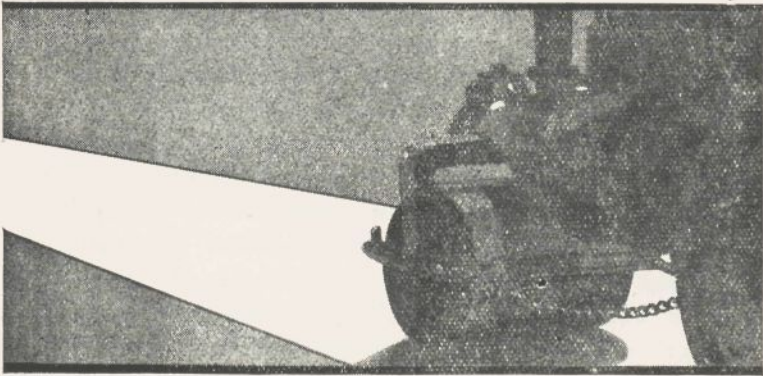


PUBLICATIE
VAN DE
NEDERLANDSCH-INDISCHE
WEGENVEREENIGING

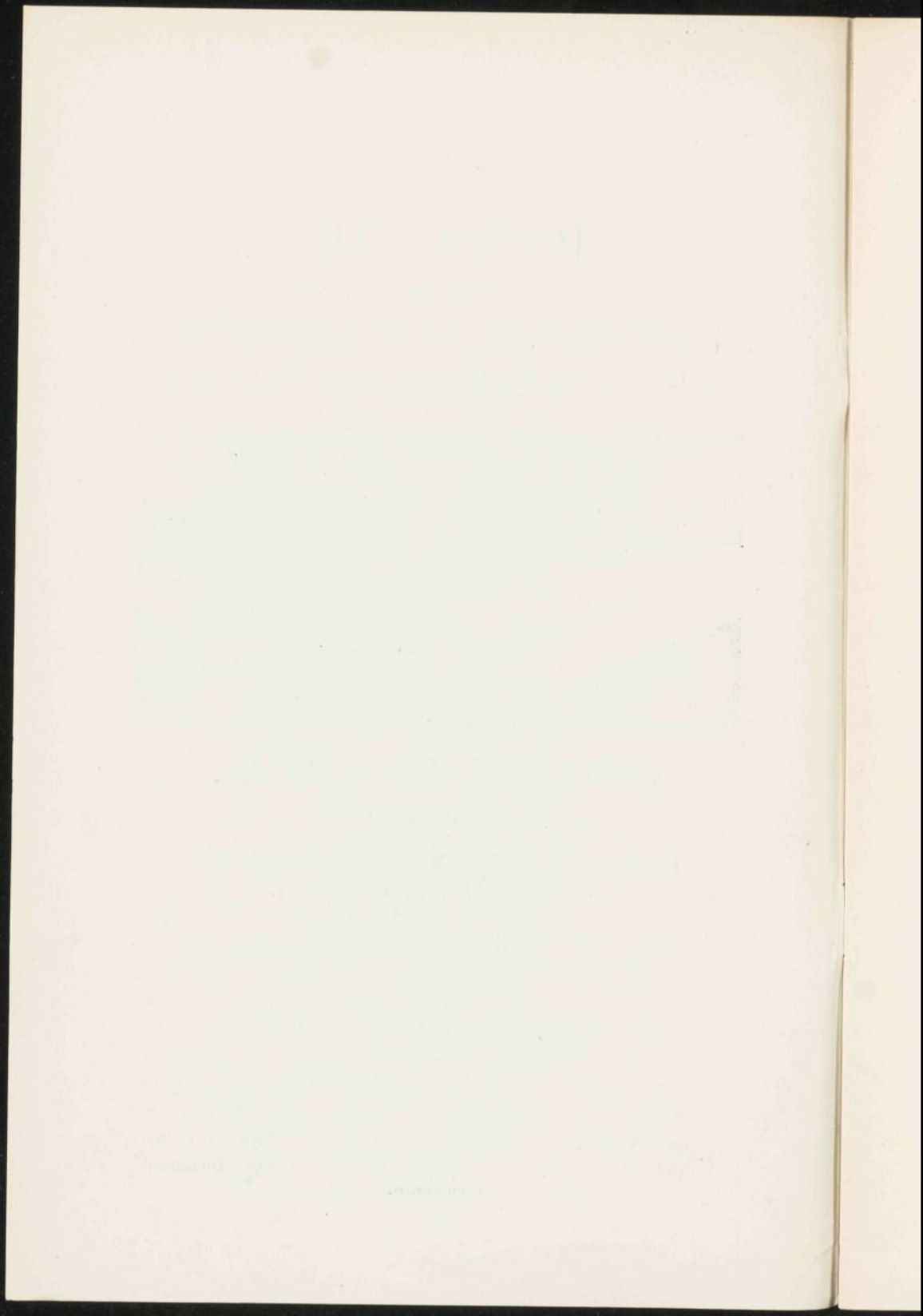


ONDERZOEK VAN ASPHALT.

No. 4.

INWENDIGE WRIJVINGSWEERSTAND
VAN ASPHALT(BITUMEN).





ONDERZOEK VAN ASPHALT.

No. 4.

INWENDIGE WRIJVINGSWEERSTAND VAN ASPHALT(BITUMEN).

Door Ir. W. J. Th. Amons is in het Laboratorium van Materiaalonderzoek van de B. O. W. een onderzoek verricht, verband houdende met de viscositeit van asphalt(bitumen). Dit onderzoek heeft resultaten opgeleverd, die in de eerste plaats voor een beter inzicht in de eigenschappen van dit materiaal van waarde zijn, doch daarnaast uitzicht geven op de mogelijkheid, dat op grond daarvan het toekomstig asphaltonderzoek op het betrokken punt vollediger en desondanks korter zal kunnen geschieden. Door de welwillendheid van het Laboratorium voornoemd is de N.I.W.V. in staat van het hier bedoelde onderzoek het volgende overzicht weer te geven.

1. Inleiding.

Bij het heden ten dage gebruikelijke onderzoek naar de fysische eigenschappen van asphalt(bitumen) worden o.a. meestal bepaald: de penetratie, het smeltpunt en de ductiliteit.

De daarbij te verkrijgen waarden zijn in absoluten zin echter geen constanten van het te onderzoeken materiaal. Hun grootte hangt n.l. geheel af van de wijze, waarop het betrokken onderzoek wordt uitgevoerd en slechts het feit, dat men deze onderzoekingswijze streng genormaliseerd heeft, verleent aan de uitkomst in relatieven zin de waarde van een constante, die bij het materiaal in kwestie behoort. Het streven, dat bij het hier beschreven onderzoek heeft voorgezeten is nu geweest, te komen tot een niet op arbitraire wijze vastgelegde, dus absolute constante van asphalt(bitumen);

een grootheid dus, die niet aan een bepaalde onderzoekingswijze gebonden is, maar alleen van den aard van het materiaal afhangt.

Zooals bekend, kan van een eigenlijk smeltpunt (in den waren zin des woords) bij asphalt niet gesproken worden. Zoowel de smeltpuntsbepaling volgens de „Ball and Ring”-methode, als die volgens „Krämer — Sarnow” zijn in wezen niet anders dan het vaststellen van een zekeren graad van vloeibaarheid onder speciale omstandigheden.

Ook de grootte der penetratie hangt in hoofdzaak af van de (dik)vloeibaarheid van het materiaal bij de vastgestelde onderzoekings-temperatuur, terwijl ten slotte ook bij het ductiliteits-onderzoek deze dikvloeibaarheid wellicht een rol speelt. Het lag daarom voor de hand in de eerste plaats een onderzoek in te stellen naar deze *viscositeit*, welke in de physica wordt aangegeven door den z.g. coëfficiënt van inwendige wrijving: η . Deze grootheid vormt een constante in de bekende wet van Poiseuille, betreffende de strooming van vloeistoffen in buizen en is des te grooter, naarmate de vloeistof meer dikvloeibaar is. De juistheid der formule van Poiseuille is herhaaldelijk getoetst met behulp van verschillende vloeistoffen, in viscositeit variëerende van af licht beweeglijke tot dikke oliën toe. Daarbij is geconstateerd, dat de grootheid bij een zelfde temperatuur inderdaad een materiaal-constante is en onafhankelijk is van den gebezigten buis-diameter, de buislengte en het drukverval, mits men blijft in het gebied, waarop de wet toepasselijk is, n.l. bij parallel-strooming, dus zoolang geen turbulentie optreedt.

Bedoelde formule van Poiseuille kan worden geschreven als :

$$\eta = \frac{\pi P r^4 t}{8 V l}, \text{ waarin :}$$

η = de coëfficiënt van inwendige wrijving der vloeistof;
 P = het drukverschil tusschen de beide einden van de buis,
waardoorheen de vloeistof stroomt, in dyne/cm²;

r = de inwendige straal van de buisdoorsnede, in cm.;

t = de doorstromingstijd, in seconden;

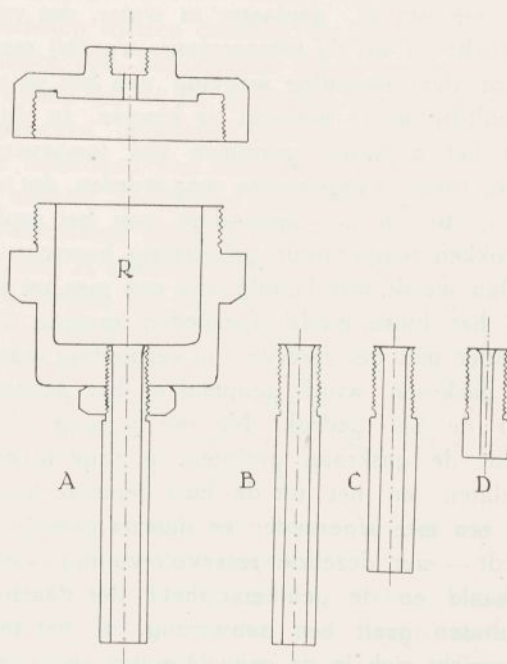
V = de uitgestroomde hoeveelheid vloeistof, in cm^3 ; en

l = de lengte van de buis, in cm.

Onderzocht is nu, of een zeer visceus materiaal als asphalt(bitumen) de wet van Poiseuille volgt en zoo ja, binnen welke grenzen dit geschiedt.

2. Apparatuur.

Bij vloeistoffen met kleine viscositeit kan de proef worden uitgevoerd met een nauwe glazen buis en met een drukverschil van enkele cm. waterdruk. Bij asphalt-(bitumen) is dit niet meer doenlijk, daar dan (bij normale temperatuur) in afzienbaren tijd slechts een zeer geringe hoeveelheid asphalt door de buis zou vloeien. Dus is een hoogere druk toegepast en het materiaal, waaruit



R = reservoir.

A, B, C en D = stroombuizen.

de buis bestaat, moest aan dezen hoogen druk weerstand kunnen bieden.

Als druk is gekozen 5 kg/cm^2 en als buismateriaal messing.

Vorenstaande teekening geeft een schematische afbeelding van het apparaat, bestaande uit een reservoir en vier bijbehorende stroombuizen. De druk is verkregen door middel van koolzuur, dat zich in een stalen cylinder bevindt, onder een spanning van ca. 5 kg/cm^2 .

3. Uitvoering der proef.

Het reservoir wordt voorzien van één der uitstrooingsbuizen, in verticalen stand gebracht en tot ongeveer de helft van de hoogte gevuld met gesmolten asphalt (bitumen). Dan wordt het in dezelfde houding, bevestigd aan een statief, geplaatst in water, dat van te voren gebracht is op de temperatuur, waarbij men den coëfficiënt der inwendige wrijving van het te onderzoeken asphalt (bitumen) wenscht te kennen. In dit water laat men het apparaat geruimen tijd (ongeveer één uur) staan, totdat aangenomen mag worden, dat in de geheele massa, tot in het inwendige van het asphalt toe, de betrokken temperatuur gelijkmatig heerscht.

Dan wordt met behulp van een mes het asphalt gelijk met het buisuiteinde afgesneden, waarna de koolzuurcylinder met het reservoir in verbinding wordt gebracht. De gaskraan wordt geopend en het asphalt langzaam door de buis gedrukt. Na een bepaald aantal minuten wordt de gaskraan gesloten, de druk in het reservoir afgelaten, en het uit de buis geperste asphalt-worstje met een mes afgesneden en daarna gewogen. De proef wordt — met dezelfde reservoir-vulling — eenige malen herhaald en de gelijkmatigheid der daarbij verkregen resultaten geeft een aanwijzing, of het temperatuurs-evenwicht zich in de geheele massa reeds in voldoende mate heeft ingesteld.

4. De resultaten.

In de in bijlage 1 gegeven tabel zijn de bij het onderzoek verkregen resultaten weergegeven. Ter wille van de overzichtelijkheid zijn de uitgestroomde hoeveelheden asphalt(bitumen) alle omgerekend op een drukverschil van 5 kg/cm^2 , nadat gebleken was, dat de doorgestroomde hoeveelheid werkelijk evenredig is aan de grootte van den aangebrachten druk. Uit de cijfers voor V voor verschillende temperaturen zijn toen berekend de waarden voor η , $1/\eta$ en $\log 1/\eta$ (bij die temperaturen). De eigenschappen van het gebezigde asphalt(bitumen) zijn in bijlage 2 vermeld. De grafieken 1 en 2 op blz 6 en 7 geven het verloop aan van $1/\eta$ en $\log 1/\eta$ bij verschillende temperaturen voor de proeven, met de vier verschillende stroombuizen A, B, C en D.

5. Beschouwing der resultaten.

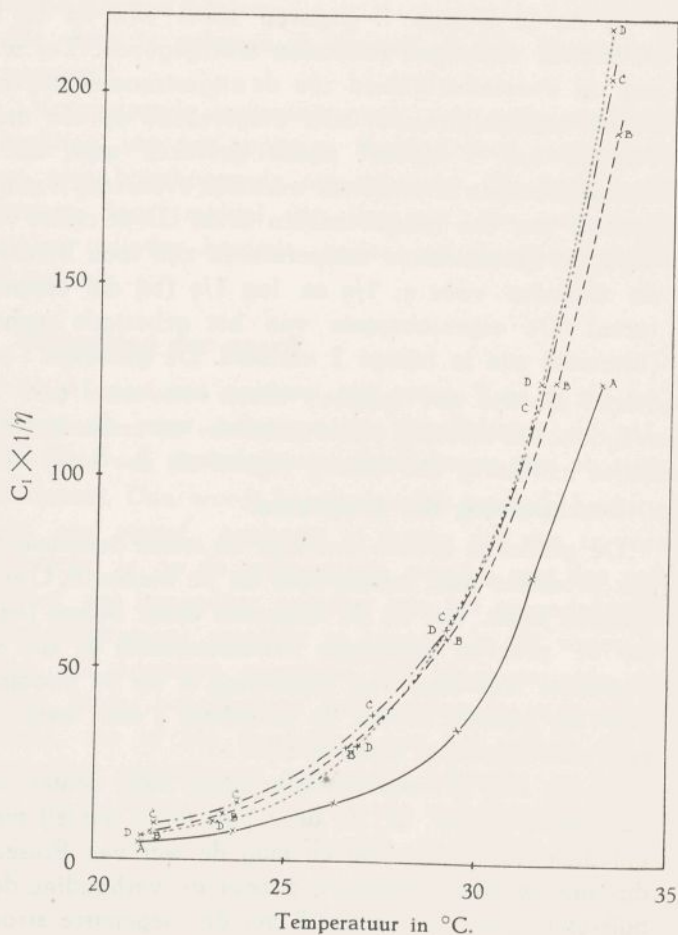
De grafieken toonen duidelijk de sterke overeenkomst der krommen aan, behorende bij de buizen B, C en D. Daaruit blijkt, dat bij de dimensies dezer buizen (en de bij de proeven gebezigde stroomsnelheid) de wet van Poiseuille inderdaad van toepassing is op de strooming van het asphalt, zoodat de grootheid η een werkelijke materiaal-constante blijkt te zijn.

De bij buis A behorende kromme wijkt echter sterk van de overigen af. Bij deze buis (wijd model) treedt blijkbaar turbulentie op en mag de wet van Poiseuille dus niet worden toegepast, zoodat de verhouding dezer buis-afmetingen (in verband met de toegepaste stroomsnelheid) reeds eenige aanwijzing geeft, omtrent de grens der geldigheid van genoemde wet.

Aan de verkregen resultaten kunnen nog eenige nadere beschouwingen worden vastgeknoopt.

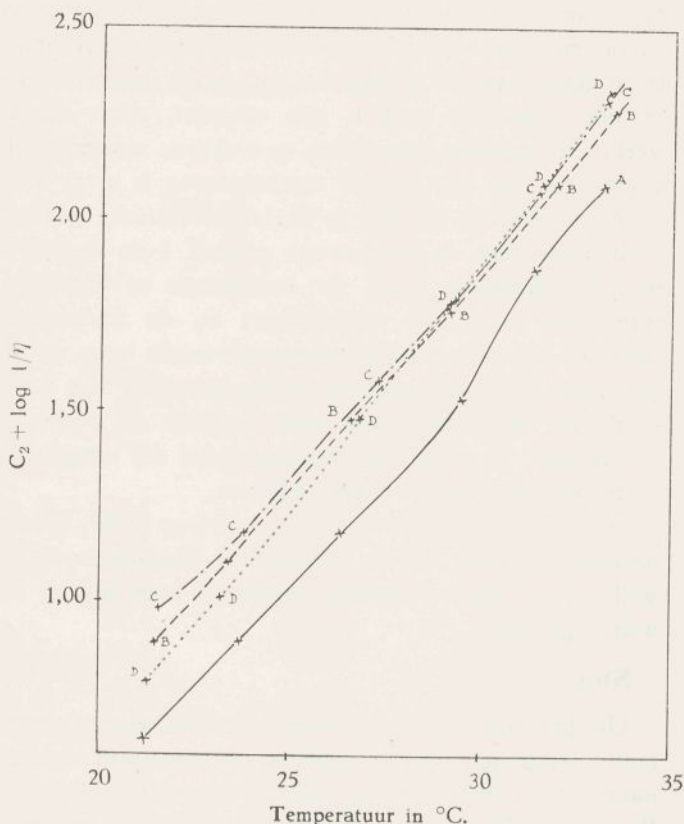
De krommen in grafiek 1 geven aan de *dunvloeibaarheid* of weekheid ($1/\eta$) van het onderzochte asphalt bij verschillende temperaturen, dus ook de verandering der weekheid met de temperatuur. De bij een bepaalde temperatuur (b.v. bij de gemiddeld in de wegverharding

Grafiek 1.



door het asphalt ondervonden temperatuur) behoorende ordinaat en hellingshoek der kromme geven dus aanwijzingen omtrent de alsdan bestaande weekheid van het asphalt en omtrent de mate, waarin deze weekheid aan verandering onderhevig kan zijn. Onderzoek van verschillende asphalten kan leeren, of in dit opzicht aanmerkelijk onderscheid bestaat, waarna onderzocht dient te worden, welk verloop der weekheidskromme voor de praktijk het meest gunstig is te achten.

Grafiek 2.



Worden de beschreven proeven bij hogere temperaturen voortgezet, tot aan het „smelpunt” van het betrokken asphalt toe, dan zal wellicht kunnen worden nagegaan, of dit z.g. smelpunt iets meer dan zuiver arbitrair is, hetgeen zal blijken als daarbij een abnormale stijfheidsverandering in de weekheidskromme wordt gevonden.

De lijnen in grafiek 2, waar niet de weekheid ($1/\eta$) maar haar logarithme ($\log 1/\eta$) is uitgezet, verlopen praktisch als rechten. Nu dient nog te worden nagegaan, tot welke temperatuursgrens deze rechte zich voortzet en of dit interessante verschijnsel zich ook bij andere asphalten voordoet. Indien dit laatste het geval is, dan beteekent

dat een voordeel voor het onderzoek van asphalt. Men zou dan bij proeven op viscositeits-gebied kunnen volstaan met den coëfficiënt van inwendige wrijving bij twee temperaturen te bepalen en, nadat beide waarden in een passende grafiek zijn uitgezet, door de twee verkregen punten een rechte te trekken, waaruit dan de viscositeit bij alle andere temperaturen is af te leiden.

Waarschijnlijk is, dat in de logarithmische grafiek 2 duidelijker dan in de gewone grafiek 1 de ligging der weekheidskromme t.o.v. de horizontale en verticale as typeerend voor een asphaltsoort en de beoordeeling daarvan zal zijn, terwijl tevens verwacht mag worden, dat eenig bijzonder verloop in de nabijheid van het z.g. smeltpunt hier duidelijker aan het licht zal treden dan in grafiek 1, waar de krommen bij die temperatuur reeds een zeer steil verloop hebben.

De uitvoering der proeven heeft de heer P.W. Mannot, destijds assistent bij de Technische Hoogeschool, welwillend op zich genomen, waarvoor hem hierbij dank wordt gezegd.

6. Slot.

Uit het bovenstaande blijkt, dat deze eerste proeven reeds eenig licht geven omtrent de wijze van onderzoek naar en de beoordeeling van de viscositeit bij asphalt-(bitumen). Van groot belang zou het zijn, indien ook een zeker verband kon worden gelegd tusschen het nu nog veelal afzonderlijk beschouwde „smeltpunt” en de „penetratie” en indien wellicht ook de „ductiliteit” hierbij zou kunnen worden betrokken.

Ten einde tot zulke, ook voor de praktijk, waardevolle resultaten te geraken is het de bedoeling op den ingeslagen weg het onderzoek voort te zetten in samenwerking tusschen het Laboratorium voor Materiaal-onderzoek en de N. I. W. V.

Bijlage 1.

Waarnemingen.

Buis-afmetingen:		lengte	inw. diam.	
		l	d	1/d ⁴
		cm.	cm.	
Buis A		8,05	0,81	18,7
" B		8,05	0,62	54,4
" C		6,03	0,62	41,8
" D		2,85	0,29	403,—

	Temp. in °C.	Uitgevloeide hoeveelheid per min. in grammen (druk = 5 atm.)		$c_1 \times 1/\eta$	$c_2 + \log 1/\eta$
Buis A	21,2	0,029	4,4	0,643	
	23,7	0,053	8,0	0,903	
	26,3	0,102	15,3	1,185	
	29,5	0,228	34,2	1,534	
	31,4	0,498	74,5	1,872	
	33,2	0,835	125,—	2,097	
Buis B	21,5	0,018	7,8	0,892	
	23,4	0,029	12,6	1,100	
	26,6	0,068	29,6	1,471	
	29,2	0,134	58,3	1,766	
	32,0	0,288	125,—	2,097	
	33,5	0,440	191,—	2,281	
Buis C	21,6	0,029	9,7	0,987	
	23,8	0,046	15,4	1,188	
	27,3	0,115	38,3	1,583	
	29,3	0,186	62,1	1,793	
	31,5	0,355	118,—	2,072	
	33,3	0,615	205,—	2,312	
Buis D	21,3	0,00194	6,3	0,799	
	23,2	0,00320	10,3	1,013	
	26,9	0,00936	30,2	1,480	
	29,2	0,0189	60,9	1,785	
	31,6	0,0388	125,—	2,097	
	33,3	0,0675	218,—	2,338	

Bijlage 2.

Analyse van het gebezigde asphalt.

Algemeen karakter :

Homogeen, vast, glimmend zwart, bij verhitting tot 110° C.
goed vloeibaar, met een asphaltreuk.

Chemische analyse :

Totaal bitumen, oplosbaar in CS₂: 99,72 %.

Fysische constanten :

Penetratie (100 g. 5 sec.) volgens A. S. T. M.

standaardmethode bij 25° C.: 39

Smeltpunt, A. S. T. M., Ball en Ring: 55,3° C.

Ductiliteit, A. S. T. M. bij 25° C.: 110 cm.

2.

C.

0.

C.

1.

