

PUBLICATIE

VAN DE

NEDERLANDSCH-INDISCHE
WEGENVEREENIGING

RESULTATEN VAN PRAKTIJKPROEVEN.

DRUKOVERBRENGING DOOR DE
WEGVERHARDING.

No. 1



DRUKOVERBRENGING DOOR DE WEGVERHARDING.

Inleiding.

1. In het door de algemeene vergadering van 11 Mei 1926 vastgestelde werkplan voor 1927 zijn als te verrichten praktijkproeven aangegeven :

a/ bepaling van de noodige dikte van (onderlagen van) verhardingen op goeden grondslag, welke onder verkeerslasten van verschillende grootten moeten stand houden ; en

b/ onderzoek naar de drukoverbrenging door verschillend begrensde verhardingen.

Beide onderwerpen zijn nauw aan elkander verwant, daar de noodige dikte der (onderlaag eener) verharding voornamelijk afhankelijk is van de drukverdeeling daarvoor, in verband met de te dragen verkeerslasten en de draagkracht van den grondslag.

2. Ten einde gegevens te kunnen verzamelen m. b. t. de wijze, waarop onderzoekingen, als bedoeld, kunnen en moeten worden verricht, is voorloopig in het praktijklaboratorium der N. I. W. V. een proefvak van zeer

bescheiden afmetingen aangelegd en zijn daarop enkele drukproeven reeds genomen.

3. Het met deze drukproeven beoogde doel was van voorbereidenden aard, n.l. het verkrijgen van gegevens in zake de volgende vraagpunten :

a/ of met een eenvoudige, weinig kostbare installatie voldoende drukproeven op verhardingsvakken kunnen worden verricht ;

b/ welke behoorlijk te verifieeren metingen (aflezingen) bij bedoelde proeven te verrichten zijn, om daaruit de gewenschte gegevens te kunnen berekenen ; en

c/ welke de aan de onderwerpelijke, voorloopige beproevingsmethode en proefinstallatie met het oog op de definitieve praktijkproef in kwestie aan te brengen wijzigingen en verbeteringen zijn.

Uitdrukkelijk zij hier aangeteekend, dat de hieronder weer te geven resultaten, verkregen bij de hier beschreven, voorloopige beproeving, niet ten voor- of nadeele der betrokken constructiewijze mogen worden uitgelegd. Gebleken toch is :

a/ dat de verrichte metingen te wenschen overlieten ;

b/ dat het aantal genomen proeven veel te gering was, vooral in aanmerking genomen het niet-homogene, in samenstelling ver-van-constante materiaal (steenslag); en

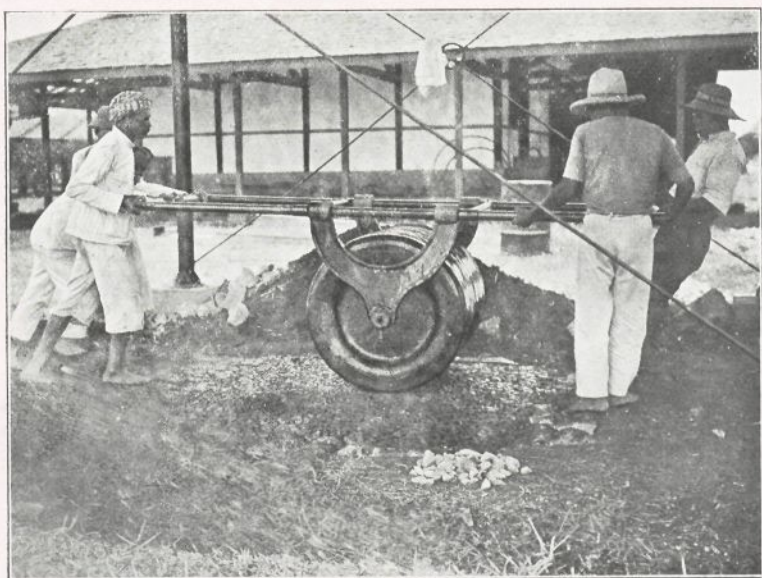
c/ dat de proefinstallatie noodzakelijk veel verbeterd moest worden.

Proefvak en beproevingsinstallatie.

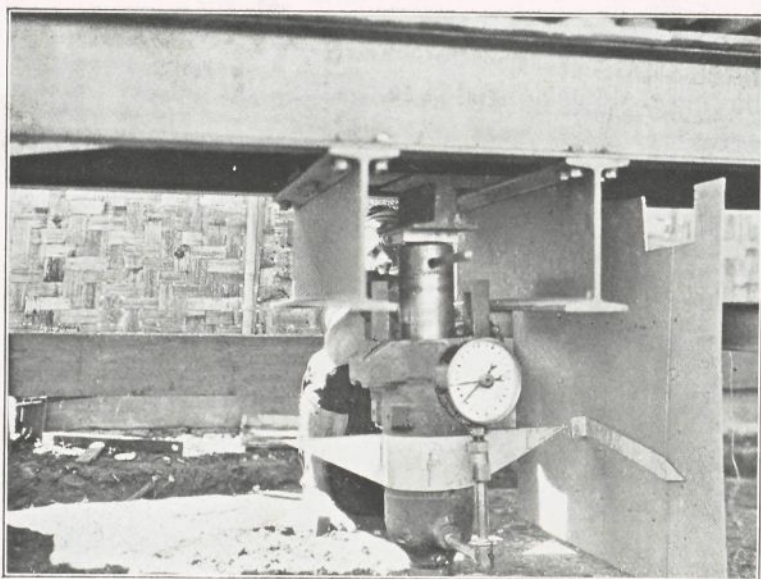
4. Het proefvak werd gelegd als de schets in Fig. 1 aangeeft.

Het gebruikte steenslag had een stukgrootte van gemiddeld 3 tot 5 cm. De kantsteen en waren uit stamp-beton (1 : 3 : 5) vervaardigd.

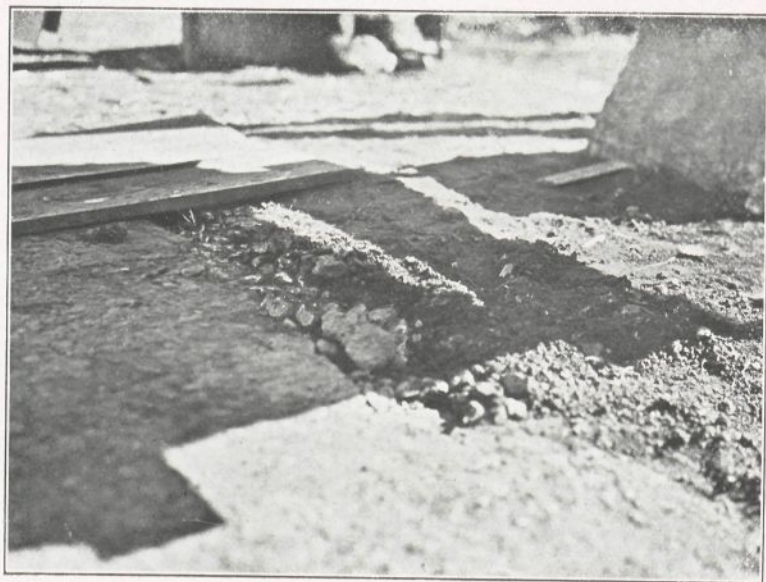
Wegens de kleine afmetingen van het proefvak was consolideering met een stoomwals bezwaarlijk en werd daarvoor een handwals van 0,5 ton gewicht gebruikt. Op bijgaande reproductie No. I is de samenstelling van het proefvak in beeld gebracht.



No. 1

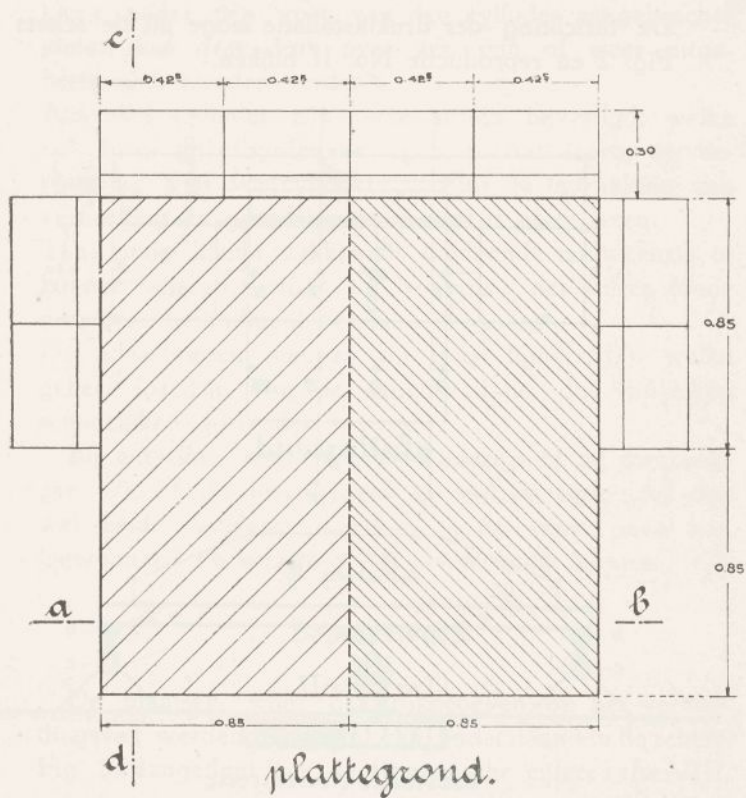


No. II



No. III





doorsnede a-b.



doorsnede c-d.

Fig. 1 — maten in m.

De inrichting der drukinstallatie moge uit de schets in Fig. 2 en reproductie No. II blijken.

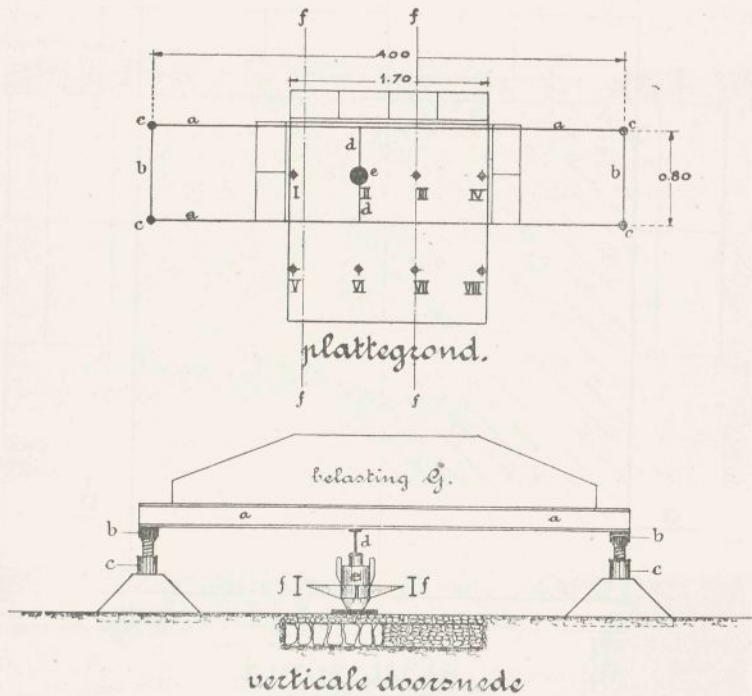


Fig. 2 — maten in m.

- a = (2) langsliggers ;
- b = (2) dwarsliggers ;
- c = (4) schroefvijzels — draagvermogen ca. $2\frac{1}{2}$ ton ;
- d = verplaatsbare dwarsligger ;
- e = (olie)cylinder met passenden plunjer ;
- f = (2) liggers ter ondersteuning van de afleesborden ; en
- G = belasting — ca. 10 ton.

De belasting (G) komt door neerdraaiing der vijzels (c) te rusten op den plunjer, welke zoo den druk d.t.v. den met olie gevulden cylinder (e) op de verharding overbrengt. De op de verharding uitgeoefende druk wordt gemeten met een manometer, welke de spanning van de olie aangeeft.

Door onder den voet van den cylinder aangebrachte platen kan deze druk over een min of meer uitgebreid vlak worden verdeeld.

Aan den cylinder zijn twee stiften bevestigd, welke zich langs afleesborden bewegen, zoodat daarop de verplaatsing van den cylindervoet (dus de indrukking van verharding en grondslag te zamen) is af te lezen.

Ten einde kleine zakkingen voldoende nauwkeurig te kunnen aflezen, wordt de beweging der stiften (door draaibare hefboomen) tienmaal vergroot.

De afleesborden steunen op twee liggers (*f*), welke geheel los zijn van de drukinstallatie, dus van elken schadelijken, storenden invloed.

Bij wisseling van proefplaats kunnen òf de dwarsligger (*d*), òf de langsliggers (*a*) met de vijzels (*c*), dan wel beide verplaatst worden. In het eerste geval kan (gewoonlijk) de belasting (*G*) onverplaatst blijven.

5.

Beproevingen.

De plaatsen, waar de drukproeven op het verhardingsvak werden genomen, zijn onderstaand in de schets, Fig. 3, aangeduid met de Romeinsche cijfers I t/m VIII.

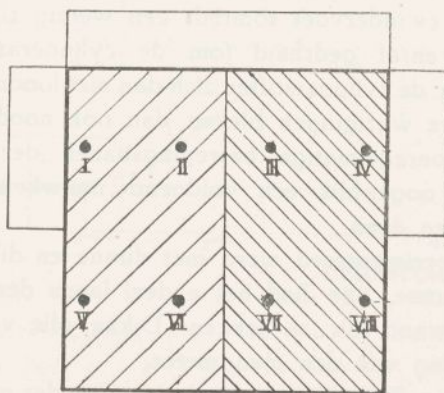


Fig. 3

De data der beproevingen waren :

12 Aug. No. I	4 September No. V
27 Aug. No. IV	4 September No. VIII
27 Aug. No. II	6 September No. VII
28 Aug. No. III	7 September No. VI

Bij de proeven I t/m VIII werd onder den drukcylinder een cirkelvormige, ijzeren plaat van 9,0 cm. diameter gelegd (opp. 63,6 cm²); bij de proeven VI en VII werd de diameter hiervan vergroot tot 12,9 cm. (opp. 130,7 cm²).

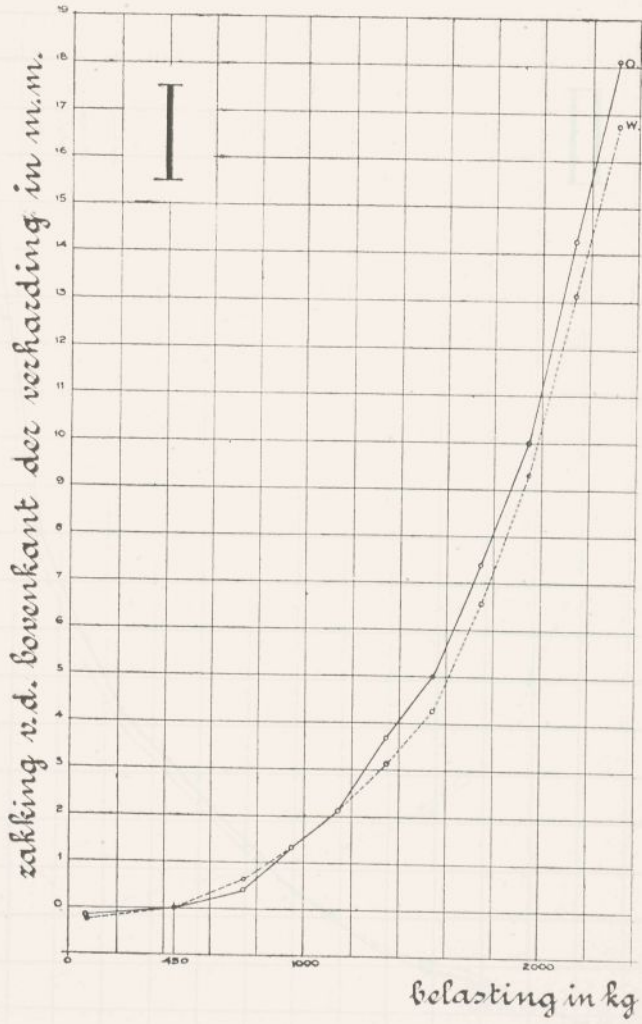
Enkele resultaten der genomen drukproeven volgen hierachter, in grafischen vorm weergegeven — een afbeelding van de situatie eener pas voltooide proef vertoont reproductie No. III.

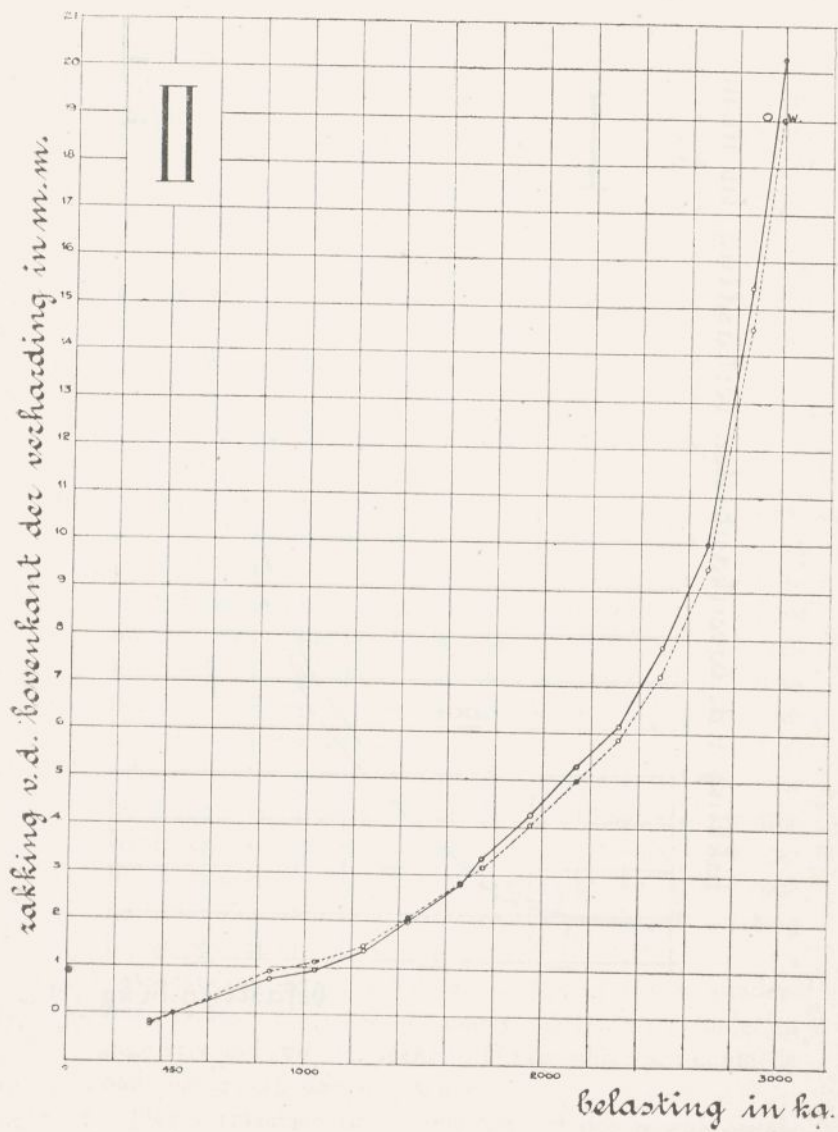
Opmerkingen over de drukproeven.

6. Waar de drukproeven tot leering moesten strekken, zijn reeds gedurende de proefperiode (gewoonlijk na elk tweetal proeven) wenschelijk gebleken, kleine verbeteringen aangebracht. V.n. betroffen deze de inrichting tot aflezing der zakkingen van den cylinder (de 1 : 10 hefboomen). Tengevolge van het niet rechtstandig naar beneden zakken van het gedrukte verhardingsdeel, wordt n.l. de cylindervoet somtijds een weinig zijwaarts verplaatst en/of gedraaid (om de cylinderas). Hierdoor bewegen de cylinderstiften zich dan niet loodrecht omlaag. Meerdere wijzigingen bleken dan ook noodzakelijk, om bij de onregelmatige bewegingsbanen der stiften toch op elk oogenblik een voldoende nauwkeurige aflezing te kunnen doen.

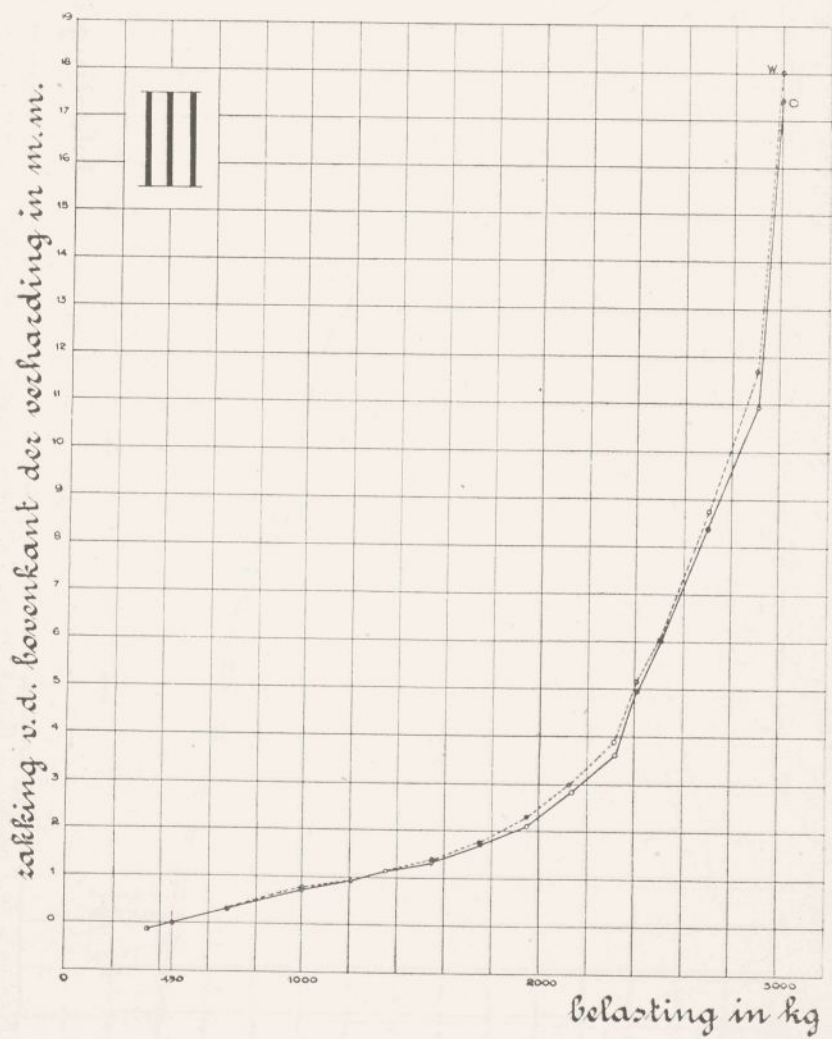
Geëxperimenteerd werd met dunne en dikke cylinderolie. Dunne olie had het nadeel langs den cylinder(en plunjer)wand uit te lekken. Dikke olie vertraagde de aanwijzing van den manometer.

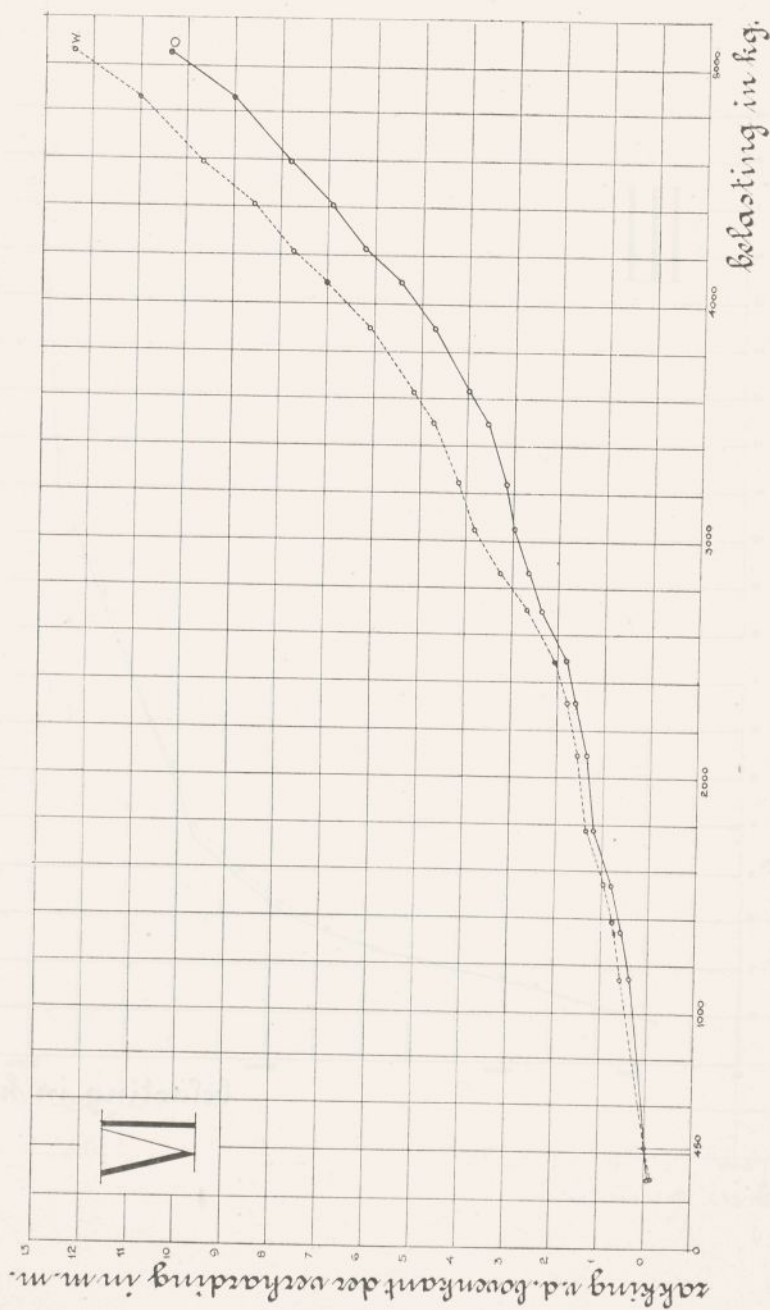
Het verplaatsen der vizels (en dus der geheele installatie), waarbij de belasting (G) moest worden af- en opgeladen, bleek vrij veel tijd te kosten,

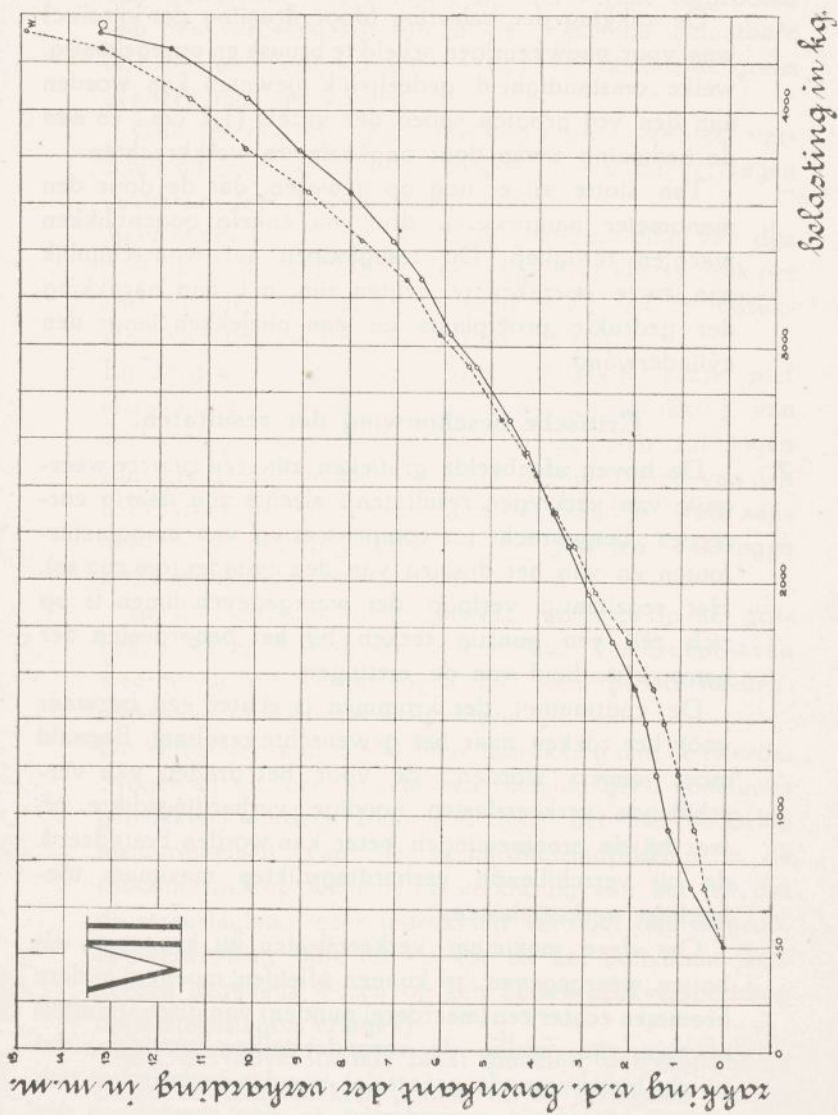




zakking v.d. bovenkant der verharding in m.m.







De rustige stand der afleesborden werd door harde windstooten verstoord.

De zakking der belasting (door draaiing der vijzels c) was voor nauwkeurigen arbeid te bruusk en onregelmatig, welke omstandigheid gedeeltelijk geweten kan worden aan den vrij grooten spoed der vijzels (1,2 cm.) en aan de bediening ervan door ongeoeffende werkkrachten.

Ten slotte zij er nog op gewezen, dat de door den manometer aangewezen druk na enkele oogenblikken wachten terugliep. Dit terugloopen zal waarschijnlijk aan twee oorzaken te wijten zijn, n.l. aan nazakking der gedrukte proefplaats en aan olieklekken langs den cylinderwand.

Critische beschouwing der resultaten.

7. De boven afgebeelde grafieken zijn een zuivere weergave van verkregen resultaten; slechts zijn daarin correcties aangebracht tot compenseering van manometerfouten en van het draaien van den cylinder (om zijn as). Het regelmatig verloop der weergegeven lijnen is op zich zelf een gunstig teeken bij het beoordeelen der betrouwbaarheid van de metingen.

De continuïteit der krommen is echter een bezwaar voor het zoeken naar het gewenschte resultaat. Bepaald moet immers worden: de voor het dragen van verschillende verkeerslasten noodige verhardingsdikte, of, wat bij de proefnemingen beter kan worden bestudeerd, de bij verschillende verhardingsdikten maximum toelaatbare verkeerslasten.

Om deze maximum verkeerslasten uit krommen, als boven weergegeven, te kunnen afleiden, moet(en) in deze krommen echter een (meerdere) punt(en) van discontinuïteit te zien zijn, welke de veronderstelling wettigen, dat bij de bijbehorende grootte(n) van den verkeerslast zich eenige bijzondere verandering in den samenhang der verharding heeft voorgedaan.

Is deze verandering van zóódanigen aard, dat daardoor de sterkte van de verharding aanmerkelijk benadeeld

wordt (hetgeen zich b. v. kan uiten door het optreden van abnormale inzakkingen bij het verder vergrooten van den verkeerslast) dan zal de maximum toelaatbare last op een veiligen afstand van vorenbedoelde grens gekozen moeten worden.

Ook ter zake de drukverdeeling door (eventueel verschillend begrensde) verhardingen geven de verkregen grafieken geen bevredigend resultaat.

Aanneembaar is, dat bij groote verspreiding van den druk door de verharding een gemiddeld kleine druk per cm^2 op den grondslag zal werken en dan de indrukking van den ondergrond gering zal zijn.

Bij de genomen proeven is deze indrukking echter niet afzonderlijk gemeten, maar de totaal indrukking van verharding en grondslag. Uit de gemeten zakkingen zijn dus geen conclusies omtrent de indrukking van den ondergrond te trekken, zoolang onbekend is, welk aandeel de verharding zelve in de gemeten zakkingen heeft bijgedragen.

In dit verband moge gewezen worden op de grafieken VI en VII, welke de resultaten van drukproeven weergeven op verhardingen met een groote-steenen-onderlaag en een steenslagonderlaag.

De eerste vertoont een kleinere indrukking dan de tweede. Mogen al uit een enkele waarneming geen conclusies getrokken worden, zoo geeft toch het hier bedoelde mede-opnemen van de verhardingsindrukking in de totaalindrukking wellicht de verklaring van het feit, dat de steenslaglaag meer indrukking vertoont dan de groote-steenen-laag (alle tot nu toe uit het buitenland verkregen gegevens wijzen op een betere drukverspreiding door steenslagonderlagen).

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk, dat omtrent de beide te onderzoeken punten uit de resultaten van de verrichte drukproeven geen betrouwbare conclusies zijn te trekken.

Wijziging in de beproevingsmethode.

8. In het algemeen zullen de dynamische verkeerslasten de sterkste beproevingen vormen, waaraan een wegverharding is blootgesteld. Deze lasten werken wel is waar slechts gedurende een korten tijd, doch moet de verharding bestand zijn tegen het zich vele malen herhalen van een dergelijke belasting.

Het schijnt voorloopig aanneembaar te veronderstellen, dat als een verkeerslast van bepaalde grootte meerdere malen op een punt der verharding heeft gewerkt, de verharding ter plaatse een (definitieve) consolideering zal hebben ondergaan en niet bij voortdurende verder van vorm zal veranderen (afgezien van de op den duur aan den dag tredende slijtage), dat de verharding zich om zoo te zeggen dan niet meer plastisch maar elastisch vervormt. Grafisch kan dit verschijnsel als volgt worden voorgesteld (zie Fig. 4).

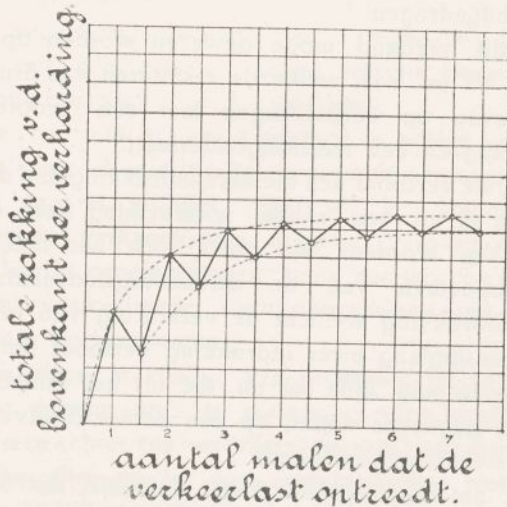


Fig. 4

De toppen der gebroken lijn komen dus (bij grafische opneming), na een zeker aantal malen belasten, op een praktisch horizontaal gelegen rechte te liggen. Bij het

vergrootten der belasting, echter blijvende beneden de maximum draagkracht der verharding, zullen andere rechten verkregen worden, op grooteren afstand van de horizontale as, totdat ten slotte de draagkracht der verharding overschreden wordt en deze na ontlasten niet meer veerkrachtig in een vasten stand terugkeert — de daarbij verkregen grafische lijn zal dan met haar toppen niet meer op een horizontaal gelegen zijn; de bijbehorende belasting zal op de betrokken verharding niet mogen worden toegelaten.

Met eenige wijziging der bestaande proefinstallatie zoude op de vorenbedoelde manier de draagkracht onderzocht kunnen worden van verschillende verhardingen op den onder het proefvak voorkomenden grondslag.

Niet verheeld mag worden, dat het slagen dezer beproevingsmethode berust op de veronderstelling, dat ook een steenslagverharding (plus grondslag) op den duur als een (volkomen) elastisch lichaam werkt — voor zoover dezerzijds bekend, is nog nooit bewezen, dat deformatie van steenslagverhardingen niet durend gedeeltelijk van plastischen aard is en dus de evenwichtsstand der verharding slechts behouden blijft door de voortdurende wisseling der aangrijpingspunten van verkeerslasten. In dit geval zullen ook volgens de hier beschreven wijze van beproeving (vele malen belasten en ontlasten met periodiek te verzwaren druk) wellicht geen betrouwbare resultaten verkregen worden.

Het belang van nadere kennis omtrent de in verhardingen (ook steenslagverhardingen) optredende werkingen wettigt echter naar dezerzijdsche meening zeer zeker het nemen der hier bedoelde proeven.

9. Ter zake de drukverdeeling door (verschillend begrensde) verhardingen geeft de sterkte-bepaling van verhardingen slechts zeer onvolkomen inlichtingen, als voren reeds aangetoond. Bovendien is i. c. niet de genoemde gemiddelde druk op den grondslag de eenige belangrijke; immers de grootte der plaatselijke drukken kunnen ten deze maatgevend zijn.

Indien b.v. twee verhardingsconstructies drukverdeelingen veroorzaken, als hieronder bij *a* en *b* weergegeven, zal waarschijnlijk die volgens *a* te verkiezen zijn boven die volgens *b*, ofschoon de laatste den kleinsten gemiddelden druk per cm^2 veroorzaakt (zie Fig. 5):

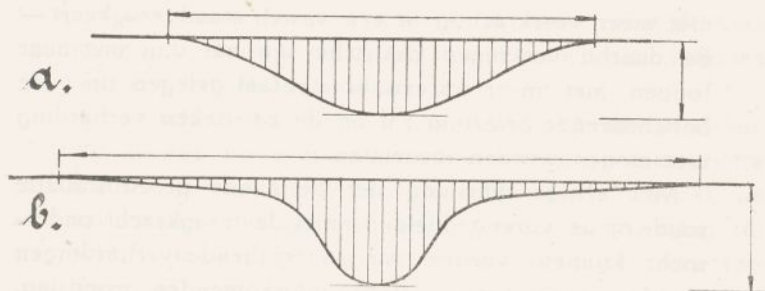


Fig. 5

Ten einde gegevens, aangaande de te onderzoeken drukverspreiding te verkrijgen, schijnt een doeltreffend middel het aanbrengen van z.g. drukcellen op verschillende plaatsen in de proefverharding en het waarnemen van de daardoor aan te geven drukken.

Door de N.I.W.V. wordt nagegaan of dergelijke drukcellen door bemiddeling van het „U. S. Bureau of Public Roads” kunnen worden verkregen, dan wel of voortbouwende op de door dit bureau ter zake opgedane ervaringen het doenlijk is dergelijke drukcellen hier te vervaardigen.

Indien de zoo te verkrijgen instrumenten voldoen, zullen dergelijke cellen bij de verder te verrichten drukproeven gebruikt worden voor bestudeering der drukverspreiding.

In de drukinstallatie aan te brengen wijzigingen.

10. Bij het nemen der proeven volgens bovengestipelde lijn, is het noodig, dat een zekere belasting vele malen en met voldoende nauwkeurigheid vlug kan worden aangebracht en weer opgeheven. Daartoe is de tot nu toe gevolgde methode van draaiing der vijzels ongeschikt. Deze werkwijze zal vervangen kunnen worden door het druk-uitoefenen op de olievulling van den

cylinder door een (olie)toevoerleiding waarin mechanisch (met pomp) of beter nog pneumatisch (met luchtdruk) *) olie geperst wordt.

De manometer, welke den cylinderdruk aangeeft, zal daarbij niet meer, zooals nu het geval is direct op den cylinder bevestigd mogen worden, maar zich moeten bevinden op de plaats, waar de oliepomp of luchtkraan bediend wordt, zoodat één persoon de regeling der belasting in de hand heeft.

Ter vermindering van het nablijven van den manometer dient alleen in den drukcylinder dikke olie te worden gebruikt en in de toevoerleidingen een vloeistof met kleine viscositeit, eventueel gedeeltelijk lucht.

De oliedichtheid van den plunjer in den drukcylinder dient door passende maatregelen te worden verhoogd. De afleesinrichting kan met een kleine wijziging voor maximum aflezingen worden ingericht, in welken vorm de noteeringen van gelijkmatiger nauwkeurigheid zullen zijn.

Als drukoverbrengend lichaam moet tusschen den cylinder en de verharding inplaats van een metalen plaat een (gedeelte van een) vrachtautoband (b.v. vulgummi) worden gebruikt. Daar bij verschillende belastingen ook deze band wordt ingedrukt en daarbij tevens het aanrakingsvlak met de verharding verandert, ware vooraf de grootte van deze indrukking en van het bijbehorend aanrakingsvlak op een proefpers in het Laboratorium voor Materiaalonderzoek van de B. O. W. te bepalen.

Het bij het verrichten van een groot aantal drukproeven op verschillende punten, zoo tijdroovende af- en opladen der belasting kan worden vermeden door de (onderling gekoppelde) vijzelfundeeringen op rollen (betonijzer) verplaatsbaar te maken over een paar rails. Door (verplaatsbare) schotten (bamboe afgedekt met bilik) moet gezorgd worden voor voldoende bescherming tegen wind.

*) Een andere reden tot het verkiezen eener pneumatische werkwijze is, dat ook voor de werking der drukcellen luchtdruk waarschijnlijk onontbeerlijk zal zijn.

11. De te beproeven verhardingsplaatsen behooren voldoende ver uit elkaar gelegen te zijn, om uit te sluiten, dat bij beproeving van één der plaatsen de daarbij in de verharding optredende werking zich zal uitstrekken tot binnen de gebieden, welke betrokken zullen worden bij het drukken der andere proefplaatsen. Voor een 30 cm. dikke verharding wordt als onderlinge afstand der proefplaatsen een minimum van 1.00 m. wenschelijk geacht.

Ten einde walsen der proefverharding gemakkelijk mogelijk te maken, ware deze in den vorm van een langgerekte strook te leggen met een breedte van b.v. 2,00 à 2,50 m. Wenscht men daarbij ook de begrenzing der verharding aan onderzoek te onderwerpen, dan ware deze breedte op 2,50 à 3,00 m. te stellen.

Ten slotte kunnen, als de te vervaardigen drukcellen praktisch goed bruikbaar blijken te zijn, onder eenige der proefplaatsen een aantal dezer drukcellen in de verharding ingebouwd worden.
