

# WATER EN GAS

VEERTIENDAAGSCH TIJDSCHRIFT VOOR

WATERVOORZIENING, GASINDUSTRIE, SANITAIR-TECHNIEK EN RIOLEERING

TEVENS ORGAAN VAN DE

VEREENIGING VOOR WATERLEIDINGSBELANGEN IN NEDERLAND

Redactie Water: R. P. VAN ROYEN en Ir. B. F. VAN NIEVELT c.i.

Medewerkers: Ir. J. E. CARRIÈRE c.i.; H. P. N. HALBERTSMA d.i.; Ir. Dr. J. A. HEYMANN t.; W. F. J. M. KRUL; A. MENNES (België); Dr. A. MASSINK; Ir. J. M. K. PENNINK c.i.; Ir. J. VAN POELGEEST c.i.; Ir. C. P. E. RIBBIUS c.i.; Dr. W. H. VAN RIETSCHOTEN; Mr. W. J. SCHÖNHART Jr.; Ir. F. C. J. VAN DEN STEEN VAN OMMEREN c.i.; Dr. J. F. STEENHUIS; Ir. Dr. J. VERSLUYS m.i.; Prof. Ir. CHR. K. VISSER c.i.; en vele anderen.

Directeur: J. MOORMAN.

Bureaux van Redactie en Administratie: AMALIA VAN SOLMSSTRAAT 2-8, DEN HAAG, Telefoon 71620. Postrekening No. 44715

ABONNEMENTSPRIJS f 4.— per kwartaal. Indië en buitenland f 20.— per jaar, bij vooruitbetaling.  
AFZONDERLIJKE NUMMERS f 1.—. — ADVERTENTIËN: f 0.40 per regel, bij contract verlaagd tarief.

## EIGENAARDIGE ERVARINGEN OPGEDAAN BIJ HET METEN VAN GRONDWATERSTANDEN

door Dr. Ir. J. A. HEYMANN, Scheikundige Bacterioloog der Gemeentewaterleidingen van Amsterdam.

Door K. Volkersz en W. F. A. Grimm, resp. directeur en leeraar aan de Rijkstuinbouwschool te Lisse, zijn enkele jaren geleden zeer eigenaardige ervaringen opgedaan bij het meten van grondwaterstanden.

De zaak komt in het kort op het volgende neer.

In een proefveld, dat zich achter de school bevindt, waren een aantal peilbuizen aangebracht voor het meten van de grondwaterstand. Deze bestonden aanvankelijk uit verticaal geplaatste aarden buizen, waarin een houten vlotter was aangebracht, voorzien van een verticale lat, met verdeling ter aflezing van den waterstand in de buis.

Het maaiveld ligt ongeveer 10 tot 20 cm — A.P., terwijl de grondwaterstand gemiddeld ongeveer 55 cm — A.P. bedraagt.

Het had de aandacht van genoemde onderzoekers getrokken, dat de waterstanden in de peilbuizen onmiddellijk, nadat er regen gevallen was, begonnen te stijgen en dat dit verschijnsel reeds optrad vóórdat redelijkerwijze aangenomen kon worden, dat het regenwater het grondwater bereikt had.

Maar dit niet alleen. Tevens bleek, dat de stijging van het water in de peilbuizen veel grooter was dan met de regenval overeen kwam, ook indien daarbij in aanmerking werd genomen, dat, afhankelijk van het poriënvolume van de betreffende bodem, het regenwater een aanmerkelijk grootere stijging van de grondwaterspiegel teweeg zou moeten brengen dan het aantal millimeters regenval.

De aangenomen stijgingen waren vele malen, zelfs tot 70 maal zoo groot. Hield de regen op, dan trad vrij spoedig ook weder daling van het water in de peilbuis in en na verloop van enkele uren was de „normale” stand weer bereikt.

Uit de aard der zaak trokken de proeven te Lisse zeer de aandacht, wat o.a. ten gevolge had, dat men in staat werd gesteld de oorspronkelijke, primitieve meetinrichting te vervangen door een zeer geperfectioneerde, waarbij regenval en waterstanden in de peilbuizen door registreerapparaten op een diagramstrook werden opgeteekend. Het verband tusschen beide grootheden trad nu des te duidelijker aan de dag.

Intusschen was van verschillende zijden getracht een

verklaring voor het verschijnsel te geven; een afdoende opheldering kon echter niet gegeven worden.

Alvorens door mij pogingen in het werk werden gesteld om het verschijnsel te verklaren, werd eerst getracht het in het laboratorium te imiteeren, liefst op zoo eenvoudig mogelijke wijze, om des te gemakkelijker tot een verklaring te kunnen komen. Daartoe werd een glazen cylinder van 50 cm hoogte, die onderaan voorzien was van een tubus, gevuld met duinzand, nadat op de bodem een draineerbuisje was aangebracht, dat in verbinding stond met een open peilbuis (zie afb. 1). Er werd een geringe hoeveelheid water in de cylinder gedaan, waarna hij eenige dagen met rust werd gelaten en een evenwichtstoestand tusschen zand en water kon intreden. De eindtoestand was, dat het water in de peilbuis een stand aanwees van eenige centimeters boven de bodem van de glazen cylinder, terwijl door de capillaire werking het zand tot een hoogte van ongeveer 30 cm boven het phreatisch oppervlak vochtig was. Daarboven was het volkomen droog.

Voor nadere details omtrent de toestand, waarin het water boven het phreatisch oppervlak kan verkeerden, zij verwezen naar de dissertatie van Dr. Ir. J. Versluys. Ik zal mij hier bepalen tot een zoo kort mogelijke „qualitatieve” uiteenzetting van de zaak.

Zoodra nu met behulp van een verstuiver, zooals voor het besproeien van kamerplanten gebruikt wordt, een kleine hoeveelheid water op het zandoppervlak gebracht werd, waarbij dus zoo natuurgetrouw mogelijk een fijne motregen werd nagebootst, begon het water in de peilbuis te stijgen, waarbij de stijging vele malen de regenval, ook weder met inachtneming van het poriënvolume van het zand, overtrof.

Eenige tijd, nadat de besproeiing had plaats gehad, trad langzame daling in. Dit klopte volkomen met de te Lisse waargenomen verschijnselen. Restte de verklaring.

Die bleek tot op zekere hoogte zeer eenvoudig te zijn en op het navolgende te berusten.

Indien wij een buis geheel vullen met droog zand en wij sluiten de beide uiteinden af met een gaasje, dat eenerzijds verhindert, dat het zand eruit valt, maar anderzijds vrije doortocht verleent aan water en wij plaatsen deze buis

verticaal in een bakje met water, dan zien wij door de capillaire werking van het zand het water opstijgen en wel des te hooger naarmate het zand fijner is. Gedeeltelijk verzadigt het zand zich daarbij geheel met water, gedeeltelijk geschiedt dit onvolledig. Het water drijft daarbij de lucht, die zich in het zand bevindt, voor zich uit.

Doen wij dezelfde proef met een buis, die van boven gesloten is, dan kan de lucht niet ontsnappen en komt zij door het opdringende water onder zekere druk te staan, zooals zeer gemakkelijk is aan te toonen, indien wij de buis aan de bovenzijde voorzien van een doorboorde gummistop, waarin wij luchtdicht een open manometertje bevestigen. Wij zien dan, zoodra wij de buis in het bakje met water plaatsen en dit laatste in het zand begint op te stijgen, het water in het open been van het U-buisje stijgen en in het gesloten been dalen, terwijl de druk onmiddellijk in mm water is af te lezen. Afb. 2 zal dit verduidelijken.

De capillaire opzuiging van water door zand heeft ook plaats als wij water op het zand gieten, inplaats van het water in contact te brengen met de onderkant van de zandkolom. Maar terwijl in het laatste geval de zwaartekracht tegenwerkt, werkt zij in het eerste geval mee en verloopt het verschijnsel sneller, waarbij de zaak echter tevens veel gecompliceerder wordt. In principe blijft zij echter hetzelfde.

Wij kunnen nu de proef zoo inrichten, dat wij eerst de buis met zand in water plaatsen en daarna bovendien het zandoppervlak bevochtigen. Het water dringt nu van twee zijden door de capillaire werking in het zand op, waarbij de lucht tusschen de beide vochtige zandmassa's in echter niet kan ontsnappen en dus onder druk komt te staan. Dit wordt gerealiseerd bij de proef met de glazen cylinder. De luchtdruk zal zich voortplanten in de waterschijf onder in de cylinder en zich manifesteren door stijging van het water in het peilbuisje. Het zijn dus de capillaire krachten, die het verschijnsel in het leven roepen.

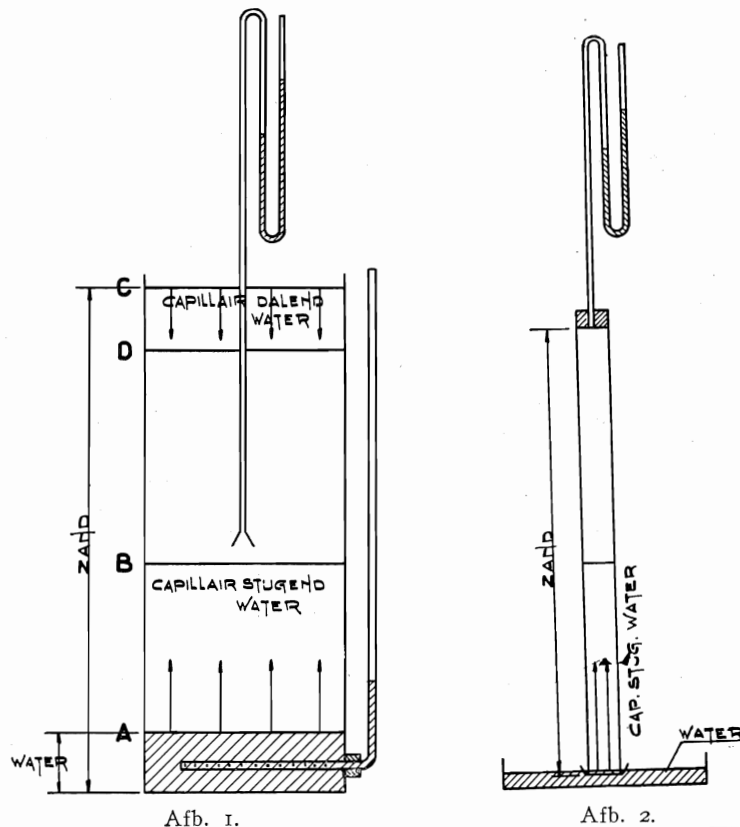
Dat de lucht tusschen de twee capillair water opnemende lagen inderdaad onder druk komt te staan en wel onder een aanzienlijk hogere dan overeenkomt met het waterkolommetje, dat de kunstmatige regenval vertegenwoordigt, is aan te toonen door ook hier een open watermanometertje in het zandbed aan te brengen, zooals in afb. 1 is aangegeven. De lucht tusschen B en D wordt tusschen de van A en C uitgaande waterfronten samengeperst.

Dat wij de gang van zaken, die zich in de glazen cylinder afspeelt, zonder meer gelijk mogen stellen aan hetgeen in de practijk gebeurt, is duidelijk. De afmetingen zijn daar echter in horizontale richting zoo groot, dat zij bij benadering als oneindig groot beschouwd mogen worden. Diepe ingravingen met steile wanden zouden misschien door de gelegenheid, die daardoor aan de lucht gegeven wordt om zijdelings te ontsnappen, het optreden van het verschijnsel in mindere of meerdere mate kunnen verzwakken.

Hiermede is de zaak in kwalitatieven zin uiteengezet, niet echter in quantitatief opzicht. Dit laatste levert grotere moeilijkheden op. De samenpersing der lucht in een aan één zijde gesloten buis is des te grooter naarmate de buis korter genomen wordt en dus de verhouding van de capillaire opzuighoogte in het gebruikte zand tot de totale lengte der zandkolom grooter is.

Een bepaalde luchtdruk wordt echter niet overschreden, omdat ten slotte een evenwichtstoestand optreedt tusschen deze en de capillaire krachten.

Dit neemt niet weg, dat men kan zeggen, dat het verschijnsel in de practijk vooral dáár duidelijk aan de dag zal treden, waar het grondwater op geringe diepte beneden het maaiveld staat, de luchtlaag tusschen het bodemoppervlak en het grondwater dus dun is en derhalve de lucht door de capillaire opzuiging van water, dat op het bodemoppervlak



valt, in betrekkelijk zeer belangrijke mate wordt samen-geperst.

Het meermalen waargenomen verschijnsel, dat draineerbuisjes reeds water beginnen te loozen zeer korten tijd nadat, na een periode van droogte, de eerste regen is gevallen, is, als men aanneemt, dat de buizenrijen niet zuiver horizontaal liggen, maar onder een gering afschot van de monding af naar het midden van het te draineeren gebied, met behulp van bovenstaande uiteenzetting gemakkelijk te verklaren.

In de glazen cylinder ziet men, nadat de luchtdruk een zeker maximum bereikt heeft, de lucht zich meer en meer tusschen de zandkorrels van de met capillair water doortrokken bovenlaag indringen om ten slotte in de atmosfeer te ontsnappen. Daardoor neemt dus de druk van de bodemlucht af en zakt ook het water in de peilbuis. Brengt men veel water tegelijk op het bodemoppervlak, dan kan het gebeuren, vooral als men er voor gezorgd heeft, dat de zandmassa goed aangestampt en goed homogeen is en het oppervlak zuiver horizontaal ligt, dat de lucht geen uitweg vindt om te ontsnappen en dagen- of zelfs wekenlang opgesloten blijft.

Het luchtkussen verhindert in dat geval volkomen het zich vereenigen van de neerslag met het grondwater, een toestand, die door verschillende onderzoekers in de natuur is waargenomen. De structuur en de samenstelling van de bodem spelen bij het optreden van deze verschijnselen ongetwijfeld een belangrijke rol.

Nadat de hierboven beschreven proefnemingen door mij verricht waren, bleek mij, dat de ontdekking dezer verschijnselen niet nieuw is, maar dat zij reeds ettelijke jaren geleden door andere onderzoekers geconstateerd en zelfs verklaard zijn.

Publicaties over dit onderwerp zijn verschenen in de „Gesundheitsingenieur“ van de hand van Chr. Mezger,<sup>1)</sup> waarin weder melding wordt gemaakt van de nog oudere experimenten en waarnemingen van de Russische onderzoeker Ototzki, die onder anderen het navolgende zegt:

<sup>1)</sup> Gesundheitsingenieur 1926, pag. 129 en pag. 629 en 1927, pag. 501.

„dasz das Steigen der Brunnengewässer nicht vom verstärkten Wasserzufluss im Wasserhorizont abhängt, sondern hervorgerufen ist durch den erhöhten Druck der Bodenluft, oder mit andern Worten gesagt, jeder Brunnen oder jedes geborte Loch ist nur eine Art von manometrischer oder piezometrischer Röhre“.

De overdruk, waaronder de lucht in de bodem komt te staan onder invloed van de capillaire opzuiging van water in het zand, heeft niet alleen ten gevolge, dat de waterstanden in peilbuizen stijgen, maar ook, dat natuurlijke bronnen meer water gaan geven.

Dit laatste nu is vooral voor berg- en heuvellanden van belang en daaraan wordt een groot deel van Mezgers publicaties gewijd. Ototzki heeft in het vlakke land geëxperimenteerd en daarbij waargenomen, dat niet alleen de capillaire verplaatsing van het water in de bodem de druk van de lucht in de bodem beïnvloedt, maar dat ook temperatuurschommelingen daarop van groote invloed zijn.

Voor Rusland met zijn vastelandsklimaat zal deze laatste factor wel veel belangrijker zijn dan voor ons land.

Beide onderzoekers komen ook tot de conclusie, dat de door de capillaire werking in het leven geroepen afwijkingen tusschen waterstanden en peilbuizen en de werkelijke grondwaterstand des te belangrijker zullen zijn, naarmate de

afstand van het phreatisch oppervlak tot het maaiveld kleiner is. Dat deze zoo gering kan zijn en de afwijkingen zoo groot als bij ons te lande in tal van streken het geval zal zijn, daarvan hebben zij zich blijkbaar niet voldoende rekenschap gegeven; althans blijkt dat uit de publicaties niet. De te Lisse gedane waarnemingen blijven daarom in elk geval merkwaardig en vormen een zeer belangrijke bijdrage tot de studie over dit onderwerp, dat, zooals uit de publicaties van Mezger blijkt, nog volstrekt niet tot in alle details volkomen verklaard is.

Aanvankelijk had ik het plan om meer quantitative gegevens te verzamelen, alvorens iets over deze kwestie te publiceeren en aldus is dit artikel meer dan een jaar in de pen gebleven. Mij ontbreken echter voorloopig tijd en gelegenheid om de onderzoekingen voort te zetten. Aangezocht zijnde om de desalniettemin toch iets over dit onderwerp in dit tijdschrift te vermelden, heb ik hierbij aan dit verzoek voldaan.

Wellicht zal het hier medegedeelde ook voor anderen een aansporing zijn om onderzoekingen in die richting, die ongetwijfeld, zoowel van theoretisch als van practisch standpunt bekeken, veel belangwekkends zullen kunnen opleveren, ter hand te nemen.

## OVER EEN GISTINGSMIKROBE VOORKOMENDE IN MUGGE-LARVENFAECES

door Dr. Ir. C. A. H. VON WOLZOGEN KÜHR, Scheik. Bact. v. h. Prov. Waterleidingbedrijf van N.-Holland

(Vervolg van blz. 96.)

De koolstofbronnen voor *Pseudomonas fermentans*.

### a) Suikers.

Om te onderzoeken of suikers als koolstofbronnen kunnen dienst doen voor *Ps. fermentans*, werden vloeibare en vaste voedingsmedia aangelegd van de samenstelling:

Leidingwater	100 c.c.
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1 g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,1 „

waaraan 2 % van de te onderzoeken suiker werd toegevoegd en voor de plaatkulturen bovendien 2 % agar. Van de suikers werden gebruikt: glucose, saccharose en lactose. De 10 stammen van *Ps. fermentans* werden in de vloeistofkulturen geënt en op de plaatkulturen afgestreeken. Het kweeken der mikroben geschiedde bij 30° C. gedurende 2 dagen. Ofschoon het groeieresultaat in de vloeibare en op de vaste voedingsmedia moeilijk was te vergelijken, kreeg men toch de indruk, dat in het algemeen genomen de groei der 10 stammen, voor glucose als koolstofbron, op de plaat beter was dan in de vloeistofkulturen. Op de eerste was de groei van de verschillende stammen van matig tot krachtig, voor het meerendeel krachtig; in de laatste was deze van de 10 stammen eveneens van matig tot krachtig, het meerendeel echter goed gegroeid. Alle stammen groeiden krachtig op de saccharosekultuurplaat, terwijl in de saccharose-oplossingen een paar stammen matig, het meerendeel echter goed groeide. Met lactose als koolstofbron was voor alle stammen, zoowel op de plaat als in de oplossingen, de groei zwak of twijfelachtig, terwijl in één geval geen groei optrad.

### b) Zetmeel.

De samenstelling van de voedingsbodem, waarop de 10 stammen van *Ps. fermentans* werden afgestreeken, was als volgt:

Leidingwater	100 c.c.
Agar	2 g
Zetmeel	1 „
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1 „
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,1 „

Na 3 dagen kweeken bij 30° C. waren de bacteriënstrepen der 10 stammen voor het meerendeel krachtig, van een paar stammen goed ontwikkeld. In de vloeistofkulturen van dezelfde samenstelling, dus met weglating van de agar, vertoonden alle stammen in dezelfde tijd bij 30° C. een goede groei. Zetmeel bleek derhalve voor *Ps. fermentans* een goede koolstofbron te zijn, hetgeen samenhangt met zijn vermogen om diastase te vormen, waardoor het zetmeel versuikerd wordt en in deze vorm gemakkelijk assimileerbaar is.

### c) Organische zouten.

Om deze verbindingen als koolstofbron te onderzoeken, werden de 10 onderzochte stammen afgestreeken op een plaat van de volgende samenstelling:

Leidingwater	100 c.c.
Agar	2 g
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1 „
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,1 „

waaraan 1/2 % van de volgende organische zouten werd toegevoegd:

calcium-acetaat, -malaat, -citraat, -tartraat en -lactaat.

Het groeieresultaat der op de plaat getrokken bacteriënstrepen werd beoordeeld na 2 dagen groei bij 30° C.

Met calciumacetaat groeiden alle 10 stammen goed. Het meerendeel der stammen bleek in staat te zijn calciummalaat te assimileren; slechts 2 stammen hadden zich hiermede matig ontwikkeld. Met calciumcitraat was de ontwikkeling van alle stammen slechts matig. Zij groeiden geen van alle met calciumtartraat, terwijl zij zich met calciumlactaat zwak ontwikkelden.

# DE INGENIEUR

Orgaan van het Kon. Instituut van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs

Weekblad gewijd aan de techniek en de economie van Openbare Werken en Nijverheid

Het Kon. Inst. v. Ing. en de Vereeniging v. Delftsche Ing. stellen zich in geen deele verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld en toegelicht.

Commissie van Toezicht: prof. ir. J. C. Dijkhoorn, hoogleraar in de Werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, voorzitter; dr. ir. G. W. van Heukelom, hoofdingenieur, chef van den dienst van Weg en Werken bij de Nederlandsche Spoorwegen te Utrecht, secretaris; jhr. ir. C. E. W. van Panhuys, directeur van het Rijksbureau voor de ontwatering te 's-Gravenhage.

Verantwoordelijk hoofdredacteur: ir. R. A. van Sandick; plaatsvervangend hoofdredacteur: C. J. Hudig.

Vaste medewerker in Nederlandsch Indië: prof. ir. H. van Breen te Bandoeng.

Administratie: Voor abonnementen en advertentiën, Paviljoensgracht 19, Den Haag. (Tel. 12236). — Redactie: Prinsessegracht 23, Den Haag. (Tel. 12670)  
 Prijs per jaargang franco per post: Voor Nederland f 20.—, voor het Buitenland f 25.—. — Men abonneert zich voor een jaargang (1 Jan.—31 Dec.)  
 Afzonderlijke nummers: Binnenland f 0.75, Buitenland f 0.85. — Advertentiën per regel f 0.50, boven 500 regels reductie volgens speciaal tarief.

## INHOUD.

Verzoek tot deelneming aan de discussie over een memorie over economische vraagpunten bij bruggenbouw van J. A. L. WADDELL, door ir. R. A. VAN SANDICK. — Grondwaterstroming in de omgeving van een net van kanalen, door prof. dr. J. M. BURGERS. — Mededeelingen omtrent de nieuwe draaischijven bij de Nederl. Spoorwegen. Voordracht van ir. TH. W. MUNDT. — Mechanische eigenschappen van eenige materialen, die voor den vliegtuigbouw hier te lande gebruikt worden. Rapport M. 249 van den Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart, door dr. ir. E. B. WOLFF en ir. L. J. G. VAN EWIJK. — Uit het Jaarverslag 1925 van den Raad van Arbitrage voor Metaalnijverheid en -Handel. — 2de Internationaal Congres der technische pers te Rome 29 Sept.—2 Oct. 1926. — Ter herdenking: † Ir. A. B. MARINKELLE, door ir. W. K. DU CROIX. — Boekbespreking: Gedenkboek ter herinnering aan het 40-jarig bestaan van de Ned. Ver. voor Radiotelegrafie, door ir. R. A. VAN SANDICK; A. LEDEBUR. Handbuch der Eisenhüttenkunde, door A. VOSMAER. — Bibliografie, door ir. P. F. VAN DER WALLEN; Idem, door B. — Nieuwsberichten: Prijsvragen der Techn. Hoogeschool. — Officieele berichten. — Officieele berichten uit Indië. — Personalía. — Vereeniging van Delftsche Ingenieurs: Spreekuur van den administrateur. — Open betrekkingen. — Gez. betrekkingen.

**Bij dit nummer behooren voor de leden van het Kon. Inst. van Ingenieurs: Bijblad no. 3: Notulen der vergaderingen van het Instituut; Bijblad No. 80: Notulen van de 51e vergadering van de Afd. voor Spoorwegbouw en Spoorwegexploitatie.**

Dit nummer heeft 20 bladzijden.

## Verzoek tot deelneming aan de discussie over een memorie over economische vraagpunten bij bruggenbouw van J. A. L. Waddell.

Door tusschenkomst van ir. W. J. BURGERSDIJK, ontving de algemeen secretaris van het Kon. Instituut van Ingenieurs een mededeeling van den bekenden Amerikaanschen brugingenieur J. A. L. WADDELL, waaruit blijkt dat in den herfst van het loopende jaar door *The American Society of Civil Engineers* zal worden uitgegeven een memorie van dezen schrijver, getiteld: *Quantities of Materials and Costs per Square Foot of Floor for Highway and Electric-Railway Long-Span Suspension-Bridges*.

De schrijver wenscht een degelijke discussie over deze „paper”, niet alleen door Amerikaansche en Canadeesche ingenieurs, maar ook door brugspecialiteiten van andere landen. Ten einde dit mogelijk te maken heeft de secretaris der Am. Soc. C. E. zich bereid verklaard om aan den schrijver zooveel vóórdrucken van zijn memorie tot zijn beschikking te stellen, als hij ter bevordering van dit doel behoeft. Daarom richtte de schrijver zich tot den algemeen secretaris van ons Instituut met de vraag om een opgaaf van de voornaamste brugspecialiteiten onder de Instituutleden, die bereid zouden zijn eventueel aan de discussie schriftelijk deel te nemen, in welk geval hij hun een vóórdruck zal toe-

zenden. Het is geen bepaald vereischte dat de discussie in het Engelsch wordt ingezonden, daar de Am. Soc. C. E. een vertaalbureau bezit.

Gaarne zal de algemeen secretaris van het Kon. Instituut van Ingenieurs den wensch om een vóórdruck te ontvangen naar Amerika overbrengen, en desgewenscht ook als tusschenpersoon dienen om de ingezonden discussie aan den schrijver te doen toekomen.

In herinnering wordt gebracht, dat door den tegenwoordigen voorzitter der Afdeling Bouw- en Waterbouwkunde van het Instituut, prof. ir. N. C. KIST, een uitvoerige en zeer gewaardeerde bespreking is gegeven in *De Ingenieur* 1922, No. 6, blz. 105, van een der laatste werken van J. A. L. WADDELL, getiteld *Economics of Bridgework* (in de bibliotheek van het Instituut aanwezig).

IR. R. A. VAN SANDICK,  
 algemeen secretaris Kon. Inst.  
 van Ingenieurs.

## Grondwaterstroming in de omgeving van een net van kanalen

DOOR

prof. dr. J. M. BURGERS.

### § 1. Inleiding.

De hieronder volgende beschouwingen hebben ten doel enkele problemen te belichten, die optreden bij de theoretische studie van het lekken van water uit kanalen, gegraven in een gebied, waar de bodem bestaat uit een water gemakkelijk doorlatende grondsoort, aan de onderzijde begrensd door een voor water ondoordringbare laag, welke zich op betrekkelijk geringe diepte onder het oppervlak bevindt.

Daarbij is voornamelijk gebruik gemaakt van een vergelijking waaraan het grondwaterpeil moet voldoen, welke is opgesteld door BOUSSINESQ (1). Zij wordt beneden in § 3 nog eenmaal afgeleid, evenals een (ook door BOUSSINESQ aangegeven) vereenvoudigde vorm; door BOUSSINESQ is deze vergelijking echter op een andere groep van problemen toegepast dan die welke hier behandeld zijn.

Verschillende omstandigheden — die bij een numerieke uitwerking van een bepaald geval mogelijk in aanmerking zouden kunnen worden genomen — zijn in de volgende uiteenzettingen buiten beschouwing gelaten. Zoo is bijv. geen aandacht gewijd aan de mogelijkheid van inhomogeniteit van de watervoerende grondsoort, noch aan den invloed van oneffenheden van de ondoordringbare grenslaag; evenmin is acht geslagen op den invloed van regens op het grondwaterpeil.

In het algemeene probleem heeft men te doen met een ruimtelijk stroomingsveld. In verband met de geringe snel-

(1) Vergelijk J. BOUSSINESQ, *Comptes Rendus*, t. 136, p. 1511, 1903; *Journ. de Mathématiques* (5), t. 10, p. 5, 1904; de vergelijking is in vele leerboeken der hydraulica opgenomen.