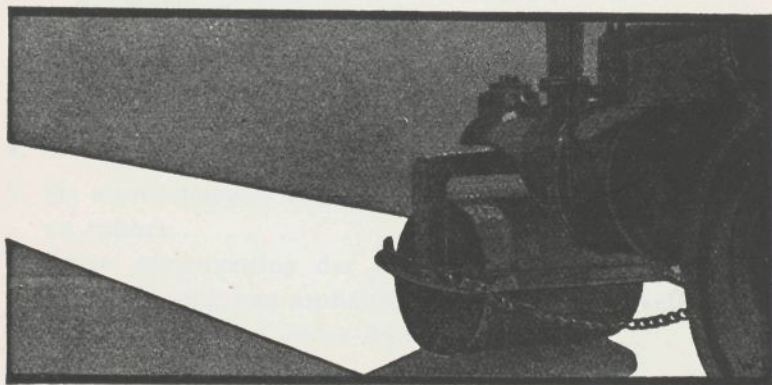


# **PUBLICATIE**

**VAN DE**

## **NEDERLANDSCH - INDISCHE WEGENVEREENIGING**

**CENTRAAL PROEFSTATION EN STUDIE-  
BUREAU OP WEGENGEBIED.**



### **8<sup>ste</sup> INTERNATIONALE WEGENCONGRES**

#### **No. 5**

#### **Prae-advies over Vraag 1 C :**

Wegdekken van bijzondere materialen als gietijzer, staal en rubber.

#### **Rubber voor Wegendoeleinden.**

uitgebracht door

**Dr. Ir. Th. G. E. Hoedt**

Directeur van het Proefstation  
WEST-JAVA  
te Buitenzorg  
en

**Ir. G. J. van der Bie**

Ingenieur aan de Afd. Rubber Research  
van het Proefstation WEST-JAVA  
te Buitenzorg.

**Jhr. Ir. C. Ortt**

Hoofdingenieur van de  
Ned.-Ind. Wegenvereniging  
te Bandoeng

en

**Ir. R. E. Kerkhoven**

Ingenieur van de  
Ned.-Ind. Wegenvereniging  
te Bandoeng.

L. G. NIX & CO. BANDOENG

PUBLICATION  
VOLUME  
NEDERLANDSCH-INDISCHE  
WISSENSVEREENIGING  
CENTRAAL INSTITUUT FOR STUDIE  
BUREAU OP WEGEN 10



INTERNATIONALE WISSENSVEREENIGING  
No. 2

Publicatie van 1911

Uitgever: J. H. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

De D. J. van der Stoep

# RUBBER VOOR ASFALTBITUMEN EN DOELEINDEN.

## Inhoud.

|                                                                                                                    | Pag. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Inleiding . . . . .                                                                                             | 3    |
| 2. Reeds in Ned. Indië verrichte proeven. . . . .                                                                  | 4    |
| 3. Tot nu toe bekende wijzen van rubbergebruik in wegdek-<br>ken in verband met mogelijke toepassing in Ned. Indië | 5    |
| a. Rubberblokken . . . . .                                                                                         | 5    |
| b. Rubbermatten . . . . .                                                                                          | 6    |
| c. Latex met vulstoffen en/of andere ingredienten .                                                                | 6    |
| d. Asphaltbitumen gemengd met rubber . . . . .                                                                     | 7    |
| 4. De menging van asphaltbitumen en rubber . . . . .                                                               | 8    |
| 5. De eigenschappen van mengsels uit asphaltbitumen .<br>en rubber . . . . .                                       | 10   |
| Korte samenvatting der verkregen resultaten                                                                        | 15   |
| 6. De toepassing van asphaltbitumen-rubbermengsels<br>als wegbedekking onder de slijtmachine . . . . .             | 15   |
| 7. Praktijktoepassingen van asphaltbitumen-rubbermeng-<br>sels op gewone wegen . . . . .                           | 21   |
| 8. De proeven met latex-cementmengsels . . . . .                                                                   | 23   |
| a. De mengmethode . . . . .                                                                                        | 23   |
| b. De duurzaamheid . . . . .                                                                                       | 24   |
| c. De hechting . . . . .                                                                                           | 24   |
| d. Slijtproeven met de kleine slijtmachine . . . . .                                                               | 25   |
| 9. Samenvatting der verkregen resultaten . . . . .                                                                 | 28   |
| 10. Literatuuropgave . . . . .                                                                                     | 30   |

# Inhoud.

| Pag. |                                                                                                                             |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 1. Inleiding . . . . .                                                                                                      |
| 4    | 2. Doel en methode van het onderzoek . . . . .                                                                              |
| 5    | 3. De reeds bekende wijzen van toepassing van asfalt-<br>asfalt in verband met mogelijke toepassing in Ned. Indië . . . . . |
| 5    | 4. Asfaltbetonnen . . . . .                                                                                                 |
| 5    | 5. Asfaltbetonnen . . . . .                                                                                                 |
| 6    | 6. Asfaltbetonnen met andere bestanddelen . . . . .                                                                         |
| 7    | 7. Asfaltbetonnen gemengd met rubber . . . . .                                                                              |
| 8    | 8. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                    |
| 10   | 9. De eigenschappen van mengsels uit asfaltbetonnen<br>en rubber . . . . .                                                  |
| 12   | 10. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 12   | 11. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 12   | 12. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 13. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 14. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 15. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 16. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 17. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 18. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 19. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 20. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 21. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 22. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 23. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 24. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 25. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 26. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 27. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 28. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 29. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |
| 13   | 30. De toepassing van asfaltbetonnen in verband . . . . .                                                                   |

## **RUBBER VOOR WEGENDOELEINDEN.**

### **1. Inleiding.**

In onderstaand prae-advies worden behandeld de resultaten van onderzoekingen naar het gebruik van rubber in wegdekken, welke in 1936 en 1937 op instigatie der Ned.-Indische Regeering verricht werden door de afdeeling Rubber-Research van het „Proefstation West-Java” en de „Ned.-Ind. Wegenvereniging” (N.I.W.V.). Deze lichamen vormen in Ned.-Indië de centra van resp. het rubber-chemisch en het wegentechnisch wetenschappelijk onderzoek.

Deze onderzoekingen werden ingesteld speciaal met het oog op het VIIIste Internationale Wegencongres, doch gehoopt en vertrouwd wordt, dat deze eerste onderzoekingen de inleiding zullen vormen van een in Indië over grooter tijdsverloop doorgezette en daardoor vollediger studie van rubber voor wegendoeleinden.

Het onderzoek werd het laatste kwartaal van 1936 aangevangen.

Het rubber-chemisch onderzoek is bij het Proefstation West-Java te Buitenzorg onder leiding van Dr. Ir. Th.G.E. Hoedt door Ir. G.J. van der Bie verricht; het wegen-technisch onderzoek bij de Ned.-Ind. Wegenvereniging te Bandoeng onder leiding van Jhr.Ir.C.Ortt door Ir. R.E. Kerkhoven. In afwachting van de komst van Ir. van der Bie uit Europa werden gedurende de maanden October en November 1936 door Dr. G.M. Kraay en Ir. J.W. van Dalfsen voorbereidende onderzoekingen verricht. Daar beide gedeelten van het onderzoek elkaar nauw raken, werd afgezien van een afzonderlijke bespreking beider werkzaamheden en werd dit prae-advies in samenwerking opgesteld.

## 2. Reeds in Ned.-Indië verrichte proeven.

Reeds vóór het hier bedoelde systematische onderzoek werd aangevangen, had men in de jaren 1931 t/m 1934 in Ned.-Indië enkele verspreide proefnemingen gedaan t.a.v. het verwerken van rubber in wegdekken.

In 1931 werd door den heer Björklund te Malang, bij den aanleg van een sheetasphalt-slijtlaag, latex verwerkt. Daarbij werden afwisselend lagen sheetmengsel en latex opgebracht. Het gedrag van dit wegdek onderscheidde zich niet van dat bij normaal sheetasphalt.

In 1931 werd in Telokbetong, volgens een door Dr. Ir. Hoedt en Jhr. A. J. B. van Suchtelen aangegeven systeem een laag van rubber-asphalttegels gebezigd als tusschenlaag onder een dek van natuurasphalt. Deze constructie voldeed niet.

In 1933 werd door de Bataafsche Petroleum Maatschappij onder den naam van Colastex in den handel gebracht een snelbrekende asphaltbitumen-emulsie, waaraan met ammonia gestabiliseerde latex was toegevoegd (5 dln droge rubber op 100 dln asphaltbitumen). Dit product voldeed goed, doch de voordeelen ervan boven zuivere emulsie waren niet evident.

In 1933 werd door den heer O. M. Wieringa te Kendalredjo (Oost-Java) een proef genomen met door hem vervaardigde tegels, bestaande uit latex en minerale stoffen, als bestrating. De afmetingen der tegels waren  $13 \times 13 \times 3$  cm; het s. g. ca. 2,6. De tegels werden met asphaltbitumen als kitmiddel gelegd op een bestaande onderlaag. Deze bestrating hield zich goed.

Voorts werden door den heer J. G. Cöster, hoofd-administrateur van de Rubber Cultuur Mij. „Amsterdam” proefnemingen gedaan met toepassing van rubber in een soort plaveisel.

In 1933 en '34 werden door den heer B. W. H. Fermin enkele stukjes slijtlaag gelegd met latex, voorzien van vulcanisatie-ingrediënten en minerale stoffen. Deze slijtlagen voldeden niet, daar ze te spoedig afsleten; ze bleven echter goed aan de onderlaag hechten en vertoonden geen scheuren.

### 3. Tot nu toe bekende wijzen van rubbergebruik in wegdekken, in verband met mogelijke toepassing in Ned.-Indië.

Tot nu toe is rubber in wegdekken op de volgende wijzen toegepast.

#### a. Rubberblokken.

De bestrating met rubberblokken is vooral in Engeland ontwikkeld. Met dergelijke blokken is het tegenwoordig mogelijk een wegdek te verkrijgen, dat aan zeer sterk verkeer weerstand kan bieden en daarbij buitengewoon weinig afslijt. Als overige voordeelen worden genoemd het trillingdempend vermogen en het weinig stof veroorzakend, gemakkelijk te reinigen oppervlak.

Verschillende fabrikaten, van rubberblokken zijn ontwikkeld, waarvan de voornaamste zijn ;

het Cowper Block, het Cresson Block,

het Gaisman Block, en het North British Block.

Met uitzondering van het Cowper Block vertoonen al deze soorten één zelfden constructie-aard, nl. een harde onvervormbare basis, daarop bevestigd een laag harde rubber (eboniet), voorzien van een daaraan door vulcanisatie gehechte toplaag van elastische rubber.

Het groote nadeel van rubberblok-bestratingen ligt in den zeer hoogen prijs daarvan. Zulks wordt niet in de eerste plaats veroorzaakt door de kosten van den in de blokken verwerkten rubber, doch ook de fabrikage is zelf kostbaar. Deze hooge kosten — enkele tientallen guldens per m<sup>2</sup> — doen een rubberblokbestrating slechts verantwoord zijn bij zeer zwaar en intensief verkeer; in Ned.-Indië moet toepassing daarvan ook op economische gronden uitgesloten worden geacht.

Daar bovendien in Engeland t.a.v. deze bestratingssoort reeds jaren is geëxperimenteerd en deze rubberblokken technisch reeds tot een betrekkelijk hoog peil zijn ontwikkeld, werd het

onjuist geacht op dit gebied in Ned.-Indië onderzoekingen te verrichten.

### **b. Rubbermatten.**

In Londen, Parijs en Kuala Lumpur (Malakka) is beproefd rubbermatten (of -vellen) op een wegonderlaag te bevestigen. De principieele en tot nu toe bij zwaar verkeer onoverkomelijk gebleken moeilijkheid bij deze werkwijze is, dat de aanhechting van deze matten aan de onderlaag niet sterk genoeg blijkt te zijn om weerstand te kunnen bieden aan de krachten, die het verkeer veroorzaakt.

Bij een dergelijke constructie moet dit bezwaar zich voordoen, gezien den plotseligen overgang van de dunne, vervormbare bovenlaag op de hardstarre onderlaag. Teneinde deze moeilijkheid op te lossen, heeft men bij het rubberblok de sterkst mogelijke hechting van de beweeglijke bovenlaag aan het eboniet toegepast, nl. vulcanisatie daarvan aan het eboniet, waardoor tevens eenigszins een geleidelijke overgang van zacht naar hard materiaal wordt verkregen. Men zou dus om deze moeilijkheid te boven te komen praktisch bruikbare kitmiddelen moeten hebben van veel grooter hechtvermogen (zoowel t. o. v. de rubbermat als van het onderlaagmateriaal) dan thans beschikbaar zijn. De sterk uiteenlopende aard dezer beide lagen maakt dit vraagstuk moeilijk op te lossen.

Bovendien zijn ook van rubbermatten de kosten vrij hoog (5-10 gld/m<sup>2</sup>), zoodat op deze beide gronden ook deze werkwijze in Ned.-Indië niet verder in studie is genomen.

### **c. Latex met vulstoffen en/of andere ingrediënten.**

Latex is op verschillende wijzen gebezigd als bestanddeel van rubberwegen.

Ten eerste als bindmiddel in blokken en tegels of voor gedeelten daarvan. Bestratingen hiermede lijden in zekere mate

aan hetzelfde euvel als de boven onder *a* behandelde rubberblokken, nl. te groote kosten per m<sup>2</sup> wegoppervlak. Toch dient vermeld, dat de in par. 2 beschreven latex-tegels van den heer Wieringa, gelegd op den weg niet meer dan f 4.50 per m<sup>2</sup> kostten, hetgeen voor een rubberhoudende bestrating laag is te noemen. Desondanks werd deze prijs voor Indië te hoog geacht en daarom werd in deze richting niet verder geëxperimenteerd.

De tweede wijze van latex-verwerking is, dat dit materiaal, al dan niet vermengd met vulcanisatieingredienten en vulstoffen, op een bestaande wegverharding wordt uitgestreken en daar in het werk de rubberslijtlaag vormt. Deze methode komt speciaal in aanmerking voor de landen, welke latex produceeren. In Singapore, Kuala Lumpur en Penang zijn dan ook daarmede proeven genomen. Ook hierbij is de aanhechting van het te vormen rubberdek aan de onderlaag een der grootste moeilijkheden, terwijl tevens veelal last is onderhouden van scheuren, doordat het latex-mengsel bij opdroging krimpt. De door den heer Fermin te Buitenzorg op een dergelijke wijze gelegde proefstukken bleken echter juist inzake hechting en scheurvorming zoo gunstig te zijn, dat besloten werd deze werkwijze-Fermin verder te onderzoeken.

#### **d. Asphaltbitumen gemengd met rubber.**

Het was reeds verscheidene jaren bekend, dat door toevoeging van kleine percentages rubber aan asphaltbitumen, de eigenschappen van dit laatste materiaal in belangrijke mate beïnvloed worden, t.w. het asphaltbitumen minder vloeibaar wordt en eenigszins elastische eigenschappen krijgt. Waar dergelijke veranderingen in het asphaltbitumen als wegmateriaal van voordeel zouden kunnen zijn, werd besloten ook deze gebruikswijze van rubber in het onderzoek te betrekken.

Op grond van hetgeen boven onder *a* t/m *d* is medege-  
deeld, zijn bij het onderhavige onderzoek twee wijzen van  
verwerking van rubber nagegaan, nl. die met op de wegverhar-  
ding uitgestreken latex en die met menging van asphalt-  
bitumen en rubber.

Wegens hangende octrooi-aanvragen kon t.a.v. de latex-  
methode eerst op lateren datum met het onderzoek worden  
aangevangen. Aanvankelijk werd daarom met het onderzoek  
van asphaltbitumen-rubbermengsels (hier verder aan te duiden  
als A. R.-mengsels) begonnen.

#### **4. De menging van asphaltbitumen en rubber.**

In het onderhavige geval gaat het om het mengen van een  
kleine hoeveelheid rubber door asphaltbitumen. Om dit doel  
te bereiken kan men een der volgende methoden toepassen.

- a. asphaltbitumen-emulsie mengen met latex en het meng-  
sel laten coaguleeren of indrogen;
- b. latex toevoegen aan gesmolten asphaltbitumen en onder  
voortgezette verwarming roeren tot het water, afkomstig  
van de latex, verdampt is;
- c. latex toevoegen aan koud-vloeibaar cutback-asphaltbitu-  
men en eventueel verwarmen;
- d. een solutie van rubber in een organisch oplosmiddel toe-  
voegen aan gesmolten asphaltbitumen en eventueel ver-  
hitten tot het oplosmiddel grootendeels verdampt is;
- e. fijn verdeelde, al dan niet ge vulcaniseerde rubber, z.g.  
rubberpoeder, toevoegen aan gesmolten asphaltbitumen;
- f. rubberpoeder toevoegen aan koud vloeibaar cutback-  
asphaltbitumen: en
- g. een suspensie van onge vulcaniseerd rubberpoeder in een  
fluxolie toevoegen aan gesmolten asphaltbitumen.

Over de voor- en nadeelen van bovengenoemde methoden  
kan het volgende worden opgemerkt.

*Ad. a.* Deze werkwijze geeft een zeer goede dispersie van den rubber in het asphaltbitumen en is daarom voor onderzoek in het laboratorium aan te bevelen. Voor toepassing in het groot is het bezwaar, dat de prijs van asphaltbitumen-emulsie, berekend op het bitumengehalte, hoog is (ca. het dubbele) in vergelijking met zuiver asphaltbitumen.

*Ad. b.* Het bezwaar van deze werkwijze is het schuimen, dat plaats vindt bij verdamping van het water uit de latex. Met het oog hierop is langdurig roeren bij niet te hoog temperatuur noodig. Zou het mogelijk zijn dit bezwaar door een passend ingerichte menginstallatie te ondervangen, dan zou wellicht deze mengmethode ingang kunnen vinden.

*Ad. c.* Het bezwaar van deze menging is, dat de bij de latex hiervoor noodzakelijke stabilisatoren te hooge kosten veroorzaken.

*Ad. d.* Deze methode is praktisch op groote schaal niet bruikbaar, daar rubber om te kunnen oplossen in een organisch oplosmiddel, eerst geplasticeerd moet worden, hetgeen te groote kosten medebrengt. Bovendien is de prijs van dergelijke oplosmiddelen hoog en zijn zij meestal brandgevaarlijk.

*Ad. e. en f.* Het gebruik van rubberpoeders levert technisch betere vooruitzichten. Voor een goede menging dient het poeder fijn te zijn en om bezinken in het asphaltbitumen te voorkomen, een niet te laag rubbergehalte te hebben.

*Ad. g.* Voor deze mengmethode moet de fluxolie zoo gekozen worden, dat het rubberpoeder in suspensie blijft en niet te zeer zwelt, daar anders het mengen later bemoeilijkt wordt (zie Ned. octrooi No. 36887). Ook bij de gewone asphalt-bitumina zullen waarschijnlijk de eigenschappen der olieachtige fracties de zwelling van de rubberkorrels en daarmee de verwerkbaarheid van het mengsel beïnvloeden.

Op grond van bovenstaande overwegingen werden voor de eerste proeven in Ned.-Indië de mengmethoden *a*, *b* en *e*

gekozen. Wel werd voorzien, dat het economische bezwaar van werkwijze *a* (hooge prijs van asphaltbitumen-emulsie) de toepassing in het groot meestentijds in den weg zou staan, doch waar aanvankelijk in Ned.-Indië niet kon worden beschikt over rubberpoeder, gaf methode *a* een gemakkelijke werkwijze om een A. R.-mengsel te verkrijgen en zoo de eigenschappen daarvan te kunnen onderzoeken.

De werkwijze *b* werd in het laboratorium gebezigd, teneinde nadere contrôle mogelijk te maken op de resultaten, verkregen bij het onderzoek van de uit latex en asphaltbitumen-emulsie vervaardigde mengsels.

Zoodra in Ned.-Indië vervaardigd rubberpoeder voor experimenteele doeleinden beschikbaar kwam (medio 1937) werd het onderzoek met de mengwijze *e* ter hand genomen. De korte tijdsduur, die hierna voor het afsluiten van dit rapport beschikbaar bleef, is de oorzaak, dat met de onder *f* genoemde mengwijze nog niet geëxperimenteerd is.

## **5. De eigenschappen van mengsels uit asphaltbitumen en rubber.**

Reeds gepubliceerde onderzoeken over dit onderwerp door Jhr. Ir. F. C. van Heurn en M. A. Begheyn, W. S. Davey, Ir. J. G. Fol en Ir. J. A. Plaizier (zie literatuuropgave) leerden in hoofdzaak het volgende. Menging van onge vulcaniseerden en ge vulcaniseerden rubber met asphaltbitumen bij betrekkelijk lage temperaturen verhoogt het verweekingspunt van het asphaltbitumen, verlaagt de penetratie en vermindert de neiging tot vloeien van laatstgenoemd materiaal. Bij menging boven een bepaalde temperatuurgrens en zelfs bij langdurige verhitting beneden die grens kan het mengsel zachter en vloeibaarder worden dan het asphaltbitumen aanvankelijk was, waarschijnlijk door ontleding van den toegevoegden rubber.

Bij het onderhavige werk werd ten eerste het onderzoek naar de eigenschappen van A.R.-mengsels uitgebreid tot eenige

punten, die bij de vroegere onderzoeken slechts vluchtig, of in het geheel niet, waren nagegaan (ductiliteit en hechtcracht t.o.v. minerale stof) en tevens is onderzocht de duurzaamheid der aanvankelijk geconstateerde eigenschappen, om, op grond van de zoote verkrijgen resultaten, de beste mengsels te kunnen kiezen voor wegentechnische praktijkproeven.

De gebruikte latex was een roomlatex van ca. 50% rubbergehalte, welke door oproomen van tuinlatex met behulp van konnyaku-meel volgens Ned. Octrooi 37288 was verkregen. Als anticoagulant bevatte deze latex 5 à 6 gram  $\text{NH}_3$  per liter.

Voor de vulcanisatie werden aan deze latex toegevoegd per 100 gram rubber:

- 2 gram zwavel,
- 2 gram zinkoxyde,
- 1 gram Vulkacit P extra N. (versneller) en
- 1 gram Agerite Powder (antioxydant),

in den vorm van een waterige dispersie (met caseïne als dispergator).

Het latexmengsel, dat een rubbergehalte van ca. 45% bezat, werd gedurende 2 uren bij 70 °C ge vulcaniseerd.

De gebezigde mengverhoudingen liepen bij enkele proeven van 0-100 dln rubber op 100 dln asphaltbitumen; het grootste gedeelte van het onderzoek bleef beperkt tot mengsels met max. 15 dln rubber.

Onderzocht werden:

- a. de penetratie, zoowel met de normale „scherpe” naald alsook met een „stompe” naald met een grondvlak van 1 cm diameter;
- b. het verweekingspunt (B en R);
- c. de ductiliteit;
- d. de elasticiteit;
- e. de vloeilengte;
- f. de hechtcracht en/of het bindend vermogen; en
- g. de viscositeit der emulsies.

De hechtkracht of het bindend vermogen werd op vier verschillende beproevingsmethoden onderzocht.

- 1e. Op de wijze zooals door Fol en Plaizier\*) met emulsie-mengsels is geschied. Met deze methode werden evenwel geen resultaten verkregen, welke overeenkwamen met die van de andere experimenten.
- 2e. Op de achterzijde van portlandcementtegels werden de verschillende emulsie-mengsels uitgestreken en aan de lucht ingedroogd. Op eenvoudige wijze, door betasting met de vingers, werd getracht een indruk te verkrijgen van de hechting aan de tegels.
- 3e. Twee tegels werden met de achterzijden op elkaar gekleefd met een zoo klein mogelijke hoeveelheid emulsie-mengsel (7.5 g op 225 cm<sup>2</sup>). Na droging in den oven werden de proefstukken in een trekmaschine afgeschoven en het krachtverloop grafisch opgeteekend.
- 4e. Een methode waarbij wordt bepaald de stabiliteit van standaardmengsels mineraal-aggregaat, gebonden met de verschillende A.R.-mengsels (op een principe, analoog aan dat van de bekende stabiliteitsproeven van Hubbard-Field). Hiertoe werden eerst in een speciaal daarvoor geconstrueerde walsmachine monsterbrooden vervaardigd uit bindmiddel en mineraal-aggregaat, welke in een druk-machine werden belast en daarbij het verloop van de uitgeoefende drukkracht grafisch opgeteekend.

Ter beproeving van de duurzaamheid der vorenbedoelde eigenschappen werd het materiaal op drie verschillende wijzen aan verhitting blootgesteld en wel:

- a. 3 uur bij 100°C in een zuurstof-atmosfeer onder een druk van 25 kg/cm<sup>2</sup>;

---

\*) Zie literatuuropgave.

- b. achtereenvolgens in totaal 3 dagen, 1, 2, 4 en 8 weken bij 60° C in normale atmosfeer; en
- c. 5 uur bij 163° C in normale atmosfeer.

(De onder *a* en *b* aangegeven beproevingswijzen werden gekozen, teneinde te blijven beneden een temperatuur, waarbij de rubber noemenswaardig aangetast zou worden).

Bij het bereiden van de A.R.-mengsels voor onderzoek, deden zich, als deze mengsels uit latex-bitumenemulsies afgescheiden moesten worden, bijzondere complicaties voor. Voor de bereiding werden toegepast:

het uitdampen op een waterbad (90° C);

het na uitdampen op een waterbad in den oven uitdrogen bij 125° C; het uitvlokken met alcohol en daarna uitdampen op een waterbad.

Deze onderscheiden bereidingswijzen der monsters bleken op de eigenschappen der A.R.-mengsels belangrijken invloed te hebben. Eveneens kunnen deze eigenschappen zich wijzigen met den tijd, welke verloopt tusschen bereiding en beproefing. Laatstbedoelde veranderingen waren 24 uur na de bereiding grootendeels afgeloopen, waarom de geregelde beproefing 24 h na de bereiding plaats vond.

Bij het bestudeeren van den invloed dezer veranderingen kan met voordeel gebruik gemaakt worden van de door Pfeiffer en van Doormaal \*) aangegeven klasse-indeeling der asphaltbitumina naar de temperatuurgevoeligheid. Onderzocht werden alleen bitumina van het Z-type (volgens bovengenoemde indeeling), d.w.z. bitumina met een vrij groote temperatuurgevoeligheid.

De resultaten van deze onderzoekingen zijn in cijfers in bijlage I, alsmede gedeeltelijk grafisch in bijlage II weergegeven. Zij kunnen aldus kort worden samengevat.

---

\*) zie literatuuropgave.

1. De wijze van bereiding van A.R.-mengsels, in het bijzonder de temperatuur, waartoe zij daarbij worden verhit, de tijdduur van verhitting en het tijdsverloop tusschen bereiding en beproeving hebben belangrijken invloed op de eigenschappen dezer mengsels.
2. Voor zoover uit laboratoriumproeven kon worden geconstateerd, zijn, met het oog op de hechtkracht t.a.v. minerale stoffen en den invloed van verhitting, mengsels met meer dan 7,5 dln rubber op 100 asphaltbitumen te ontraden. Beneden deze grens werd t.a.v. de eigenschappen, waarop bij asphaltbitumen normaliter de duurzaamheid wordt beoordeeld, bij verhitting tot 163°C en tot 5 uren lang in het algemeen geen belangrijke achteruitgang geconstateerd.
3. Mengsels, waarin ge vulcaniseerde rubber is verwerkt, zijn in het algemeen niet beter dan die met onge vulcaniseerden rubber en in sommige opzichten (ductiliteit) zelfs minder gunstig.
4. Door toevoeging van 1 tot 7,5 dln rubber aan asphaltbitumen worden de volgende eigenschappen van laatstgenoemd materiaal in meer of mindere mate beïnvloed:
  - a. de temperatuurgevoeligheid \*) neemt af (zie bijlage 1, afbeelding 7a, b en c op bijlage II);
  - b. de ductiliteit neemt zeer sterk toe (zie bijlage I);
  - c. het bindend vermogen (zie afb. 5 en 6 op bijlage II): decohesieve eigenschappen van het materiaal zelf nemen toe, de adhesie (hechtkracht t.a.v. minerale stof neemt af;
  - d. de elasticiteit neemt sterk toe (zie afb. 1, 2 en 3 op bijlage II); en
  - e. de vloeilengte neemt af (zie afb. 4 op bijlage II).

---

\*) vlgs. Pfeiffer en van Doormaal.

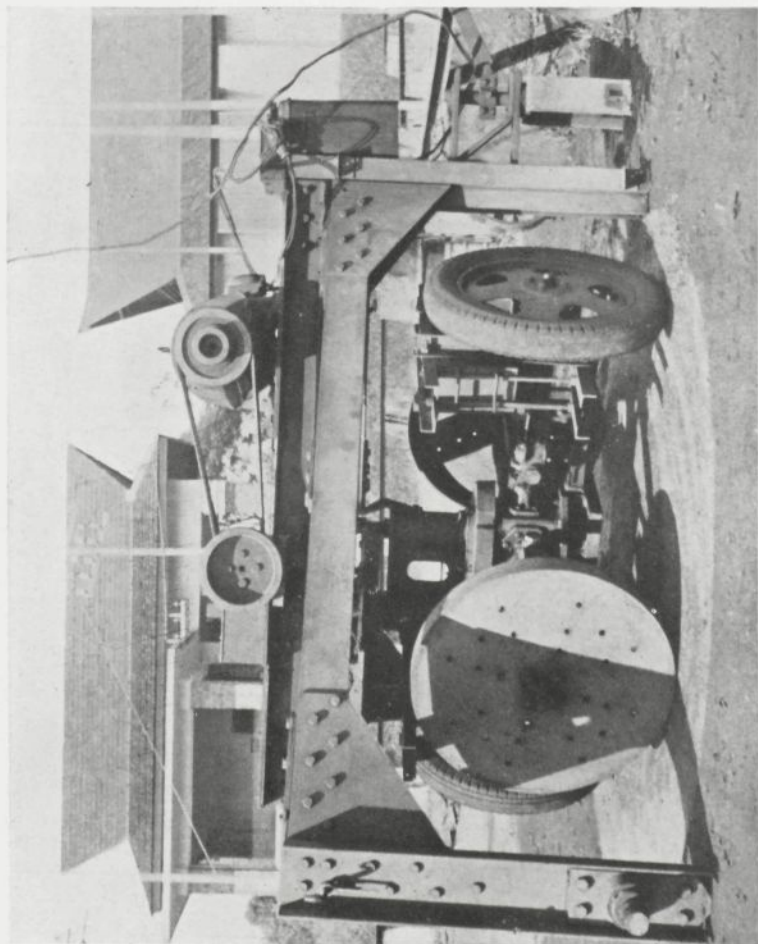
bij-  
erhit,  
chen  
d op

ge-  
t.a.v.  
gsels  
en te  
hap-  
aam-  
tot 5  
gang

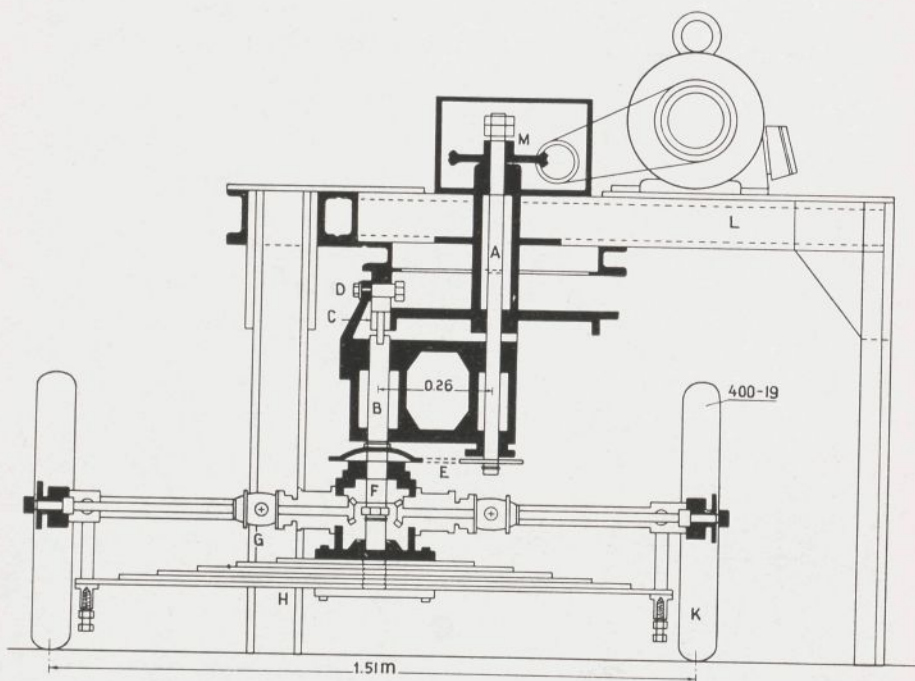
erkt,  
ulca-  
iteit)

halt-  
atst-  
oed:  
ge 1,

e II):  
men  
nt af;  
3 op



Afb. 1 Groote slijtmachine van de N.I.W.V.



Afb. 2 Verticale doorsnede der groote slijtmachine van de N. I. W. V.  
 A hoofdas; B excentrische as; C rondsel; D geleiderol; E ketting-  
 overbrenging; F tandwieloverbrenging; G cardankoppeling; H veer;  
 K wiel met luchtband; L frame; M wormwieloverbrenging.

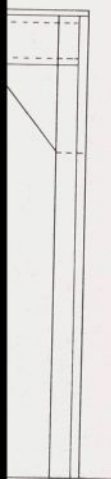
Deze veranderingen kunnen grootendeels worden gekarakteriseerd door de samenvatting, dat na toevoeging van rubber aan asfaltbitumen dit meer overeenkomst gaat vertoonen met geblazen asfaltbitumen, doch dan met een zeer groote ductiliteit.

Of de bij het bindend vermogen genoemde toe-, resp. afname in cohesieve resp. adhesieve eigenschappen een gunstige dan wel een ongunstige invloed zal hebben, dient voor elke slijtlaag-constructie afzonderlijk te worden beoordeeld. In het algemeen zal, naarmate de laagdikte van het bindmiddel (A.R.-mengsel) dunner is, de adhesie een grootere rol spelen, terwijl indien de slijtlaag rijker aan bindmiddel is, het belang der cohesieve eigenschappen meer naar voren komt. De na te noemen resultaten met A.R.-mengsels onder de slijtmachine geven aanleiding tot de meening, dat wat betreft normale oppervlakte-behandeling van steenslagwegen, het bindend vermogen als geheel schijnt toegenomen.

5. Tusschen de onderscheiden soorten A.R.-mengsels vallen weinig principieele verschillen te constateeren. Het onderling vergelijken der verschillende soorten mag alleen plaats hebben, indien bij de bereiding dezelfde temperaturen en tijdsverloopen zijn gebezigd (conclusie 1). In verband hiermede werd als standaard-bereidingswijze en beproevingsstijd — na het eventueel noodzakelijke waterbad ( $90^{\circ}\text{C}$ ) — toegepast een verhitting gedurende 2 h bij  $125^{\circ}\text{C}$  en beproeving 24 h na bereiding.

## 6. De toepassing van asfaltbitumenrubber-mengsels als wegbedekking onder de slijtmachine.

Alvorens tot de praktijk-beproeving der A.R.-mengsels op werkelijke wegen over te gaan, werden deze onder een der slijtmachines van de N.I.W.V. onderzocht.



I. W. V.  
ketting-  
H veer;

Deze slijtmachine (zie afbeelding 1 en 2) bestaat uit een vast frame, waarbinnen een paar wielen met normale luchtbanden draaibaar is. De tractiekracht wordt op deze wielen overgebracht als bij de achteras van een auto. Loodrecht op de assen van de luchtbandwielen — zoodat ze daarmede een kruis vormen — kunnen assen met ijzeren wielen gemonteerd worden, die echter zelf niet aangedreven worden en dus alleen meeloopen.

Daar bij draaiing van dit geheele wielenstel slechts een smal spoor in het te beproeven wegdek zou worden uitgesleten, wordt de centrale, verticale as van het geheele stel langs een horizontale cirkel voortbewogen. Aldus wordt geen smal „slijtspoor” doch een „slijtring” gevormd met een buitendiameter van 2,00 m en een breedte van 0,50 m. De draaisnelheid is veranderlijk, al naar gelang uitsluitend luchtbanden, of luchtbanden en ijzeren banden gebezigd worden.

Aangezien de slijtage onder de machine natuurlijk niet onder geheel gelijke omstandigheden plaats vindt als die op den werkelijken weg, wordt de waargenomen slijtage niet absoluut gewaardeerd in tonnen verkeersgewicht, doch slechts relatief door op een slijtring 2 of 4 slijtlaagmaterialen aan te brengen en de daarop waargenomen degradatie onderling te vergelijken.

In verband met den korten voor de proefnemingen beschikbaren tijd, werd zoo spoedig mogelijk met deze slijtproeven aangevangen en daarbij de slijtringen steeds in 4 kwarten over verschillende materialen verdeeld, teneinde een zoo groot mogelijk aantal proefvakken beschikbaar te hebben. Eén zelfde materiaalsoort werd echter altijd op minstens twee verschillende slijtringen toegepast, om zoodoende de beproeving minstens in duplo te doen geschieden.

Daar in Ned.-Indië de oppervlakte-asphalteering van gewone steenslag-verhardingen verreweg de meest gebruikte wijze

van asphalt-verwerking vormt, werd ook voornamelijk deze toepassing der A.R.-mengsels onderzocht.

Waar van de in par. 4 op blz. 7 onder a, b en e genoemde mengmethoden, de onder b aangeduide voor de praktijk vooralsnog niet bruikbaar is, werden de A.R.-mengsels voor de slijtproeven vervaardigd, of uit menging van latex met asphaltbitumen-emulsie of door toevoeging van rubberpoeder aan gesmolten asphaltbitumen.

De toegepaste materiaalsoorten en -hoeveelheden per m<sup>2</sup> waren de volgende:

- a. Enkele asphaltbitumen-emulsie — verwerkt in hoeveelheden van 1,5 — 2,2 l/m<sup>2</sup>.
- b. Mengsels van onge vulcaniseerde latex en asphaltbitumen-emulsie met rubbergehalten van 2,5 — 7,5 dln rubber op 100 dln asphaltbitumen — verwerkt in hoeveelheden van 1,3 — 18 l/m<sup>2</sup>.
- c. Mengsels van ge vulcaniseerde latex en asphaltbitumen-emulsie met rubbergehalten van 1,0 — 7,5 dln rubber, in hoeveelheden van 1,4 — 1,8 l/m<sup>2</sup>.
- d. Mengsels, verkregen door warme menging van asphaltbitumen en rubberpoeder (ongevulcaniseerd — rubbergehalte 70 % — korrelgrootte < ½ mm) met rubbergehalten van 0,5 — 5 dln rubber — verwerkt in hoeveelheden van 1,4 — 2,1 kg/m<sup>2</sup>.

Proeven werden zoowel gedaan op de onbehandelde steenslagverharding, als op een, die voorbehandeld (geprimed) was met 0,9 l/m<sup>2</sup> van in de slijtlaag doordringend (Medium Curing) cutback-asphaltbitumen.

De gebezigde asphaltmaterialen waren:

Asphaltbitumen-emulsie: *Colas van de Bat. Petr. Mij.*

|                        |            |
|------------------------|------------|
| Bitumengehalte         | 60 — 65 %  |
| Penetratie             | 40 — 50    |
| Verweekingspunt B en R | 48 — 50° C |

Asphaltbitumen: *Wonokromo van de Bat. Petr. Mij.*

Penetratie 40 — 50

Verweekingspunt 48 — 50° C

Cutback-asphaltbitumen: *Cutback C van de Bat. Petr. Mij.*

Bitumengehalte 75 — 80 %

Viscositeit bij 30° C 50,7 poisen

*Destillaat volgens „Asphalt Institute”*

190°C — %

225°C — %

316°C 11 %

360°C 16 %

395°C 21 %

Het eerste doel der proeven was na te gaan:

- a. of de oppervlakte-behandeling met A.R.-mengsels beter tegen de aantasting van de slijtmachine bestand zou zijn dan na soortgelijke behandeling met enkel asphalt-bitumen;
- b. welke verschillen zich voordoen bij mengsels met ongevulcaniseerden of gevulcaniseerden rubber (c.q. latex); en
- c. welke rubber-percentages ten deze de gunstigste resultaten geven.

De materialen werden opgebracht op een nieuw aangelegde steenslaglaag, ingedekt met split (10 l/m<sup>2</sup> split van 3-8 mm). Tusschen aanleg en beproeving verliep minstens 1 week.

De vakken werden afwisselend bereiden met luchtbanden alleen en met lucht- en ijzeren banden tegelijkertijd, in dier voege, dat het aantal ronden op ijzeren banden ca. 20 % bedroeg van het totaal. Het beproeven geschiedde in twee perioden. In de eerste periode werd alleen gereden op droog oppervlak. In de tweede periode werd gedurende de eerste 10 (20) minuten van elk uur het proefstuk nat gespreoid. Het berijden werd in totaal zoo lang voortgezet, totdat ten minste 1/4 van de A.R.-huid flink gehavend was.

Voor het opmaken der resultaten werden de proefvakken zoowel globaal op het oog beoordeeld als ook aan elk daarvan cijfers toegekend op den volgende grondslag:

- 10 = geen enkele beschadiging,
- 9 = een enkele zeer kleine beschadiging,
- 8 = enkele zeer kleine beschadigingen,
- 7 = de huid op de steenkoppen grootendeels doorgesleten,
- 6 = idem overal doorgesleten,
- 5 = als 6 doch bovendien 1 à 2 ernstige beschadigingen,
- 4 = als 6 doch 2 of 3 ernstige beschadigingen,
- 3 = als 6 doch meerdere ernstige beschadigingen,
- 2 = bijna geheel vernield,
- 1 = geheel vernield.

De waardeeringen geschieden door 2 personen, onafhankelijk van elkaar, zoowel voor de proefstukken zelf als naar daarvan vervaardigde foto's.

De door verschillende personen gegeven cijfers, die gewoonlijk niet meer dan 1 punt verschilden, werden gemiddeld.

Behalve het slijtage-cijfer werd in rekening gebracht het aantal gereden ronden met lucht- en ijzeren banden en tevens de hoeveelheid per m<sup>2</sup> opgebracht materiaal, Tenslotte werd zodoende gekomen tot een kwaliteitscijfer voor de verschillende vakken.

Dit geschiedde met behulp van de volgende formule.

$$k = a \frac{n_1 + m n_2}{c} \left( \frac{2 g_1}{g_1 + g_2} \right)$$

$k$  = uiteindelijk kwaliteitscijfer voor een kwadrant.

$a$  = het gemiddelde van de door verschillende personen gegeven beoordeelingscijfers.

$n_1$  = aantal ronden gedurende eerste periode.

$n_2$  = aantal ronden gedurende tweede periode.

$m$  = coëfficiënt; ingevoerd daar tijdens het nat houden van het oppervlak de beproeving beduidend zwaarder is.

$c$  = coëfficiënt, welke zoodanig werd gekozen, dat het gemiddelde van de aldus voor zuiver asphaltbitumen gevonden  $k$ 's gelijk één werd.

$g_1$  = de voor normaal-asphalteering met emulsie aangenomen hoeveelheid materiaal per  $m^2$  (in dit geval  $2,2 \text{ } 1/m^2$ ).

$g_2$  = de inderdaad opgebrachte hoeveelheid materiaal per  $m^2$

De eventueel meer of minder opgebrachte hoeveelheid werd slechts voor 50 % in rekening gebracht, daar bij een oppervlakte-behandeling in Ned.-Indië de materiaalkosten eveneens ca. 50 % van de totaal aanlegkosten bedragen.

Daar de proeven met latex-asphaltbitumenemulsie veel eerder ingezet konden worden dan die met rubberpoeder (dat pas in de 2e helft van 1937 beschikbaar kwam), kon een dergelijk kwaliteitscijfer het best voor deze latex-bitumenmengsels worden bepaald.

Hierbij werd gevonden :

| <i>Proefmateriaal</i> | <i>Kwaliteits-cijfer</i> |
|-----------------------|--------------------------|
| 0,0 dln rubber        | 1,—                      |
| 1,0 dln gev. rubber   | 1,—                      |
| 2,5 " " "             | 1,2                      |
| 7,5 " " "             | 1,6                      |
| 2,5 " ongevul. "      | 1,1                      |
| 7,5 " " "             | 1,5                      |

Bij het bezigen dezer materiaal-soorten op steenslagslijtlagen, die met cutback-asphaltbitumen voorbehandeld waren, traden dezelfde verschillen wel op doch in minder sterke mate.

Het gebruik van warm asphaltbitumen met rubberpoeder toonde op een niet voorbehandeld oppervlak geen voordeelen. Waar door het toevoegen van het rubberpoeder het asphaltbitumen aanmerkelijk opdikt, wordt het uitstrijken moeilijker en gaat eveneens het volkomen „bevochtigen” der steenstukken in den weg lastiger, hetgeen aan de goede aanhechting afbreuk doet. Deze overwegingen deden verwachten, dat het

gebruik van A.R.-mengsels met rubberpoeder gunstiger resultaten zou leveren op met cutback voorbehandelde wegen, waar uit den aard der zaak de aanhechting beter kan zijn. Dit bleek ook inderdaad het geval.

Bij het afsluiten van dit verslag waren deze vakken nog niet geheel afgesleten, doch er kan reeds gemeld worden, dat die met A.R.-mengsels zich beter hielden dan die met enkel asphaltbitumen.

#### **7. Praktijktoeepassingen van asphaltbitumen-rubbermengsels op gewone wegen.**

Ofschoon uit de in par. 6 behandelde slijtproeven reeds sterke aanwijzingen waren verkregen over het gedrag van A.R.-mengsels op den weg, kon hiermede niet worden volstaan. Ten eerste is de aantasting door de slijtmachine nooit geheel dezelfde als die door het werkelijke verkeer. En de tweede en meer belangrijke afwijking van de normale praktijk ligt hierin, dat de slijtmachine het wel mogelijk maakt de mechanische aantasting eener wegverharding te versnellen, maar dat de overige aantastingsoorzaken (vocht, warmte, zonlicht, e.d.) niet versneld worden, zoodat nog geen zekerheid bestaat, dat bij het verdeelen der mechanische aantasting over een langer tijdperk, geheel hetzelfde resultaat zal worden verkregen als onder de slijtmachine.

Nadat dus de proeven met de slijtmachine een waardeering der verschillende A.R.-mengsels mogelijk hadden gemaakt, werden een 4-tal proefvakken op bestaande wegen aangelegd met latex-bitumenemulsie. Elk proefvak bestaat uit 3 gedeelten, t.w. één met enkel asphaltbitumenemulsie, één met bijmenging van ongevulcaniseerde en één met gevulcaniseerde latex. Als rubbergehalte werd bij allen 7,5 dln. rubber op 100 dln asphaltbitumen toegepast (vide kwaliteitscijfers in par. 6).

De vier proefvakken werden in September-October 1937 gelegd:

- a. op een ongeaspalteerden-steenslagweg ;
- b. op een met primer voorbehandelden steenslagweg ; en
- c. en d. op een oude, bestaande asphalteering.

Gebezigd werd :

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| op weg a   | $1,5 + 1,0 = 2,5$ l/m <sup>2</sup> |
| " " b      | 1,8 "                              |
| " " c en d | 1,5 "                              |

Als mineraal-afdek materiaal werd gebruikt :

|          |                            |                        |
|----------|----------------------------|------------------------|
| op weg a | 15 l/m <sup>2</sup> split, | korrelgrootte 2 — 5 mm |
| " " b    | 11 " "                     | " " 2 — 5 "            |
| " " c    | 10 " "                     | " " 3 — 8 "            |
| " " d    | gewassen fijn grind        | 5 — 12 "               |

De aanleg van al deze vakken geschiedde zonder moeilijkheden. Bijgaande foto brengt een deel der werkzaamheden in beeld (afb. 3)

Over de duurzaamheid onder het verkeer kan vanzelfsprekend thans nog niet worden gerapporteerd, daar het gedrag der A.R.-huid eerst gedurende eenige jaren zal dienen te worden geobserveerd. Wel bleek reeds enkele maanden na den aanleg een der eigenschappen van de A.R.-mengsels een zichtbaren invloed te hebben.

Bij alle vier proefvakken bleek nl. op het blanco gedeelte d.w.z. dat met enkel bitumen-emulsie, het asphaltbitumen veel sterker „op te komen”, zoodat het bovenvlak van den weg bitumenrijk was. Bij de A.R.-gedeelten was dit verschijnsel slechts zeer weinig te bespeuren en behield de weg in veel sterker mate haar „mineraal”-oppervlak. Waar tegenwoordig naast duurzaamheid zoozeer gestreefd wordt naar stroefheid van wegoppervlak, is dit een voor de A.R.-mengsels gunstige omstandigheid.

In November 1937 werd een dergelijke proef genomen met rubberpoeder.



Afb. 3 Uitstrijken asphaltbitumen-latex emulsie op oude oppervlakte-asphalteering.  
Indekken met fijn gewasschen grind.



Naar aanleiding van de slijtmachine-resultaten werd hiervoor een weggedeelte uitgekozen, dat reeds met cutback voorbehandeld was. Hiervoor was  $0,8 - 0,9 \text{ l/m}^2$  cutback gebezigd.

Als A.R.-mengsel werd toegepast 2 dln rubber op 100 dln asfaltbitumen en dit opgebracht in hoeveelheden van  $1,2 - 1,4 \text{ kg/m}^2$ . Als indekmateriaal werd  $10 \text{ l/m}^2$  Madjalajazand (scherp, middelmatig grof zand) gebezigd.

## **8. De proeven met mengsels van latex en een hydraulisch bindmiddel.**

### **a. De mengmethode.**

Door de onderzoekers, die tot nu toe het mengen van cement in latex nauwkeurig onderzocht hebben, werd meestal een snelverhardende cementsoort gebruikt nl. aluminium-cement of ciment fondu.

Deze cementsoort wordt in Indië weinig gebruikt en was derhalve voor proefnemingen niet gemakkelijk verkrijgbaar. Daarom werd besloten portlandcement in latex te mengen.

Een groot aantal onderzoekingen werd verricht, teneinde de meest geschikte stabilisator en dispergator te vinden om portlandcement in latex te kunnen mengen, zonder dat coagulatie optrad. Hierbij bleek, dat caseïne zeer goed voldeed. Er werd echter eenmaal een tuinlatex van bepaalde herkomst gevonden, welke geen caseïne als stabilisator nodig had en waaraan dus portlandcement zonder meer toegevoegd kon worden.

Toevoeging van tras (puzzolaan aarde) bleek een gunstigen invloed uit te oefenen op de hechting aan de onderlaag en het ontstaan van scheuren tegen te gaan. Het optreden van scheuren bij indrogen van het mengsel kan slechts geheel voorkomen worden door het mengsel in dunne lagen van hoogstens 2 mm dikte aan te brengen. Iedere laag moet luchtdroog zijn, voordat de volgende laag opgebracht wordt.

Tijdens dit onderzoek werden, naar aanleiding van een verzoek van een bepaalde maatschappij, tevens experimenten verricht om dit procédé toe te passen voor den aanleg van rubbervloeren. Volgens een bepaalde werkwijze, welke tot een bevredigend resultaat voerde, werden circa 300 m<sup>2</sup> vloeroppervlak aangelegd. Het gedrag van deze vloeren zal verder nagegaan worden.

#### **b. De duurzaamheid.**

Een serie proefnemingen met rubbermengsels, welke verschillende versnellers, antioxydanten en andere stoffen bevatten en welke gedurende 6 maanden in den vorm van dunne vliezen aan atmosferische omstandigheden (in de tropen) werden blootgesteld, wees uit:

- 1e. het zwavelgehalte van de mengsels moet ten minste 4% van den rubber bedragen; en
- 2e. het is noodzakelijk antioxydanten toe te voegen.

Het onderzoek moet nog worden voortgezet teneinde de beste antioxydant of antioxydanten-combinatie te vinden en de optimale hoeveelheid hiervan vast te stellen.

De hier bedoelde mengsels bevatten geen cement, daar door de aanwezigheid van dit materiaal de keuring zeer bemoeilijkt wordt. Het ligt in de bedoeling t.z.t. ook cementhoudende mengsels te beproeven.

#### **c. De hechting aan de onderlaag.**

Ook hier treedt weer dezelfde moeilijkheid naar voren, t.w. een elastische laag, welke aan tractiekrachten is blootgesteld, duurzaam op een vaste, starre basis te bevestigen.

Zooals reeds is vermeld, werd door den heer Fermin hiervoor een oplossing gevonden nl. door verschillende lagen toe te passen, welke naar de basis toe een stijgend

cementgehalte bezitten en dientengevolge minder elastisch worden.

Door ons werd de combinatie toegepast:

- a. één of meer slijtlagen met 40 % rubber;
- b. een tussenlaag met 25 % rubber;
- c. een plaklaag met 15 % rubber; en
- d. een basis van portlandcementmortel.

Het gehalte van 15 % rubber in de plaklaag houdt verband met het feit, dat tot en met deze grens het mengsel nog niet de typische rubbereigenschappen vertoont en zich daarom stevig aan een starre onderlaag hecht. Anderzijds geeft de aanwezigheid van den rubber in deze plaklaag de gelegenheid voor een goede aanhechting der bovenliggende wél rubberachtige laag.

Bij verschillende proeven bleek de plaklaag zich goed te hechten aan het oppervlak van een cementtegels, een marmer plaat, een geglaazuurde tegel en zelfs aan een ijzeren plaat.

Bij de proeven met de hierna te bespreken kleine slijtmachine bleek de hechting van de plaklaag aan de basis sterker te zijn dan die van de lagen onderling; meestal liet de tussenlaag van de plaklaag los. Ter zake is nog een nader onderzoek gewenscht.

Ook zal nog moeten worden vastgesteld bij welk percentage vulstof en bij welke combinatie van verschillende vulstoffen de optimale slijtweerstand wordt verkregen.

Het bovenstaande is dus slechts te beschouwen als basiswerk voor een uitgebreid onderzoek.

#### **d. Slijtproeven met de kleine slijtmachine.**

Daar er geen gestandaardiseerde laboratoriumproeven bestaan om een dergelijke slijtlaag op zijn hoedanigheden te onderzoeken en een beproeving onder de groote N.I.W.V.-slijtmachine, in verband met den te verwachten grooten

weerstand tegen afslijting, vermoedelijk zeer veel tijd zou vorderen, werd een speciale kleine slijtmachine ontworpen, teneinde zoo spoedig mogelijk tot de gunstige samenstelling van de rubberlagen, aangebracht volgens de werkwijze Fermin te geraken.

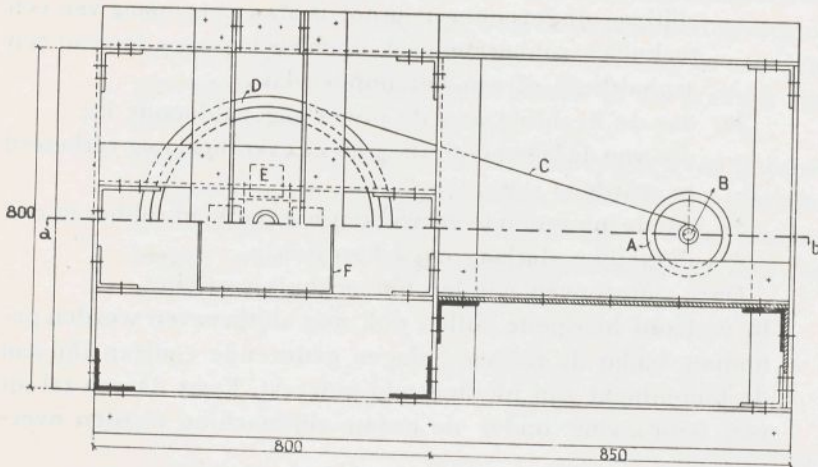
Op nevenstaande teekeningen (afb. 4 en 5) is deze machine afgebeeld. Aan het onderende van de in een glijdlager draaiende hoofdas zijn — in den vorm van een kruis — 4 kleine cilindrische rollen bevestigd. Onder deze rollen is een uitneembare bak geplaatst, waarin de te onderzoeken slijtlaag kan worden aangebracht. Teneinde het mogelijk te maken met verschillende belastingen te werken, kunnen bovenop de aan de hoofdas bevestigde ronde plaat, schijven van verschillend gewicht worden geplaatst, waardoor een maximum druk van 8 km/cm rolbreedte kan worden bereikt. Met 1,6 — 4 kg/cm rolbreedte bleek echter reeds een voldoende snelle afslijting bereikt te kunnen worden. Het aantal toeren van de hoofdas bedraagt 75 per minuut doch kan, door een drijf wiel van anderen diameter te nemen, gemakkelijk gewijzigd worden.

De kleine rollen hebben een stalen mantel, waarbinnen een dikke rubberring is aangebracht, teneinde bij eventueele kleine oneffenheden van de slijtlaag aan de rollen eenige speling te geven. Doordat de rollen cilindrisch zijn, treedt er eveneens een slijtage door schuiving (wrijving) op. De mate van deze wrijving t.o.v. het zuiver rollen, kan naar wensch ingesteld worden door:

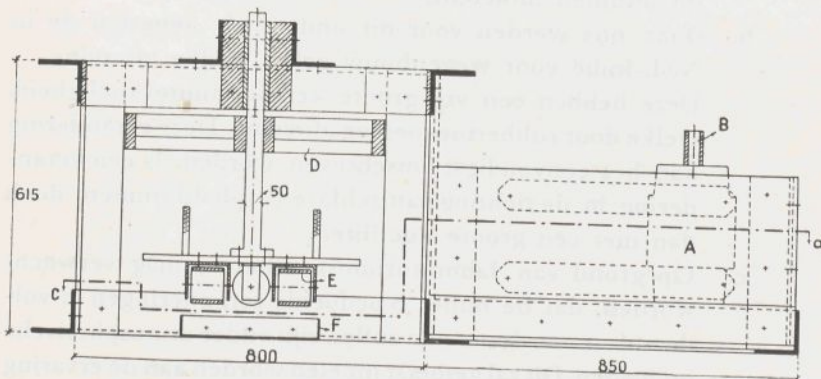
- a. het varieeren der lengte van de cilindrische rollen; of
- b. het toepassen van min of meer conische rollen.

Desgewenscht kunnen de rollen ook aan de buitenzijde met een rubber-loopvlak bekleed worden, teneinde de slijtage onder verkeer op rubberbanden na te bootsen.

Met deze machine konden voorloopig nog slechts oriënteerende proeven worden genomen, waarbij reeds bleek;



Afb. 4 Bovenaanzicht en horizontale doorsnede c-d der kleine slijt-machine van de N.I.W.V. A electromotor; B pulley motor; C drijfriem; D drijf wiel; E rol; F bak.



Afb. 5 Verticale doorsnede a-b der kleine slijt-machine van de N.I.W.V.

- 1e. dat de weerstand tegen slijtage van een latex-cement-slijtlaag ongeveer even groot is als van een laag van een technisch rubbermengsel, doch veel groter dan van een asphalthuid of een betonoppervlak;
- 2e. dat de hechting aan de onderlaag voldoende is; die van de lagen onderling dient eventueel nog verbeterd te worden; en
- 3e. dat de minimum te verwerken hoeveelheid rubber in een dergelijke slijtlaag ca.  $2 \text{ kg/m}^2$  is.

Deze slijtproeven werden binnenshuis verricht.

In verband hiermede zullen ook nog slijtproeven worden genomen, nadat de rubberslijtlagen gedurende eenigen tijd aan de buitenlucht zijn blootgesteld geweest. Eerst daarna zal tot een beproeving onder de groote slijtmachine worden overgegaan.

## **9. Samenvatting der verkregen resultaten.**

- a. Uit hetgeen in dit prae-advies werd vermeld, blijkt, dat de toevoeging van kleine hoeveelheden rubber aan asphaltbitumen, volgens laboratorium- en slijtmachineonderzoek een gunstigen invloed op de eigenschappen van dit bitumen uitoefent.
- b. Door ons werden voor dit onderzoek gebezigd de in Ned.-Indië voor wegenbouw gebruikelijke bitumina. Deze hebben een vrij groote temperatuurgevoeligheid, welke door rubbertoevoeging afneemt. Deze verandering kan het eenvoudigst omschreven worden als een verandering in de richting van geblazen asphaltbitumen, doch dan met een groote ductiliteit.
- c. Op grond van laboratorium-resultaten mag verwacht worden, dat de onder b bedoelde veranderingen in voldoende mate duurzaam zullen zijn onder atmosferische invloeden. Dit zal getoetst moeten worden aan de ervaring met de op wegen aangelegde proefvakken.

- d. Vorenbedoelde ervaring zal tot een definitief oordeel over de technisch-economische waarde der rubbertoevoeging kunnen leiden, als door ruimere toepassing de aan deze toevoeging verbonden extra kosten in de praktijk zijn vast te stellen.
  - e. Eenige vordering is gemaakt in het toepassen van latexcement-mengsels als wegdek, doch in den korten hiervoor beschikbaren tijd kon niet meer bereikt worden dan het leggen van een basis voor verder laboratorium- en praktijkonderzoek.
-

## 10. LITERATUUROPGAVE

### A. RUBBERWEGEN ALGEMEEN.

- 1929 Le pavage de caoutchouc.  
F. Jacobs  
Le Caoutchouc et la G-P 1929. **26** 14614, 14650  
Rubber roadways (with discussion).  
T. H. Chapman  
India Rubber Journal 1929. **77**. 105  
Bull. Rubber Growers Ass. 1929. **11**. 20, 101
- 1931 Rubber roadways.  
L. Gaisman  
Rubber-Age (L) 1931. **12**. 352  
Die Gummistrasse.  
J. W. F.  
Gummi-Zeitung 1931. **45**. 1817  
Le pavage de caoutchouc.  
Le Caoutchouc et la G-P 1931. **28**. 15482, 15525  
Het vraagstuk der rubberbestrating.  
M. A. H. Wertheim  
De Ingenieur 1931. **46**. 311B  
Een nieuwe proef om bij den aanleg van wegen rubber te gebruiken.  
Th. G. E. Hoedten Jhr. A. J. B. Van Suchtelen van de Haere.  
De Bergcultures 1931. **5**. 594-7
- 1932 Rubber roads. A review.  
J. D. Hastings  
Journal Rubber Res. Inst. Malaya. **4**. 65.

- Rubber roadways, their advisability and practicability.  
W. F. V. C o x  
Trans. Inst. Rubber Ind. 1932. **8**. 345
- 1933 A new method for road surface signs.  
India Rubber Journal 1933. **87**. 213
- Rubber roadways.  
India Rubber Journal 1933. **86**. 685
- Rubber in highway surface construction. Program of research  
R. G. H. C l e m e n t s et. al.  
Bull. Rubber Growers Ass. 1933. **15**. 489-96
- 1934 La gomma nelle pavimentazioni stradali.  
R. A r i a n o  
Le Strade 1934. 12
- De invloed van het zware verkeer op wegen en gebouwen.  
v. E.  
De Bergcultures 1934 **8**. 142
- Rubberwegen. Een studiereis naar het schiereiland Malakka  
en Sumatra's Oostkust.  
G. M. K r a a y  
De Bergcultures 1934 **8**. 17-9

## **B. ASPHALTBITUMEN-RUBBER.**

### **1. Algemeen, bereiding en eigenschappen.**

- 1933 Digest of Patent Dealing with Rubber and (or) Latex in  
Road Construction Materials (Excluding Blocks).  
London: Truscotts. 1933 58 pp.
- 1931 Identifying rubber quantitatively in compositions of rub-  
ber and asphalt. The new „ebonite method”.  
F. C. V a n H e u r n and M. A. B e g h e y n  
India Rubber Journal 1931 **81** 847-51

- 1932 Technical-chemical analysis of material which contains asphalt, rubber and factive, and the application of the so-called ebonite method to this analysis.  
F. C. Van Heurn and M. A. Begheyn  
Kautschuk 1932. **8**. 90-1
- 1933 Verschillende asphalt-rubber composities en hare eigenschappen.  
Voordracht van F. C. Van Heurn  
T. G. Bouwstoffen 1933. **12**. 158  
Asphalt-rubber compositions.  
Ind. Eng. Chem. News Ed. 1933. **11** 90
- 1934 Asphalt-rubber mixtures.  
F. C. Van Heurn and M. A. Begheyn  
Kolloid-Zeitung 1934. **66**. 219-28  
Rubber from latex-bitumen mixtures.  
G. Martin, H. C. Baker and E. Rhodes  
Journal Rubber Res. Inst. Malaya 1934. **5**. 311-4
- 1935 Use of mixture of asphalt and rubber.  
Revue générale matières plastiques 1935. **11**. 31
- 1936 An asphalt (-rubber) compound.  
Y. Uno and M. Ishida  
J. Soc. Chem. Ind. Japan 1936. **39**. B 90; cf B 1936  
The physical properties of rubber-bitumen mixtures.  
W. S. Davey and T. A. Sharplet  
J. Soc. Chem. Industry 1936. **55**. 43-8
- 1937 Compositions containing bitumen and rubber.  
E. R. Dillehay  
British Patent 459.360 4/1/'37

## **2. Toepassing op wegen.**

- 1930 Compositions for roads, ways, tennis courts, floors etc.  
L. Lewis  
British Patent 366.559 31/10/30 and 6/7/31

- 1935 Rubber, bitumens and road surfaces.  
H. Barron  
India Rubber Journal 1935. **90**. (17a) 23-31
- 1936 Rubber and bitumen in road surfacing.  
W. S. Davey  
India Rubber Journal 1936. **92**. 445-6
- Rubber and bitumen in road surfacing.  
W. S. Davey  
India Rubber Journal 1936. **92**. 95
- Gummi-Bitumen-Mischungen.  
H. Barron  
Bitumen 1936. **6**. 120

- 1937 New Rubber Roadway Construction Process  
Anom  
India Rubber Journal 1937. **93**. 242-3
- Rubber-Asphalt Road Surfacing Trials at Poole.  
Bull. Rubber Growers Ass. 1937. **19**. 291-2

### **3. Asphaltbitumen-emulsie en latex.**

- 1931 De beteekenis van colastex voor den wegebouw.  
G. C. J. Tielenius Kruythof  
De Bergcultures 1931. **5**. 1461-4
- Rubberwegen.  
De Bergcultures 1931. **5**. 971-2
- Rubberbestrating.  
De Bergcultures 1931. **5**. 132-2
- Manufacture of rubber-containing coverings.  
Flintkote Co.  
British Patent 376.033 27/7/31 Germany Patent 15/8/30
- Stable dispersions of bituminous substances and rubber.  
Bataafsche Petroleum Maatschappij.  
Netherlands Patent 25-202 16/11/31

- 1932 Rubber compositions.  
Flintkote Co.  
British Patent 376.033 7/7/32
- Asphalt-rubbermengsels voor wegen.  
E. T. Leemans  
Polytechnisch Weekblad 1932. **50**. 795
- De Beteekenis van colastex voor den wegenbouw.  
G. C. J. Tielenius Kruythof  
De Bergcultures 1932. **6**. 743
- 1934 Rubber-asphalt dispersion.  
L. Kirschbraun to Patent & Licensing Corporation.  
United States Patent 1.978.022 23/10/34 appl. 15/11/30
- Rubber-bituminous compositions.  
A. C. Fischer  
United States Patent 1.952.706 27/3/34 appl. 26/9/30
- 1936 Rubber-bitumen compositions.  
R. K. Maclean  
British Patent 453.299 9/9/36

#### **4. Latex in gesmolten asphaltbitumen.**

- 1932 Eng. News Record 25/2/32 295
- 1936 Rubber-bitumen compositions  
A. T. B. Kell  
British Patent 453.843 18/9/36
- Bitumen compositions.  
J. Mannheimer  
British Patent 464.562 13/8/36

#### **5. Latex in gefluxt asphaltbitumen (cutback).**

- 1932 Use of rubber-latex with road oils.  
A. C. Fischer (to Philip Carey Mfg. Co)  
United States Patent 1.861.407 31/5/32

## **6. Rubber-solutie in asphaltbitumen.**

- 1935 Plastic materials containing rubber.

D. D. Pratt

British Patent 457.781 4/6/35

Bituminous rubber compositions.

J. J. Högsholt

Danish Patent 50.155 15/3/35

- 1936 Rubber compositions.

D. D. Pratt

British Patent 457.781 4/12/36

## **7. Rubberpoeder in asphaltbitumen.**

- 1933 Production of asphalt or bituminous compositions containing rubber.

Intern. Ver. v.d. Rubber- c.a. Cult. in Ned. O. Indië.

British Patent 434.317 21/12/34 Netherlands Patent 23/12/33

- 1934 Rubber containing bituminous compositions.

J. Lewis

British Patent 447.416 16/11/34

- 1935 Werkwyze voor het bereiden van mengsels van asfalt-bitumina of asfalten met fijn verdeelde rubber.

Intern. Ver. voor de Rubbercultuur in Ned. Indië.

Ned. Octrooi 36.887 16/10/35.

## **C. LATEX VOOR WEGEN; LATEX-CEMENT MENGSELS.**

- 1922 Rubber for surface dressing.

Good Roads 16/8/22 60

- 1931 Rubber roadways investigations.

J. D. Hastings

Rubber Res. Inst. Malaya Ann. Report 1931. 99

- Rubberbestrating.  
De Bergcultures 1931. **5**. 699-700
- Latex voor bestratingsdoeleinden.  
De Bergcultures 1931. **5**. 1353-4
- Rubber in road construction.  
Bull. Rubber Growers Ass. 1931. **13**. 535
- Rubber roadway tests at Singapore.  
India Rubber Journal 1931. **81**. 453
- 1932 Rubber roadways investigations.  
J. D. Hastings  
Rubber Res. Inst. Malaya Ann. Report 1932. 114
- Onderzoekingen op het gebied van rubberwegen.  
De Bergcultures 1932. **6**. 763
- Rubberwegen.  
G. M. Kraay  
De Bergcultures 1932. **8**. 17
- Latex developments in rubber roadways.  
E. G. Holt  
Rubber-Age (N. Y.) 1932. **30**. 529
- Rubber roadways.  
J. D. Hastings  
Rubber-Age (N. Y.) 1932. **32**. 15-18
- Production of rubber containing products of a mortar-like nature.  
W. L. Utermark  
British Patent 393.115 29/7/32
- a. Manufacture of rubber compositions.  
b. Compositions (containing rubber) for covering surfaces of roads and the like.

- Dunlop Rubber Co. Anode Rubber Co and E. A. Murphy  
British Patent 410.793-4 23/11/32  
cf. British Patent 338.975, 373.262, 379.311
- Singatex Rubber Pavings.  
V. K. Singhan  
Roads and Road Construction 1932. **111**. 80
- 1933 Rubber roadways investigations.  
J. D. Hastings  
Rubber Res. Inst. Malaya Ann. Report 1933. 136
- Rubber compositions.  
W. L. Utermark  
British Patent 393.115 1/6/33
- 1934 Rubber roadways investigations.  
J. D. Hastings  
Rubber Res. Inst. Malaya Ann. Report 1934. 161
- Proefaanleg rubbersluitlaag op een Buitenzorgschen weg (procédé Fermín).  
G. M. Kraay  
De Bergcultures 1934. **8**. 546
- Rubber roads experiments in Indo-China.  
Laignelot  
Bull. Synd. d. Planteurs de Caoutchouc de l'Indo-Chine.  
11/7/34 p. 107
- India Rubber World 1934 Nov. p. 64 (Sci **12**. 752)
- Rubber compositions.  
H. W. Cowling  
British Patent 409.891 10/5/34
- 1935 Rubber roadways investigations.  
J. D. Hastings  
Rubber Res. Inst. Malaya Ann. Report 1935. 158

- Latex on the road.  
Rubber-Age (L.) 1935. **16**. 92
- Rubber roadways.  
H. W. Cowling  
Munic. Eng. Sanit. Rec. 1935. **95**. 541-2
- Unterbettung für Strassenbahn- und ähnliche Schienen.  
D. R. P. 636.589. Kl. 19a. Gr. 21  
International Latex Processes  
I. 52.674 30/6/35. Italien 24/7/34
- Latex-rubber roadways.  
J. D. Hastings  
Vanderbilt News 1935. **5**. (2). 7-9
- Rubber surfacing for roads.  
H. W. Cowling  
Roads and Road Construction 1/6/35 194
- Rubber roads.  
Roads and Road Construction 1/11/35 364
- 1936 Emploi du latex pour le revêtement des routes.  
Le Caoutchouc et la G. P. 33. 17758-9 15/12/36
- Rubber-cement and roadways.  
H. Barron  
India Rubber Journal 1936. **91**. (5) 5-9, (7) 9-13
- Caoutchouc et ciment.  
Th. Carner  
Revue générale matières plastiques 1936. **13**. (127). 18
- Rubber-latex for road surfacing.  
W. C. Wren and A. T. Fairdoth  
Bull. Rubber Growers Ass. 1936. **18**. 337-41
- 1937 Latex-cement compositions.  
W. C. Wren  
Bull. Rubber Growers Ass. 1937. **19**. 521-7

Werkwijze voor het maken van een rubberdek op wegen, vloeren of dergelijke nieuw aangelegde of reeds bestaande onderlagen.

B. W. H. Fermin

Ned. Octrooi-aanvraag 76700. 1937

#### D. ASPHALTBITUMEN.

1935 Bitumen Dispersionen in den neueren deutschen Patentliteratur.

A. Van der Werth

Kolloid-Zeitung 1935. **70**. 124

1936 Rheologic properties of asphaltic bitumens.

J. P. Pfeiffer and P. M. Van Doormaal

Journ. Inst. Petr. Tech. 1936. **22**. 414-40

Kolloid-Zeitung 1936. **76**. 95-111

1937 Effect of temperature on the consistency of asphalts.

Viscosity-temperature susceptibility coefficient as an index.

H. C. Nevitt and L. C. Krchma

Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 1937. **9**. 119-123

---

BIJLAGE I.

| Nummer. | Soort.    | Penetratie. <sup>1)</sup> |                         |                         |                                                              | Verweekingspunt<br>R. en K. |                         |                         |                                                              | Index. <sup>2)</sup> |                         |                         |                                                              | Ductiliteit. <sup>3)</sup> |                         |                         |                                                              | Penetratie<br>Stompe maald. <sup>4)</sup> |                         |                         |                                                              |
|---------|-----------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
|         |           | Na een dag                | Na 8 weken<br>bij 60°C. | Na 5 uren<br>bij 165°C. | Na 3 uren bij<br>100°C in zuur-<br>stof 24kg/cm <sup>2</sup> | Na een dag                  | Na 8 weken<br>bij 60°C. | Na 5 uren<br>bij 165°C. | Na 3 uren bij<br>100°C in zuur-<br>stof 24kg/cm <sup>2</sup> | Na een dag           | Na 8 weken<br>bij 60°C. | Na 5 uren<br>bij 165°C. | Na 3 uren bij<br>100°C in zuur-<br>stof 24kg/cm <sup>2</sup> | Na een dag                 | Na 8 weken<br>bij 60°C. | Na 5 uren<br>bij 165°C. | Na 3 uren bij<br>100°C in zuur-<br>stof 24kg/cm <sup>2</sup> | Na een dag                                | Na 8 weken<br>bij 60°C. | Na 5 uren<br>bij 165°C. | Na 3 uren bij<br>100°C in zuur-<br>stof 24kg/cm <sup>2</sup> |
| 1       | Bit B     | 156                       | 135                     | 137                     | 153                                                          | 40                          | 40                      | 41                      | 39                                                           | -1.1                 | -1.7                    | -1.1                    | -1.3                                                         | 17                         | 14                      | 26                      | 16                                                           | 147                                       | 132                     | 121                     | 160                                                          |
| 2       | 0.5B      | 149                       | 96                      | 135                     | 143                                                          | 41                          | 40.5                    | 42                      | 41.5                                                         | -0.9                 | -2.3                    | -0.9                    | -0.9                                                         | 100+                       | 11                      | 100+                    | 43                                                           | 141                                       | 104                     | 117                     | 147                                                          |
| 3       | 1.1       | 135                       | 93                      | 124                     | 132                                                          | 42                          | 43.5                    | 42                      | 44                                                           | -0.8                 | -1.4                    | -0.9                    | -0.1                                                         | 100+                       | 26                      | 97                      | 100+                                                         | 125                                       | 99                      | 102                     | 141                                                          |
| 4       | 2.5       | 124                       | 87                      | 127                     | 115                                                          | 44                          | 49                      | 43                      | 50                                                           | -0.5                 | -0.0                    | -0.6                    | +1.1                                                         | 63                         | 28                      | 58                      | 100+                                                         | 100                                       | 69                      | 113                     | 89                                                           |
| 5       | 5         | 107                       | 79                      | 139                     | 99                                                           | 61                          | 64                      | 45                      | 57                                                           | +3.3                 | +3.1                    | +0.3                    | +2.3                                                         | 100+                       | 64                      | 100+                    | 100+                                                         | 55                                        | 41                      | 92                      | 98                                                           |
| 6       | 7.5       | 86                        | 63                      | 153                     | 87                                                           | 70                          | 77                      | 49                      | 68                                                           | +4.3                 | +4.4                    | +2.1                    | +4.1                                                         | 100+                       | 77                      | 100+                    | 100+                                                         | 36                                        | 26                      | 91                      | 62                                                           |
| 7       | Gales     | 75                        | 59                      | -                       | 74                                                           | 47                          | 49                      | -                       | 47.5                                                         | -1.1                 | -1.1                    | -                       | -1.1                                                         | 70                         | 37                      | -                       | 52                                                           | 50                                        | -                       | -                       | 40                                                           |
| 8       | 0.50      | 70                        | 57                      | -                       | 71                                                           | 50                          | 49                      | -                       | 50                                                           | -0.5                 | -1.2                    | -                       | -0.5                                                         | 100+                       | 100+                    | -                       | 100+                                                         | 51                                        | 60                      | -                       | 63                                                           |
| 9       | 1.1       | 60                        | 41                      | -                       | 57                                                           | 52                          | 51                      | -                       | 51                                                           | -0.4                 | -1.6                    | -                       | -0.3                                                         | 100+                       | 79                      | -                       | 100+                                                         | 43                                        | 42                      | -                       | 56                                                           |
| 10      | 2.5       | 59                        | 38                      | -                       | 56                                                           | 58                          | 55                      | -                       | 56                                                           | +1.1                 | -0.8                    | -                       | +0.3                                                         | 100+                       | 100+                    | -                       | 100+                                                         | 53                                        | 26                      | -                       | 44                                                           |
| 11      | 5         | 61                        | 26                      | -                       | 63                                                           | 69                          | 78                      | -                       | 58                                                           | +3.1                 | +2.3                    | -                       | +1.8                                                         | 100+                       | -                       | -                       | 100+                                                         | 22                                        | -                       | -                       | 34                                                           |
| 12      | 7.5       | 57                        | 58                      | -                       | 80                                                           | 80                          | 64                      | -                       | 76                                                           | +4.6                 | +2.1                    | -                       | +5.1                                                         | 100+                       | 100+                    | -                       | 100+                                                         | 15                                        | 22                      | -                       | 28                                                           |
| 13      | 10        | 54                        | 59                      | -                       | 73                                                           | 96                          | 75                      | -                       | 94                                                           | +6.3                 | +4.1                    | -                       | +5.8                                                         | 43                         | 100+                    | -                       | 70                                                           | 12                                        | -                       | -                       | -                                                            |
| 14      | 12        | 66                        | 94                      | -                       | 92                                                           | 120                         | 80                      | -                       | 93                                                           | +2.1                 | +6.1                    | -                       | +7.5                                                         | 25                         | 46                      | -                       | 46                                                           | 9                                         | -                       | -                       | -                                                            |
| 15      | 0.5 G     | 69                        | -                       | -                       | 75                                                           | 48                          | -                       | -                       | 49                                                           | -0.9                 | -                       | -                       | -0.6                                                         | 100+                       | -                       | -                       | 100+                                                         | 51                                        | -                       | -                       | 44                                                           |
| 16      | 1.1       | 68                        | -                       | -                       | 60                                                           | 49                          | -                       | -                       | 50                                                           | -0.8                 | -                       | -                       | -0.9                                                         | 100+                       | -                       | -                       | 100+                                                         | 50                                        | -                       | -                       | 39                                                           |
| 17      | 2.5       | 65                        | 43                      | -                       | 62                                                           | 57                          | 59                      | -                       | 60                                                           | +1.1                 | +0.3                    | -                       | +1.4                                                         | 100+                       | 100+                    | -                       | 100+                                                         | 41                                        | 34                      | -                       | 49                                                           |
| 18      | 5         | 55                        | 51                      | -                       | 58                                                           | 63                          | 58                      | -                       | -                                                            | +1.7                 | +0.5                    | -                       | -                                                            | 100+                       | 100+                    | -                       | -                                                            | 27                                        | -                       | -                       | -                                                            |
| 19      | 7.5       | 55                        | -                       | -                       | -                                                            | 76                          | -                       | -                       | -                                                            | +4.1                 | -                       | -                       | -                                                            | 100+                       | -                       | -                       | -                                                            | 15                                        | -                       | -                       | -                                                            |
| 20      | 10        | 52                        | 50                      | -                       | 62                                                           | 83                          | 87                      | -                       | 78                                                           | +4.7                 | +5.1                    | -                       | +4.5                                                         | 50                         | 40                      | -                       | 46                                                           | -                                         | -                       | -                       | -                                                            |
| 21      | 15        | 40                        | -                       | -                       | 130                                                          | -                           | -                       | -                       | -                                                            | +8.4                 | -                       | -                       | -                                                            | 20                         | -                       | -                       | -                                                            | -                                         | -                       | -                       | -                                                            |
| 22      | Gales B   | 33                        | 31                      | 39                      | 47                                                           | 49                          | 49.5                    | 50                      | 48.5                                                         | -2.3                 | -2.3                    | -1.9                    | -1.8                                                         | 49                         | 47                      | 63                      | 52                                                           | 15                                        | 26                      | 32                      | 43                                                           |
| 23      | 0.5 B     | 36                        | 33                      | 40                      | 47                                                           | 49                          | 50                      | 49                      | 48.5                                                         | -1.7                 | -2.3                    | -1.9                    | -1.9                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 17                                        | 27                      | 30                      | 32                                                           |
| 24      | 1.1       | 39                        | 31                      | 37                      | 41                                                           | 52                          | 49.5                    | 51                      | 49                                                           | -1.3                 | -2.3                    | -1.7                    | -1.9                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 23                                        | 25                      | 29                      | 37                                                           |
| 25      | 2.5       | 44                        | 33                      | 26                      | 42                                                           | 52                          | 53.5                    | 51                      | 50                                                           | -1.1                 | -1.3                    | -1.8                    | -1.8                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 24                                        | 23                      | 16                      | 24                                                           |
| 26      | 5         | 50                        | 48                      | 46                      | 54                                                           | 58                          | 55                      | 52                      | 52.5                                                         | +0.5                 | -0.2                    | -1.1                    | -0.5                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 23                                        | 26                      | 24                      | 52                                                           |
| 27      | 7.5       | 79                        | 77                      | 69                      | 87                                                           | 67                          | 59.5                    | 54                      | 60                                                           | +3.5                 | +2.1                    | -0.5                    | +2.4                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 37                                        | 52                      | 38                      | 50                                                           |
| 28      | 10        | 69                        | 67                      | 81                      | 93                                                           | 75                          | 64.5                    | 66                      | 71                                                           | +4.3                 | +2.6                    | +3.3                    | +4.2                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | -                                         | -                       | -                       | -                                                            |
| 29      | 15        | 108                       | 107                     | 117                     | 115                                                          | 84                          | 79                      | 68                      | 71                                                           | +7.2                 | +6.4                    | +5.2                    | +5.4                                                         | 100+                       | 80                      | 100+                    | 56                                                           | -                                         | -                       | -                       | -                                                            |
| 30      | 0.5 G B   | 36                        | 28                      | 32                      | 36                                                           | 52                          | 54                      | 53                      | 51                                                           | -1.6                 | -1.6                    | -1.5                    | -1.8                                                         | 100+                       | 33                      | 100+                    | 96                                                           | 15                                        | 14                      | 8                       | 20                                                           |
| 31      | 1.1       | 36                        | 31                      | 35                      | 41                                                           | 53                          | 54                      | 55                      | 51.5                                                         | -1.4                 | -1.3                    | -0.9                    | -1.4                                                         | 92                         | 68                      | 100+                    | 59                                                           | 14                                        | 18                      | 9                       | 19                                                           |
| 32      | 2.5       | 38                        | 22                      | 30                      | 41                                                           | 55                          | 55.5                    | 54                      | 54.5                                                         | -0.8                 | -1.1                    | -0.9                    | -0.8                                                         | 41                         | 71                      | 100+                    | 45                                                           | 13                                        | 14                      | 11                      | 19                                                           |
| 33      | 5         | 47                        | 37                      | 53                      | 53                                                           | 64                          | 58.5                    | 55                      | 57                                                           | +1.5                 | 0.0                     | 0.0                     | +0.3                                                         | 100+                       | 53                      | 100+                    | 100+                                                         | 11                                        | 16                      | 15                      | 13                                                           |
| 34      | 7.5       | 32                        | 47                      | 54                      | 59                                                           | 70                          | 58.5                    | 61                      | 59                                                           | +2.9                 | +0.5                    | +1.2                    | +1.1                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 66                                                           | 7                                         | 12                      | 11                      | 16                                                           |
| 35      | 10        | 57                        | 57                      | 71                      | 67                                                           | 83                          | 60                      | 60                      | 59.5                                                         | +5.1                 | +1.2                    | +1.9                    | +1.6                                                         | 100+                       | 55                      | 100+                    | 100+                                                         | 6                                         | 10                      | 19                      | 19                                                           |
| 36      | 15        | 66                        | 66                      | 90                      | 71                                                           | 96                          | 65                      | 58                      | 69                                                           | +6.9                 | +2.6                    | +2.1                    | +3.5                                                         | 100+                       | 24                      | 100+                    | 40                                                           | 2                                         | 7                       | 6                       | 7                                                            |
| 37      | Womokr    | 48                        | 37                      | 38                      | 44                                                           | 48                          | 48.5                    | 48                      | 50                                                           | -1.8                 | -2.1                    | -2.3                    | -1.6                                                         | 66                         | 57                      | 55                      | 55                                                           | 49                                        | 35                      | 30                      | 43                                                           |
| 38      | 2.5 O W   | 50                        | 49                      | 41                      | 49                                                           | 55                          | 50                      | 49.5                    | 52                                                           | -0.6                 | -1.3                    | -1.8                    | -1.1                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 40                                        | 55                      | 38                      | 41                                                           |
| 39      | 5         | 61                        | 60                      | 50                      | 55                                                           | 59                          | 51                      | 50                      | 55                                                           | +1.1                 | -0.7                    | -1.3                    | +0.1                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 52                                        | 60                      | 45                      | 55                                                           |
| 40      | 7.5       | 67                        | 69                      | 59                      | 71                                                           | 66                          | 55.5                    | 51.5                    | 57                                                           | +2.8                 | +0.9                    | -0.6                    | +1.2                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 58                                        | 69                      | 51                      | 64                                                           |
| 41      | 2.5 G W   | 41                        | 50                      | 39                      | 44                                                           | 53                          | 54.5                    | 50                      | 53.5                                                         | -1.1                 | -0.2                    | -1.8                    | -0.8                                                         | 13                         | 28                      | 100+                    | 16                                                           | 27                                        | 34                      | 34                      | 38                                                           |
| 42      | 5         | 43                        | 39                      | 62                      | 45                                                           | 56                          | 58                      | 51                      | 61.5                                                         | -0.2                 | 0.0                     | -0.6                    | +1.1                                                         | 19                         | 41                      | 100+                    | 24                                                           | 27                                        | 30                      | 51                      | 18                                                           |
| 43      | 7.5       | 46                        | 48                      | 66                      | 49                                                           | 62                          | 61.5                    | 66                      | 62.5                                                         | +1.1                 | +1.1                    | +2.9                    | +1.3                                                         | 29                         | 23                      | 100+                    | 69                                                           | 23                                        | 36                      | 61                      | 28                                                           |
| 44      | 0.5 R 70  | 46                        | 45                      | 40                      | 48                                                           | 46.5                        | 46                      | 46                      | 46                                                           | -2.2                 | -2.6                    | -2.8                    | -2.4                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 34                                        | 44                      | 34                      | 49                                                           |
| 45      | 2.5       | 51                        | 45                      | 39                      | 50                                                           | 48                          | 48.5                    | 47.5                    | 46.5                                                         | -1.9                 | -1.9                    | -2.4                    | -2.1                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 43                                        | 43                      | 26                      | 47                                                           |
| 46      | 5         | 62                        | 55                      | 49                      | 64                                                           | 53                          | 54.5                    | 48                      | 50.5                                                         | 0.0                  | 0.0                     | -1.8                    | -0.7                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 54                                        | 46                      | 39                      | 61                                                           |
| 47      | 7.5       | 74                        | 63                      | 62                      | 76                                                           | 61.5                        | 59.5                    | 54.5                    | 51.5                                                         | +2.3                 | +1.5                    | +0.3                    | +0.1                                                         | 100+                       | 100+                    | 100+                    | 100+                                                         | 54                                        | 51                      | 47                      | 70                                                           |
| 48      | 0.5 R 100 | 45                        | -                       | 52                      | 47                                                           | 48                          | -                       | 50.5                    | 49                                                           | -2.1                 | -                       | -1.1                    | -1.8                                                         | 48                         | -                       | 100+                    | 11                                                           | 43                                        | -                       | 51                      | 40                                                           |
| 49      | 2.5       | 40                        | -                       | 51                      | 50                                                           | 50.5                        | -                       | 49                      | 51                                                           | -1.7                 | -                       | -1.5                    | -1.1                                                         | 9                          | -                       | 100+                    | 100+                                                         | 29                                        | -                       | 54                      | 42                                                           |
| 50      | 5         | 62                        | -                       | 76                      | 42                                                           | 50.5                        | -                       | 54.5                    | 66.5                                                         | -0.7                 | -                       | +1.1                    | +1.7                                                         | 7                          | -                       | 100+                    | 49                                                           | 41                                        | -                       | 91                      | 31                                                           |
| 51      | 7.5       | 44                        | -                       | 87                      | 49                                                           | 53                          | -                       | 53.5                    | 69.5                                                         | -0.8                 | -                       | +1.1                    | +2.4                                                         | 3.5                        | -                       | 100+                    | 64                                                           | 21                                        | -                       | 105                     | 37                                                           |

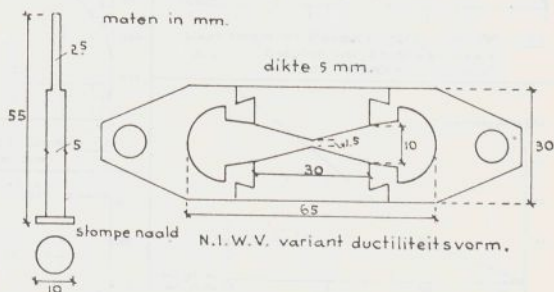
- I. De m  
en o  
emul  
4 uu  
rubbe
- II. De r  
Soco
- III. Een  
nog
- VI. De r  
waan  
poed  
West  
gedu
- V. Voor  
3 ure  
op 1
- 1) Pene  
100 g
- 2) Tem  
dex  
Door  
sterk  
1 tot  
tuurg  
ger =  
voelig
- 3) Ducti  
gesta
- 4) Stom  
De za

| penetratie<br>bij 60°C | Na 5 uren<br>bij 60°C | Na 5 uren bij<br>100°C in zuurstof<br>of stikstof |
|------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|
| 2                      | 121                   | 160                                               |
| 4                      | 117                   | 147                                               |
| 9                      | 102                   | 141                                               |
| 19                     | 113                   | 99                                                |
| 1                      | 92                    | 93                                                |
| 6                      | 91                    | 62                                                |
|                        | —                     | 40                                                |
| 0                      | —                     | 63                                                |
| 2                      | —                     | 56                                                |
| 6                      | —                     | 44                                                |
|                        | —                     | 34                                                |
| 2                      | —                     | 28                                                |
|                        | —                     | —                                                 |
|                        | —                     | —                                                 |
|                        | —                     | 44                                                |
|                        | —                     | 39                                                |
|                        | —                     | 49                                                |
|                        | —                     | —                                                 |
|                        | —                     | —                                                 |
|                        | —                     | —                                                 |
|                        | —                     | —                                                 |
| 32                     | 43                    | —                                                 |
| 30                     | 32                    | —                                                 |
| 29                     | 37                    | —                                                 |
| 16                     | 24                    | —                                                 |
| 24                     | 32                    | —                                                 |
| 38                     | 50                    | —                                                 |
| —                      | —                     | —                                                 |
| 9                      | 20                    | —                                                 |
| 9                      | 19                    | —                                                 |
| 11                     | 18                    | —                                                 |
| 15                     | 13                    | —                                                 |
| 11                     | 16                    | —                                                 |
| 19                     | 19                    | —                                                 |
| 6                      | 7                     | —                                                 |
| 30                     | 43                    | —                                                 |
| 38                     | 41                    | —                                                 |
| 45                     | 55                    | —                                                 |
| 51                     | 64                    | —                                                 |
| 34                     | 38                    | —                                                 |
| 51                     | 18                    | —                                                 |
| 61                     | 28                    | —                                                 |
| 34                     | 49                    | —                                                 |
| 26                     | 47                    | —                                                 |
| 39                     | 61                    | —                                                 |
| 47                     | 70                    | —                                                 |
| 51                     | 40                    | —                                                 |
| 54                     | 42                    | —                                                 |
| 91                     | 31                    | —                                                 |
| 105                    | 37                    | —                                                 |

# LEGENDA:

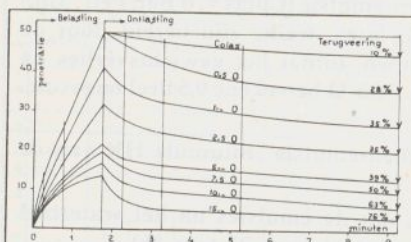
- I. De mengsels 8 t/m 21 bestaan uit asfaltbitumen-emulsie (Colas v/d Bat. Petr. Mij.) en ongevulcaniseerd (O) of gevulcaniseerde (G) latex, welke zijn bereid door de emulsies op een waterbad (90°C) uit te dampen, totdat het gewichtsverlies na 4 uur uitdampen niet meer bedroeg dan 0,1 g; 0,5 O beteekent 0,5 deel onge vulc. rubber op 100 deelen asfaltbitumen, enz.
- II. De mengsels 2 t/m 6 bestaan uit asfaltbitumen-emulsie (Bitumuls HX van de Socony) en gevulcaniseerde latex.
- III. Een B achter de soort aanduiding beteekent, dat de emulsies na het waterbad nog verhit werden op 125°C gedurende 2 uur (1 t/m 6 en 22 t/m 36).
- VI. De mengsels 38 t/m 51 bestaan uit Wonokromo-asfalt van de Bat. Petr. Mij., waarin ongevulcaniseerde (O W) of gevulcaniseerde latex (G W) dan wel rubberpoeder Stam (rubbergehalte 70 %; R 70) of een rubberpoeder v/h Proefstation West-Java (rubbergehalte ca. 100 %; R 100) was opgelost. De mengsels werden gedurende 2 uur op 125°C verhit.
- V. Voor de mengsels 44 t/m 51 hebben de cijfers opgenomen in de kolommen „Na 3 uren bij 100°C in zuurstof 25 kg/cm<sup>2</sup>” betrekking op een verhitte na 1 uur op 163°C.

- 1) Penetratie bij 25°C; belasting 100 g gedurende 5 sec.
- 2) Temperatuurgevoelighedsindex volgens Pfeiffer — van Doormaal; lager dan — 1 = sterk temperatuurgevoelig; — 1 tot + 1 = normaal temperatuurgevoelig; + 1 en hoger = weinig temperatuurgevoelig.

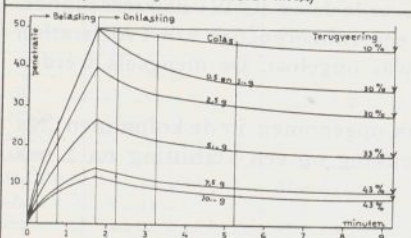


- 3) Ductiliteit werd bepaald bij 25°C met kleinere (NIWV-variant) vormen dan de gestandaardiseerde zie schets:
- 4) Stompe naald volgens schets: belasting 108 g, gedurende 15 + 30 + 60 = 105 sec. De zachte mengsels 1 = t/m 6 alleen gedurende 15 + 30 = 45 sec.

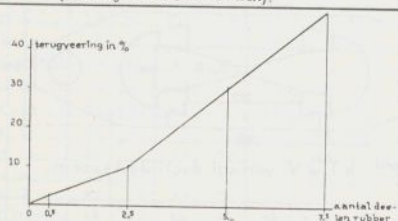
# BIJLAGE II.



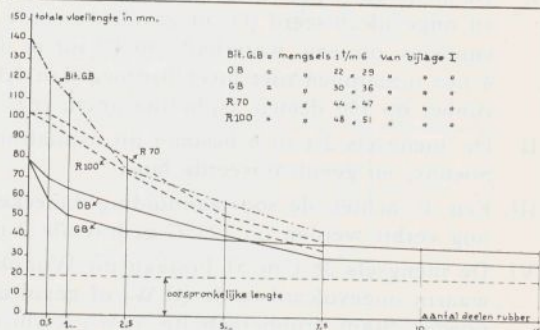
Afb. 1 Deformatie-diagram bepaald met stompe naald (zie schets bijlage I) voor mengsels nr 7/m 14 (Colas+ongevulcaniseerde latex)



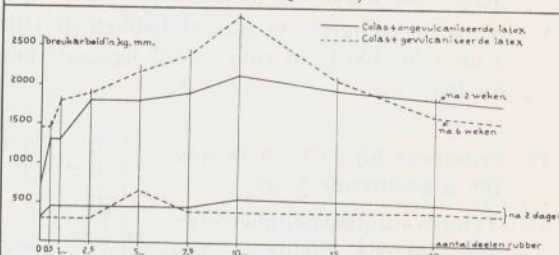
Afb. 2 Deformatie-diagram bepaald met stompe naald (zie schets bijlage I) voor mengsels nr 8/m 21 (Colas+ge vulcaniseerde latex)



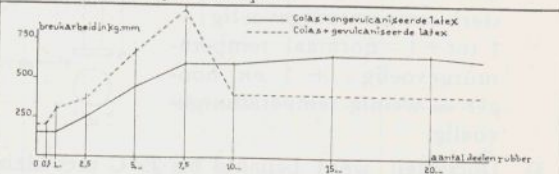
Afb. 3 Terugveering in procenten na 8 weken bij 60°C van R 70 mengsels (nos 44/m 47 van bijlage I)



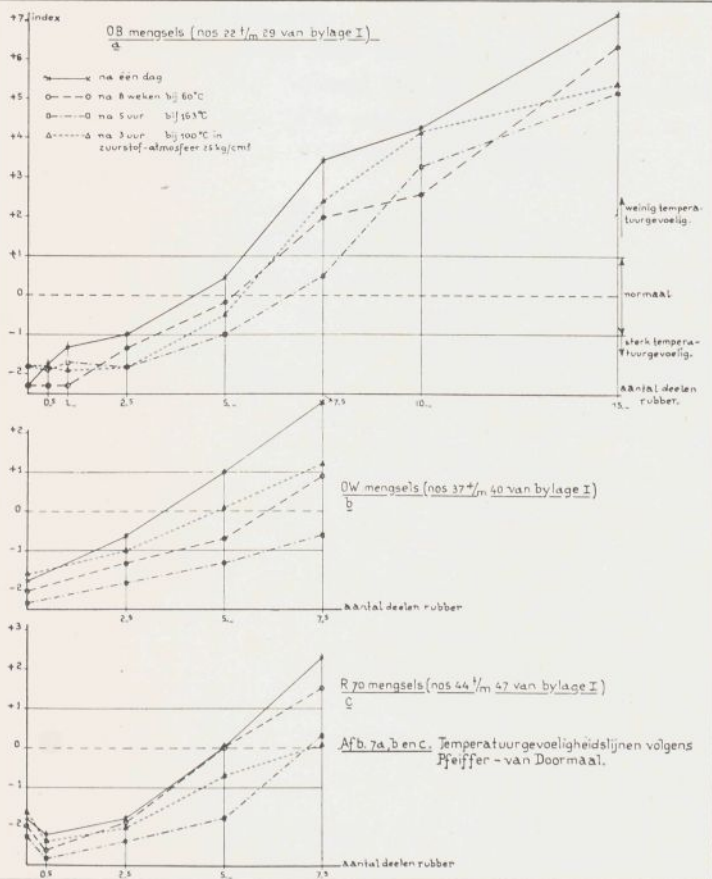
Afb. 4 Totale vloei lengte in 6 uren bij 45°C. (cilindertjes van 20 mm lengte en 10 mm diameter, gelegd in halfcirkelvormige groeven van eveneens 10 mm diameter, onder helling van 45°)



Afb. 5 Bepaling stabiliteit van mineraal aggregaat en asfaltbitumen-rubbermengsels vide 4 par 5.



Afb. 6 Bepaling bindend vermogen van asfaltbitumen-rubbermengsels vide sub 3 par 5



11. 11. 1944



## ERRATA.

Pag. 22, regel 15 v.o. „jaraen” te wijzigen in „jaren”.

„ 31, „ 11 v.b. „pavimentazisnii” te wijzigen in „pavimentazianii”.

„ 32, onder 1937 toevoegen:

De invloed van de toevoeging van rubber op de eigenschappen van asphalt.

J. G. FOL en J. A. PLAIZIER.

WEGEN 1937, **13**, 201.

Ned. Rubberstichting **3**, 1937.

„ 33, regel 14 v.b. „Anom” vervalt.

„ 37, „ 11 t/m 13 v.b. „

„ 37, „ 17 v.b. „rubbersluitlaag” te wijzigen in „rubberslijtlaag”.

# ERRATA.

- Pag. 33 regel 15 v.o. „jansen“ te wijzigen in „jansen“.  
 „ 34 „ 11 v.o. „quadranten“ te wijzigen in „quadranten“.  
 „ 35 „ 11 v.o. „jansen“.  
 „ 36 onder 1917 toevoegen:  
 De lijst van de toezicht van rijst op de rijst-  
 enrijzen van rijst.  
 J. G. FOL en J. A. PLAZIER.  
 WEGEN 1937, 25, 301.  
 Ned. Rijksoverheid 2, 1937.  
 33 regel 11 v.o. „Aron“ vervalt.  
 34 „ 11 van 13 v.o.  
 35 „ 14 v.o. „arbeidsloos“ te wijzigen in „arbeids-  
 loos“.