was dat de bandjirs steeds heftiger werden en de bevolkingsdammen niet of met zeer grote moeite in stand konden worden gehouden. Van verschillende leidingen werden dan ook de dammen sinds jaren niet meer onderhouden. Het maken van brondjong- of matrassendammen kon hier vaak nog uitkomst brengen.

Bij mijn komst op Celebes in 1928 werden slechts brondjongdammen aangetroffen. Behalve dat dit type veel ijzerdraad vordert, hebben zij het nadeel dat aan de verdediging van de benedenstroomse voet meestal onvoldoende zorg wordt besteed. Bij rivieren met een beweeglijke bodem gaan ze door uitkolking vaak over de kop. Voor zover mij bekend was de enige toen met matrassen uitgevoerde dam die van Batoebessie.

Bij deze in 1923 gemaakte, later door een permanente stuw vervangen, dam waren veel moeilijkheden ondervonden. Hij sloeg herhaaldelijk geheel of gedeeltelijk weg en vergde een zwaar onderhoud.

Vermoedelijk was dit voornamelijk aan twee oorzaken te wijten.

Ten eerste waren de bovenvlakken der matrassen niet met bamboe of rondhout bekleed tegen beschadiging door bij bandjirs afkomende boomstammen, bamboestoelen, enz. Ten tweede waren de oevers ter plaatse bemetseld. Nu schijnt de ondervinding te leren dat dergelijke dammen spoediger wegslaan, vermoedelijk omdat de dam minder goed verankerd is dan bij het type met zijmatrassen. Oorspronkelijk was

de dam met zijmatrassen ontworpen, maar was daar later wijziging in gebracht.

In 1930 werd de matrassendam Bangkac gebouwd. Daarbij werd nog een kleikern toegepast, terwijl voor de meerdere waterdichtheid daarin een scherm van dakzink werd aangebracht.

Niettegenstaande deze voorzorg ontstonden toch lekkages en spoelde de kleikern gedeeltelijk weg.

De dam verzakte en moest door het opbrengen van nieuwe matrassen weer op hoogte worden gebracht. Zo enigszins mogelijk moet daarom een matrassendam van een kern kalisteen worden voorzien. Bij een dergelijke kern wordt, indien goed gezet, over het algemeen weinig last van sterke verzakkingen ondervonden.

Tegen lekkages moet tussen de steenkern en de matrassen een idjoek bekleding worden aangebracht. Deze dient flink dik te zijn, daar anders toch nog lekkages optreden.

Voor al aan de afdichting van de dam met de zijmatrassen en van de laatste met de oevers, dient de uiterste zorg te worden besteed. Men moet niet zuinig zijn met idjoek.

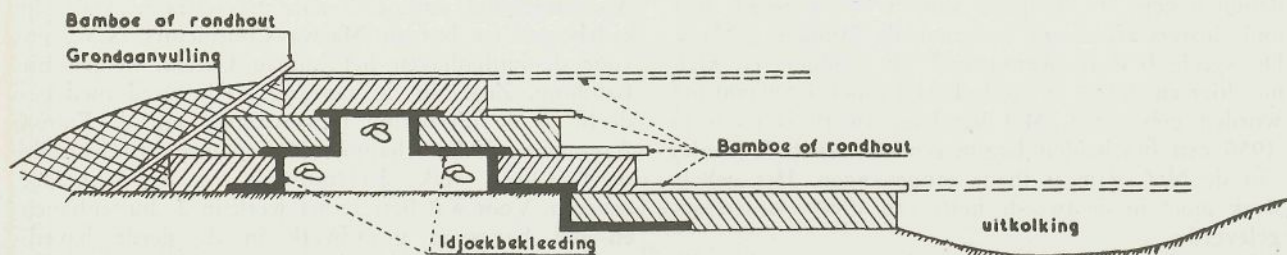
Wordt idjoek te duur dan kan men als surrogaat alang-alang of iets dergelijks gebruiken. Een flinke grondaanvulling bovendams is dan nodig om te zorgen dat de dam is dichtgeslibd voordat de alang-alang geheel is weggerot.

Ontstaan langs de zijmatrassen lekkages dan zijn die vaak zeer lastig te stoppen. Er bestaat dan groot gevaar voor achterloops worden van de dam, waarbij soms een belangrijk stuk van de oever wegslaat. Daardoor kan de situatie zo ongunstig worden dat men gedwongen is de dam te verplaatsen. Dit bleek bij de dam Wanio nodig.

Het wil soms nog wel eens lukken de lekkages te stoppen door een mat van gevlochten ijzerdraad met idjoek te bekleden en bovenstrooms aan te brengen, waarop grond wordt gestort.

De voornaamste oorzaak van het beschadigen en wegslaan van dammen is m.i. afkomend hout en bam-

Bekleding van matrassendammen



Matrassendam Boeloetimoerang 8 Maart 1937.

boestoelen. Deze blijven in het vlechtwerk haken en vernielen het. In 1934/35 werd door de opzichter van Parepare begonnen met bij de nieuwe dam Wanio de bovenkant van de matrassen met een dubbele laag bamboe te bekleden. Meestal is m.i. een enkele laag voldoende.

Hij gebruikte daarbij bamboes tot de volle lengte zoals in de figuur met een stippellijn is aangegeven. Het aanbrengen van de bamboes in hun volle lengte verdient m.i. geen aanbeveling. Daardoor worden tijdens een bandjir te sterke krachten op de dam uitgeoefend met gevaar voor wegslaan. Wanneer zware voorwerpen over de dam gaan, kunnen de bamboes breken juist waar zij vrijkomen van de matrassen.

Het is daarom beter de bamboes op een ± 10 cm buiten de matras af te kappen.

Ze worden met telefoondraad onderling en met de matras verbonden.

Soms worden bovendien nog in het bovineinde van de bamboes gaten gehakt, waardoor een palmhouten lat wordt gestoken. De bamboebekleding dient ieder jaar in de droge tijd geheel te worden losgenomen, de matrassen zo nodig opnieuw gezet en het vlechtwerk hersteld. Het beste is meestal een geheel nieuwe bamboe-bekleding aan te brengen. De oude bekleding houdt het in de regel geen volgende westmoesson meer uit. Is bamboe schaars of duur dan kan rondhout worden gebruikt. In Europa wordt wel een bekleding van planken toegepast. 2).

Van zeer veel belang is het aanbrengen van de schuine paaltjes van bamboe of rondhout aan de bovenstroomse zijde van de matrassen. Deze dienen om het haken van boomstammen enz. achter de matrassen te voorkomen en het afvoeren over de dam te vergemakkelijken. De paaltjes moeten iets boven de bamboe-bekleding uitsteken. Bij de dam Lekong, die bestond uit een bodemmatras waarop nog een laag, was het aanbrengen van de paaltjes vergeten. Dit was de oorzaak dat deze dam over een groot gedeelte werd omgetrokken en vernield. Dat een matrassendam nog al wat te verduren krijgt, is in de praktijk talloze malen bewezen.

Heeft een dam zich na enige jaren voldoende gezet dan kan deze met een laag beton worden bekleed. Bij een kleikern blijft dat altijd enigszins riskant.

Bij een beweeglijke bodem dient de bodemmatras zo diep mogelijk in de bodem te worden ingekast. Misschien verdient het aanbeveling wanneer een flinke uitkolking te verwachten is, de bamboe-bekleding daarop dwars op de stroomrichting aan te brengen, opdat de matras de uitkolking beter kan volgen.

Bij het vlechten van de matrassen moet er vooral op worden gelet, dat de maaswijdte goed gekozen wordt en kleiner is dan de gemiddelde steengrootte. Daaraan wordt niet altijd voldoende aandacht besteed.

Het zetten der stenen moet door metselaars worden gedaan opdat die goed vastgezet worden. Ook hieraan ontbreekt nog vaak veel.

In Europa wordt nog al eens breuksteen voor de vulling gebruikt. Wanneer de rivier echter bij bandjir stenen afvoert, is dit niet aan te bevelen. Dan bestaat gevaar, dat het vlechtwerk op de scherpe kanten wordt stukgeslagen.

De matrassen moeten onderling goed met ijzerdraad aan elkaar worden verbonden.

De bodemmatrassen werden eerst als een enkele matras soms van grote afmetingen uitgevoerd. Daarbij werd het ondervlechtwerk op verschillende punten met ijzerdraad aan het bovenvlechtwerk verbonden. Dit kon echter niet voorkomen dat bij uitkolking en nazakken van de matras, de stenen in beweging kwamen en naar het benedenstroomse einde van de matras zakten. Dan bestond gevaar dat het vlechtwerk door de grote druk bezweek.

Daarom werd later de bodemmatras gemaakt van smalle naast elkaar geplaatste matrassen met de grootste lengte in de stroomrichting. Door het aanbrengen van tussenschotten van vlechtwerk kon het zakken van de stenen nog extra worden tegengegaan. Dit heeft nog het voordeel dat bij het breken van het vlechtwerk de beschadiging wordt beperkt.

De levensduur van deze dammen is zeer verschillend en vaak afhankelijk van het meer of minder snel doorroesten van het draad. Dit houdt verband met de samenstelling van het water en de schurende werking van het meegevoerde zand en grint.

Bij sommige dammen begint het draad reeds na een paar maanden sterk te roesten, terwijl dit bij andere dammen veel later begint.

Zo zag de dam Alakoeang, die in 1931 werd gebouwd er in 1938 nog zeer goed uit. De zinklaag was grotendeels verdwenen, maar er trad nagenoeg geen roestvorming op. Afvoer van vaste stoffen was bijna nihil. Het is mogelijk dat de kwaliteit van het draad hierbij ook van invloed is geweest.

Keutner 2) heeft laboratorium proeven genomen over de schurende werking van zand op de zinklaag en het roesten van de draad. Hij kwam tot de conclusie, dat in sommige gevallen het gebruik van het toen twee maal zo dure staaldraad in verband met de geringe neiging tot roesten soms aanbeveling verdient.

Serrazanetti 3) beveelt aluminiumdraad aan.

Het maken van een matrassendam in een sterk bandjirende rivier blijft altijd riskant. De praktijk moet dan uitwijzen of zo'n dam houdbaar blijkt of niet.

Literatuur:

1. Ir. G.J. Dijkerman, Matrassendammen De Waterstaats-Ingenieur 1914, blz. 90 e.v.
2. Dr. Ing. Chr. Keutner, Die Verwendung von Drahtnetzkörpern im Wasserbau. Mitteilungen des Forschungsinstituts für Wasserbau und Wasserkraft e.V. Münschen, der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, Heft 4, 1935.
3. Giulio Serrazanetti, Wasserschutzbauten, Praktische Normen für die Anwendung seines privilegierten Systems, Zweite Auflage Bologna 1903, übersetzt von K.H. Schmidle.
4. Dr. Ing. habil. Chr. Keutner, Bühnenbauten aus Drahtnetzkörpern. Die Bautechnik Jahrgang 1936, Heft 36, s. 513 bis 523.

Stress systems caused through diffusion in materials

by: G. Broersma

Royal Shipbuilding & Engineering Co. Vlissingen,
also: Permanent visiting Professor, Institute of Technology, Haifa.

INTRODUCTION AND SUMMARY

1. Lattice stresses.

The author was involved in the preparation of the "Second Report on viscosity and plasticity", prepared by the Committee for the Study of viscosity of the Academy of Sciences at Amsterdam. (As published in the "Verhandelingen der Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Eerste sectie, Deel XVI, No. 4, p. 1-287, 1938.) *)

Through this "Second Report" and a publication of J. M. Burgers (Some considerations on the fields of stress connected with dislocations in a regular crystal lattice, *Proceedings, Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen*, Vol. XLII, p. 293-325 and p. 378-399, 1939) he got interested in stress concentrations in crystallites.

2. Diffusion stresses.

Furthermore, after the World War, when with Royal Dutch Airlines (1952-1954), the author had to study fatigue failures in the skin of the fuselage of a wellknown postwar airplane, as well as a failure in a propeller. °)

Moreover, recently his attention has been drawn to a certain type of fatigue failure in gear teeth of marine gearings. In these cases, the author was struck by the appearance of the ruptured material at the fracture and its past history. Both lead him to believe, that metallurgical changes had occurred. I. e., microscopic spherical holes were made visible. Also in these ruptures a time factor was involved. And finally, temperature proved to be of influence.

To his mind came a picture of the holes as stress raisers, but also the possibility that material from the hole had been diffused in the surrounding material causing compression by itself. If intermittent external loads occur, near the holes an alternating stress pattern may occur from tensile to compressive and back again to tensile, and so on, throughout the life of the material.

This is the worst type of fatigue load apparently.

The conclusion from the material side is, that materials should be stable metallurgically during their technical life. Everything should be done to emphasize the right type of casting and heat treatment. Afterwards, in their application, efficient cooling should occur to maintain metallurgical stability of materials.

3. Character of diffusion stresses.

The diffusion stresses are local in character, occurring near the spherical hole, which comes into being

through diffusion. The stresses are diminishing very rapidly with the distance to the hole.

The stress characteristic for the problem is the tangential compression at the hole wall. It is proportional to the square of the radius of the hole.

It is furthermore shown that the tangential compression at the hole wall increases with temperature. As hole diameter increases with time, tangential compression at the hole wall increases with time.

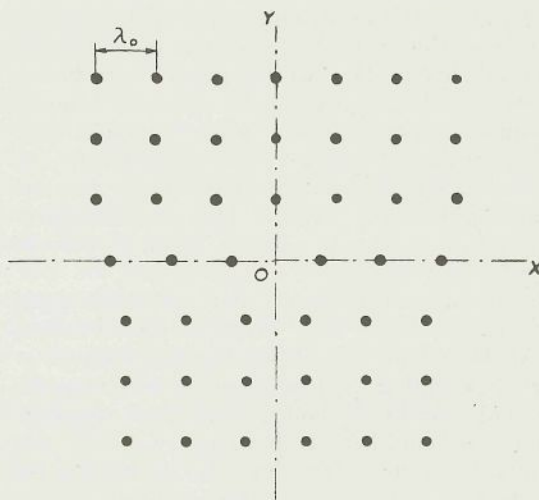
Lattice stresses.

A basic phenomenon in the mechanism of plastic deformation of a crystal-shearing due to slipping along planes of a definite crystallographic orientation — is the migration through the lattice of a well-defined type of deviation from the ideal structure, a so-called dislocation.

It explains the difference between atom shear stress and the experimental shear stress of crystals.

A dislocation is seen as a linear discontinuity in the atom lattice.

In the row of atoms above this "discontinuous" atom lattice there occurs one atom more (or less) as in the row underneath it (fig. 1). In the centre of the



ELEMENTARY TYPE OF A TWO-DIMENSIONAL DISLOCATION, HAVING THE Z-AXIS (PERPENDICULAR TO THE PLANE OF PAPER) AS ITS SINGULAR LINE.
 λ_0 = ELEMENTARY DISTANCE OF TWO CRYSTALS.

FIG.1

dislocation the perpendicular atom rows are displaced over half an atom distance. At a certain distance from the dislocation, left- and right- of-the centre, atoms are placed again at regular lattice spacings.

In this way the region over the dislocation centre is under compression, the region underneath under tension. Owing to the dislocation in the atom lattice, a displaced atom contains a certain rest energy. Thus the dislocations form places of energy concentra-

*) At the time the author was (1935-37) assistant in the Laboratory for Aero- and Hydrodynamics. Head prof. Dr. J.M. Burgers, Delft, who was secretary to the above committee.

°) Both of which caused accidents.

tion. The assumed density of displaced atoms in a plane of the thickness of one atom distance amounts to between 10^8 per cm^2 for annealed and 10^{12} per cm^2 for cold-formed metal.

Crystal forming during casting.

During solidification of metals, formation of groups of finite size appears to occur before complete solidification. The particles cluster together, according to their lattice structure, in small groups (in the opposite case of melting these groups retain their lattice structure even a few degrees above the melting point).

The particles constituting the crystal can move freely and individually in the liquid metal. With decreasing temperature this free movement gradually decreases. Viz., at the same rate as the tendency to bond increases, the amplitudes of the heat vibrations of the particles decrease.

Solidification is discontinuous in that it is characterized by the forming of small blocks. In case there is sufficient time, these blocks will align themselves and small particles contained between them may reform with the larger blocks.

The size of the blocks or crystallites is of the order of 0.1 cubic microns. This size is a characteristic of a material and a function of temperature and moreover of the chemical composition. Linear block size of pure iron is about 0.3 micron. This decreases to 0.1 micron when 0.8% carbon is present.

Because of the large energy at the inner planes of the blocks, groups of atoms smaller than crystallites are thermally instable. Such groups will try to reform to stable sizes again.

Deformation and elasticity properties are connected with the intercrystalline regions.

Introducing foreign bodies in the crystal boundaries (as well as in the crystals) creates local stresses around these bodies. Stresses are in proportion to the radii of these bodies and the "holes" built by foreign bodies.

Foreign bodies may enter with alloy steels, when these are being cast in ingots. They may try to move in a certain order with the bulk of the material.

The ordering, however, is not finished with the solidification. It proceeds for a long time, even in the solid, caused by haphazard activation of particles in unstable places through thermal effects. These particles diffuse through the lattice to more stable places with smaller energy.

Diffusion in Solids.

Diffusion in a gas or liquid is easily visualized as the movement of one type of atoms into and through another type. Diffusion speeds in gases depend on temperature and pressure; in liquids mainly on temperature.

In a solid also flow of one type of atoms through another type may be present. The diffusion may occur through (1) the lattice, or (2) the grain boundaries.

The diffusion speed, however, in solids, is 10^3 — 10^6 times smaller than in liquids.

To explain diffusion in a solid, one may visualize a difference in chemical composition in a material as a difference in electric potential in an electric circuit.

A gradient in concentration will lead to a flow of atoms resulting in a reduction in the gradient.

One defines the diffusivity, represented by D , as the proportion between this gradient and the rate of atomic flow.

The grain-boundary diffusivity D_b is a factor larger than the lattice diffusivity, D_1 . E. g., for the diffusion of thorium through tungsten at 2427°C . $D_b \cong 700 D_1$. As another example, it was found that for self-diffusion in silver $D_b \cong 10^4 D_1$ near the melting point and $D_b \cong 10^{18} D_1$ near room temperature. A really rapid diffusion has been found to occur only in that portion of the boundary that is occupied by dislocations. From this and the above numbers one may deduce that grain boundaries may act as "short circuits" for diffusion.

Grain-boundary diffusion has practical effects. At temperatures high for diffusion to occur at a significant rate, the average grain size spontaneously increases.

One might visualize this as (1) dissociation of atoms of a lattice, (2) migration across the boundary and (3) attachment of atoms to the lattice of an adjacent grain. Grain — boundary diffusion becomes one of the factors that determine the rate of grain growth.

Furthermore there is to be considered another type of diffusion through or across the grain boundaries, that is the type where "foreign" bodies dissolve in the surrounding crystal system.

These foreign bodies or inclusions may have formed during the casting process (think of uncleanness, insufficient age-hardening of alloys, etc.). These bodies need not disappear, they may give rise to electrochemical potentials, causing diffusion of other particles in the mother material.

Grain — boundary migration during high temperature service can accelerate failure. First of all, one might visualize this as a breakdown of the crystal body; secondly, one might visualize the migration of atoms or molecules even as causing internal stress systems. Finally, diffusion may cause "empty holes" and these holes will act as "stress raisers" to the load stress system acting in the material.

Taken together, this system may explain the following type of ruptures.

In a gear reduction when teeth of pinion and wheel are engaged energy is transmitted and heat is generated.

A nominal stress system exists during engagement, further a dynamic stress system and a thermal stress

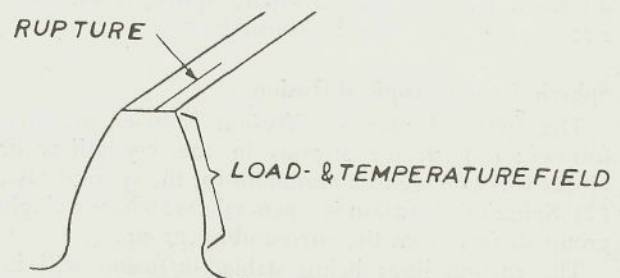


FIG.2

system but also a temperature field. Both, stress field and temperature field move along the surface and in the bulk material. Diffusion may occur (may have occurred) since the material was produced at the steelworks.

Through intermittent and bulk temperature effects during the life time of the tooth and, following this, through metallurgical inequilibrium in the material — either inclusion of foreign bodies or insufficient age-hardening or otherwise — diffusion stress systems may occur. These have to be superimposed on the load and thermal stress systems. The diffusion stress systems then may be :

(1) those from lattice breakdown through migration of atoms across the grain boundaries; (2) and/or from crystal loads from foreign atoms molecules moving along the boundaries; (3) and/or stress raisers on the existing stress systems from the external loads through "hole" forming.

Taken together with stress systems due to the external loads rupture may occur.

Rupture not adjacent to the load.

The disturbance caused by an inclusion may occur along the intercrystalline boundaries and show its effects at location not adjacent to the mechanical (and thermal) load. E.g. it has been observed that cracks in teeth of a gear, may occur first on top of the teeth ! (fig. 2).

An inclusion or instable location of finite dimensions may cause local, macroscopic stress fields. First there is the obvious effect of the "stress raiser" (the hole effect). But furthermore there may be stresses through the diffusion of material away from the unstable spot into the surrounding material.

Macroscopic stress field through diffusion.

To repeat, diffusion may occur in one of the following ways.

1. Along boundaries of crystallites and caused by inequilibrium induced by chemical composition, inclusion of foreign bodies, etc.
2. It may have started already when solidification set in.
3. It may also have been started when a thermal effect came into being.

A hole may or may not occur i.e., the material may disappear completely but also diffuse partially only. In the latter case a stress system also may occur.

In the following paragraphs, the case of spherical diffusion and the accompanying spherical diffusion stress system will now be considered.

Spherical macroscopic diffusion.

The spherical case of diffusion is based on what follows: (1) surface stresses in the crystallites or blocks will average to a minimum for the spherical case. (2) Spherical diffusion is a general case where a single group differs from the surrounding group.

The surroundings being stable, diffusion will be radial only, as it will occur in the direction where differences (in chemical composition, or otherwise) occur. There may be first a decreasing concentration,

then a hole, which grows with time. A radial coordinate ρ is introduced; the centre of the instable group or the foreign inclusion being $\rho = 0$. At the time t , the radius of the hole may be ρ_h .

It is obvious that an equation for continuity of material transport should hold. If m is mass of diffused material, c its concentration in the "mother" material, ρ radius from centre of empty spherical hole and t time, then :

$$\frac{2}{\rho} \frac{dm}{dt} + \frac{d^2m}{dt d\rho} = \frac{dc}{dt}$$

The first law of Fick postulates that the mass m of a component diffusing through unit area, in unit time, in the direction ρ , is a function of the derivative of the concentration, c in the direction ρ :

$$\frac{dm}{dt} = -D \frac{\partial c}{\partial \rho}$$

D is the diffusion coefficient. It is function of concentration and temperature :

$$D = D_0 e^{-E_a/RT}$$

D_0 = slightly temperature sensitive, nearly a constant ;

E_a = activation energy per mol ;

T = absolute temperature ;

R = gas constant.

One notes that if the temperature increases, the diffusion coefficient increases. It is assumed for the time being, that D can be introduced as a constant.

That means that temperature will be considered constant ; also that the activation energy per mol will be considered constant, either as a "bulk" value or a value pertaining to a certain constituent of the material.

The first two equations may be combined into :

$$\frac{2D}{\rho} \frac{\partial c}{\partial \rho} + D \frac{\partial^2 c}{\partial \rho^2} = - \frac{\partial c}{\partial t}$$

This admits a solution for c of the type (Confer : A.R. Forsyth, Lehrbuch der Differential-Gleichungen, Berlin, 1889) :

$$c = \left\{ \frac{C_1}{\rho} e^{-\alpha \rho} + \frac{C_2}{\rho} e^{\alpha \rho} \right\} e^{-Bt} \quad \dots t > 0$$

In which :

$$\alpha = (B/D)^{1/2}$$

B, C_1, C_2 : constants, to be derived from chemical and physical conditions.

As c must remain finite, only the first term between brackets is admissible. Therefore :

$$c = \frac{C_1}{\rho} e^{-\alpha \rho} e^{-Bt}$$

For the material diffused, after a hole with diameter $2\rho_h$ has come into being, the following equation holds:

$$\int_{\rho_h}^{\infty} c 4\pi \rho^2 d\rho = \frac{4}{3} \pi \rho_h^3$$

From this equation it follows that.

$$C_1 = \frac{1}{3} e^{\frac{\alpha \rho_h (\alpha \rho_h)^2 \rho_h}{(1 + \alpha \rho_h)} Bt}$$

After substituting this in the expression for c it is seen that.

$$C = \frac{1}{3} \left(\frac{\rho_h}{\rho} \right) \frac{(\alpha \rho_h)^2}{(1 + \alpha \rho_h)} e^{\alpha(\rho_h - \rho)}$$

Stress system

When loads are applied stresses settle at speeds, comparable with that of sound. Obviously, those speeds are an order of magnitude larger than diffusion speeds. Therefore, the stress problem is a semi-stable phenomenon from the point of view of diffusion.

Thus, for the elastic processes accompanying the diffusion problem, the above expression for c contains a part which, at a certain time t , can be taken as a constant. This entails that, for the investigation of the elastic behaviour of the material, due to diffusion one may introduce:

$$c = \frac{C_1}{\rho} e^{-\alpha \rho}$$

where:

$$C_1 = \frac{1}{3} e^{\frac{\alpha \rho_h (\alpha \rho_h)^2}{(1 + \alpha \rho_h)} \rho_h Bt}$$

The connection between C_1 and c_1 is:

$$C_1 = c_1 e^{Bt}$$

Next, for the following derivation, the reader is referred to any good textbook on elasticity.

Equilibrium equation.

An element between spheres with radii ρ and $(\rho + d\rho)$, respectively, and between spherical angles φ and $(\varphi + d\varphi)$, respectively will be considered (see fig. 3).

The condition of radial equilibrium yields:

$$\frac{d\sigma_\rho}{d\rho} = 2 \frac{(\sigma_t - \sigma_\rho)}{\rho}$$

In which: σ_t = tangential stress
 σ_ρ = radial stress

Stress equations.

The tangential and radial stresses indicated in fig. 3, may be written as functions of specific elastic deformations, E_t and E_ρ :

$$\sigma_t = \frac{m^2 E}{(m-2)(m+1)} \left(E_t + \frac{E_\rho}{m} \right)$$

$$\sigma_\rho = \frac{m^2 E}{(m-2)(m+1)} \left(\frac{2}{m} E_t + \frac{m-1}{m} E_\rho \right)$$

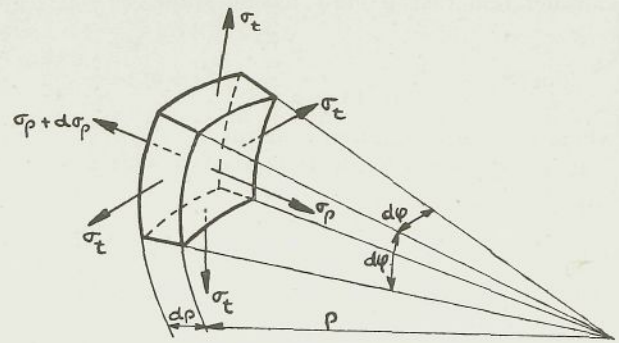


FIG. 3

Compatibility equations

The geometric deformations follow from, first, the volume change (and linear changes) caused by the diffused material and, second, the elastic deformations.

If u is a linear radial geometrical displacement, then the total specific geometrical volume change may be equated to the sum of the total specific elastic volume change and the concentration, thus:

$$2 \frac{u}{\rho} + \frac{du}{d\rho} = 2 E_t + E_\rho + C$$

It is assumed, that the diffused material has moved along all possible intercrystalline boundaries — a far more important diffusion than lattice diffusion, as discussed before. But then linear displacement of the mother material through the diffused material is the same in all directions. Accordingly, there are two further relationships, viz.:

$$\frac{u}{\rho} = E_t + \frac{C}{3}$$

$$\frac{du}{d\rho} = E_\rho + \frac{c}{3}$$

The random orientation of the crystals and the intercrystalline boundaries speak for this distribution, although the general direction of the diffusion flow is radial and outward.

Differential equation for the geometrical displacement parameter

One may introduce these compatibility expressions in those for the tangential stress, respectively radial stress, by eliminating C and c .

Then one may introduce the new expression for the tangential stress, respectively radial stress, into the equilibrium equation.

After re-arrangement, the following differential equation for the geometrical displacement parameter is arrived at:

$$u'' + 2 \frac{u'}{\rho} - 2 \frac{u}{\rho^2} = - \frac{m+1}{m-1} \frac{c_1}{3} \frac{e^{-\alpha \rho}}{\rho^2} (1 + \alpha \rho)$$

Solution of the differential equation

The above differential equation may be solved in the conventional way and one obtains, taking into

consideration that u must remain finite :

$$u = -\frac{c_1}{3(m-1)} \frac{e^{-\alpha\rho}}{(\alpha\rho)^2} (1+\alpha\rho) + \frac{H}{\rho^2}$$

where H is an integration constant.

It is easily seen that u decreases fast with ρ and is largest at ρ_h .

From this expression, one may derive $\frac{du}{d\rho}$ and, furthermore, expressions for the tangential and radial stresses.

The radial stress should be zero at $\rho = \rho_h$. This yields an expression for H :

$$H = \frac{c_1}{3(m-1)} \rho_h^2 e^{-\alpha\rho_h} \left\{ \frac{1}{\alpha^2 \rho_h^2} + \frac{1}{\alpha \rho_h} - \frac{m(m-1)}{2(m-2)} \right\}$$

Geometrical displacement $(u)\rho_h$

It is of interest to study u at $\rho = \rho_h$:

$$(u)_{\rho_h} = -\frac{m}{18(m-2)} \frac{(\alpha\rho_h)^2}{(1+\alpha\rho_h)} \rho_h$$

Study of stresses

Obviously, the stresses caused by the diffused material are of a compressive nature. Both, tangential and radial stress, have the same nature. It will be shown, that the tangential stress is the more interesting one, and that the radial stress is less severe in character.

The tangential stress may be written :

$$\sigma_t = -\frac{mE}{(m+1)\rho} \left\{ \frac{c_1}{3(m-1)} \frac{e^{-\alpha\rho}}{\rho^2} \left(\frac{1}{\alpha^2 \rho^2} + \frac{1}{\alpha\rho} + \frac{m^2-2}{m-2} \right) - \frac{H}{\rho^2} \right\}$$

This function is decreasing fast with increasing ρ . The largest value occurs at $\rho = \rho_h$:

$$(\sigma_t)\rho_h = -\frac{m(3m-4)}{18(m-1)(m-2)} E \frac{(\alpha\rho_h)^2}{(1+\alpha\rho_h)}$$

This expression is negative, as it should be. In fact σ_t is a compressive stress.

The radial stress is zero at $\rho = \rho_h$ and zero at $\rho = \infty$. It has the same character as σ_t and cannot be larger than $(\sigma_t)\rho_h$.

This follows from :

$$\frac{d\sigma_r}{d\rho} = 2 \frac{(\sigma_t - \sigma_r)}{\rho}$$

The maximum value of σ_r occurs where $\sigma_r = \sigma_t$, that is, in the range $\rho_h < \rho < \infty$.

But as $(\sigma_t)\rho < (\sigma_t)\rho_h$, at $\rho > \rho_h$, $(\sigma_r)\rho < (\sigma_t)\rho_h$.

To check the sign of σ_r , we write at $\rho = \rho_h$:

$$\left(\frac{d\sigma_r}{d\rho} \right)_{\rho_h} = 2 \frac{(\sigma_t)\rho_h}{\rho_h}$$

as $(\sigma_t)\rho_h < 0$, $\left(\frac{d\sigma_r}{d\rho} \right)_{\rho_h} < 0$.

This is as it should be. σ_r starts from zero and must be negative, i.e. compressive.

Some numerical values

If one considers a high quality steel with a rupture stress of 100 kg/mm², $E = 21,600$ kg/mm² and $m = 10/3$, then the order of magnitude of $(\alpha\rho_h)$ in case of rupture may be judged from the value of $(\sigma_t)\rho_h$; viz :

$$\frac{(\alpha\rho_h)^2}{(1+\alpha\rho_h)} = \frac{18(m-1)(m-2)}{m(3m-4)} \left(\frac{\sigma_t}{E} \right) \rho_h$$

Now, rupture compressive stress is always larger than rupture tensile stress; and one speaks of rupture stress, one means to say tensile rupture stress. Here, speaking about order of magnitude only, the rupture compressive strength will be assumed 100 kg/mm² at $\rho = \rho_h$.

$$(\alpha\rho_h)^2$$

Thus, $\frac{(\alpha\rho_h)^2}{(1+\alpha\rho_h)}$ has the order of magnitude of 10⁻²

so that $(\alpha\rho_h)$ has the order of magnitude of 10⁻¹.

At rupture, furthermore, $(u)\rho_h$ will have the order of magnitude of 2.10⁻³.

To the first order, $(\sigma_t)\rho_h$ is proportional to $(\alpha\rho_h)^2$ i.e. proportional to $(B/D)\rho_h^2$.

In the last expression, B is a diffusion constant, and $D = D_0 e^{-E_a/RT}$. With increasing temperature, diffusivity D increases. On the one hand this means that the denominator in the expression for $(\sigma_t)\rho_h$ increases.

On the other hand, hole diameter increases due to increased flow. As the hole diameter to the square, the net effect will be that $(\sigma_t)\rho_h$ increases.

It is also obvious that $(\sigma_t)\rho_h$ increases with time unless and until the factors inducing the diffusion disappear. If a chemical stable situation has been attained, further material flow along intercrystalline boundaries may stop of course.

Fatigue stresses

When external loads occur that cause tensile stresses, these will be enlarged by the hole, which acts as a stress raiser.

In case intermittent loads occur, it means that the stress pattern near the hole will be varying periodically between compressive and tensile. This means that fatigue stressing will occur.

As the tensile stresses due to external loading will also be maximum at a at $\rho = \rho_h$, at the hole a critical situation may arise as regards rupture.

Shearing stresses, τ at an angle of 45° with σ_t will direction when intermittent loading with tensile be at a maximum at $\rho = \rho_h$, and also change in stresses occurs: $|(\tau)\rho_h| = \frac{1}{2} (\sigma_t)\rho_h$