

NEDERLANDSCH INDISCH WEGEN CONTOIR
BANDOENG JUNI 1924
TECHNISCHE HOOGESCHOOL



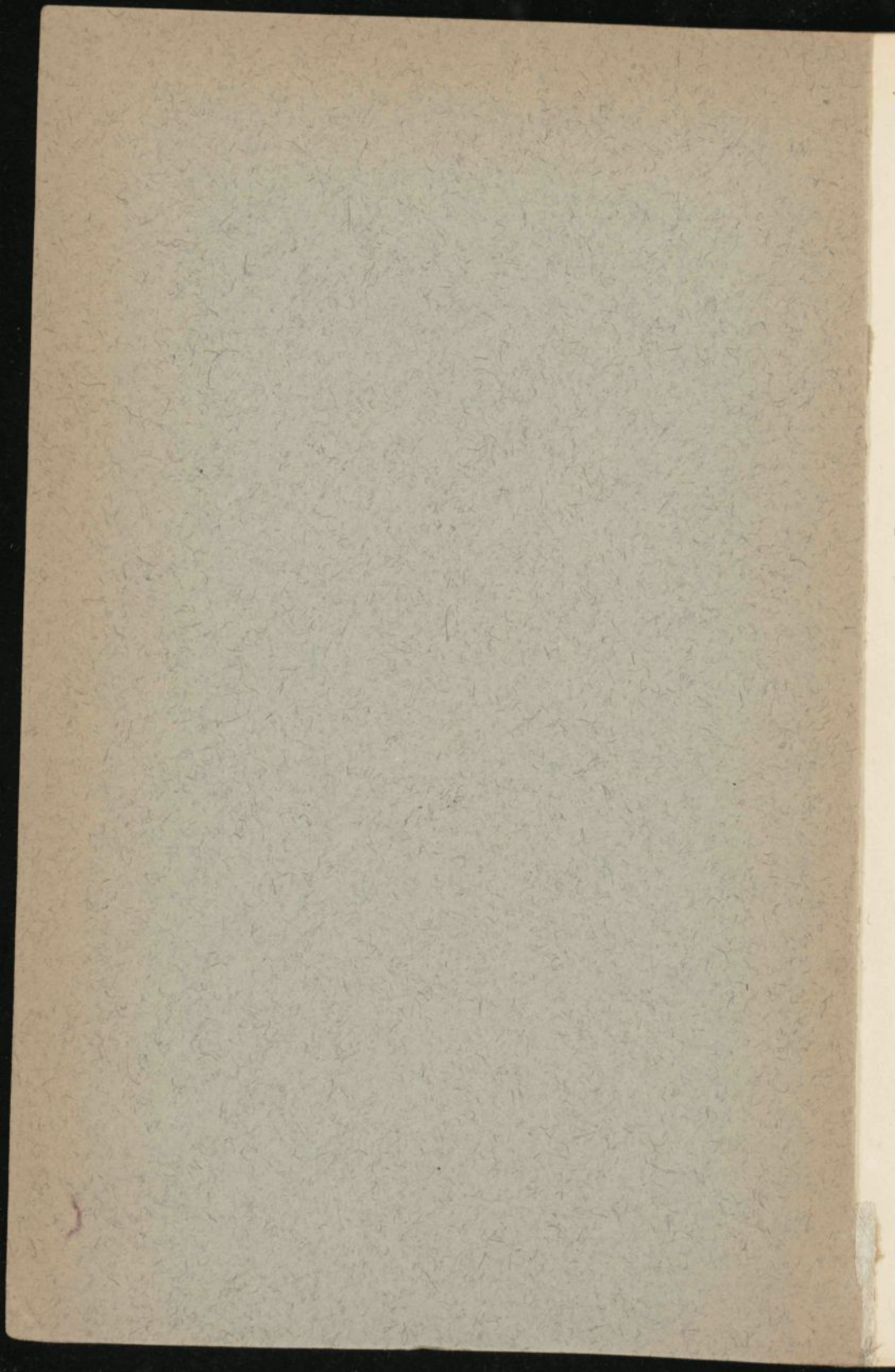
PRAE-ADVIEZEN

BUNDEL II.



1005 237

NIX — BANDOENG.



PRAE-ADVIEZEN

BUNDEL II.

201
12

RECEIVED

THE
LIBRARY
OF THE
MUSEUM
OF
COMPARATIVE ZOOLOGY
AND ANATOMY
HARVARD UNIVERSITY

201242



PRAE-ADVIEZEN

BUNDEL II.





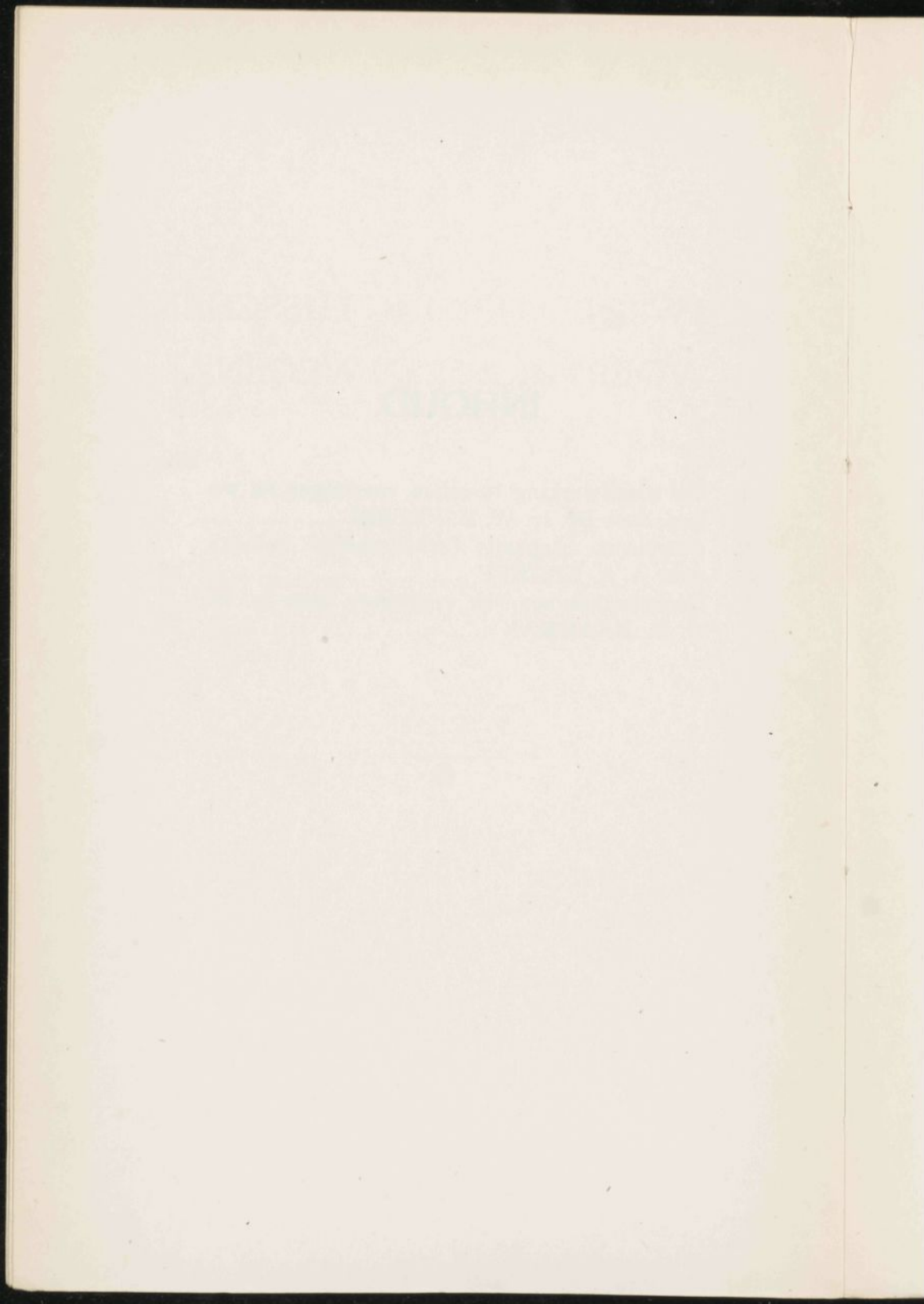
PRÄF-ADVISEN

BUND II



INHOUD.

	Blz.
1. De wisselwerking tusschen voertuigen en wegen, door Dr. Ir. W. B. PETERI	1
2. Petroleum Asphalt (scheikundige schets), door A. A. KRAEFF'	45
3. Technisch-economisch wegbeheer, door Ir. W. C. D. HAARMAN	73



DE WISSELWERKING TUSSCHEN
VOERTUIGEN EN WEGEN,

DOOR

Dr. Ir. W. B. PETERI,

Directeur Gewestelijke Werken van Semarang.



DE WISSELS- EN DE WERK- EN
DE WISSELS- EN DE WERK- EN
VOERTUIGEN EN WERKEN

1848

DE W. W. B. N. N. N.

DE W. W. B. N. N. N.



DE WISSELWERKING TUSSCHEN VOERTUIGEN EN WEGEN.

Als Directeur der Gewestelijke Werken van Semarang heb ik gedurende de afgelopen acht jaren het vervoer over de gewestelijke wegen zien ontwikkelen en maakte ik den overgang van karrentransport naar vrachtautotransport mee.

Ik herinner me nog levendig, hoe de Toentangsche weg, die met extrakosten geschikt gemaakt was voor het zeer drukke karrenverkeer, het geleidelijk aflegde, toen de N. I. S. er met autobussen en vrachtauto's begon te rijden. Ik weet nog heel goed, dat ik begin Januari 1922 den weg Salatiga-Solo passeerde en er over tevreden was, en hoe ik op den terugtocht een week later den weg in zoodanigen toestand vond, dat een Oostenrijksch officier, die mij vergezelde, de opmerking maakte: „het lijken wel Russische wegen, waarover onze zware artillerie gegaan is.” Het bleek, dat in die week de pestbestrijding met zware vrachtauto's had laten rijden op dezen weg, waar nog nooit vrachtautoverkeer had plaats gehad.

Ik zou nog verschillende frappante voorvallen kunnen aanhalen, die spraken van plotselinge verwoesting.

De vraag, die toen op te lossen viel, was: „Waarom zijn die wegen stuk gegaan, en wat is er aan te doen, om ze tegen verder stukgaan in de toekomst te behoeden? Klaarblijkelijk hadden de vrachtauto's het gedaan, maar waardoor dan?

Het verschil tusschen het nieuwe en het oude transport bleek twee hoofdkenmerken te hebben:

1e. waren bij het nieuwe transport de geconcentreerde lasten zwaarder, en

2e. waren daarbij de wrijvingsweerstand over den weg grooter.

Wat was nu de schuld, 1e, of 2e, of beide?

In de eerste plaats werd de aandacht geschonken aan den geconcentreerden druk, daar de diepe kuilen den indruk gaven, door verticalen druk te zijn ontstaan.

De diepte van de kuilen wees er verder op, dat niet gedacht moest worden aan afslijting van de deklaag of kruipen ervan, maar dat de oorzaak gezocht moest worden in de verwoesting van de aardebaan.

Voorloopige taxaties en globale metingen leerden al spoedig, dat de druk per cm^2 . uitgeoefend op de deklaag bij vrachtauto's zeker niet ongunstiger was, dan bij karren.

Ging men echter na, hoe de druk door deklaag en onderlaag op de aardenbaan werd overgebracht, dan bleek al heel spoedig, dat de geconcentreerde lasten voor de aardenbaan veel ongunstiger waren, dan de verdeelde lasten. Ik bedoel daarmee, dat 1 vrachtauto met een asdruk van 3 ton de aardenbaan veel erger aantast, dan 5 karren met een asdruk van 600 KG. Ten einde even de gedachten te bepalen, het volgende voorbeeld:

Een last van 1000 KG staat op een oppervlak van $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$. Dikte van de verharding is 10 cm.

Een last van 4000 KG staat op een oppervlak van $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$. Dikte van verharding is hetzelfde.

Wat worden de drukkingen op den ondergrond?

Rekent men, dat de verharding bestaat uit bolvormig grint, dan komt men tot een verspreiding van den druk onder een hoek van 60° .

Het ondervlak krijgt dus (fig. 1) een zijde van $a + \frac{2h}{\sqrt{3}}$ of benaderd $a + 1,2 h$. In de bovenbedoelde gevallen worden dus de zijden van de grondvlakken respectievelijk $5 + 12 = 17 \text{ cm}$ en $10 + 12 = 22 \text{ cm}$.



fig. 1

De gedrukte oppervlakken van de aardenbaan zijn dus respectievelijk 289 cM^2 en 484 cM^2 .

De drukken per cM^2 worden dus respectievelijk $\frac{1000}{289}$
 $= 3,5 \text{ KG/cM}^2$ en $\frac{4000}{484} = 8,3 \text{ KG/cM}^2$.

Het blijkt dus, dat geconcentreerde lasten veel ongunstiger op de aardenbaan werken dan vele kleine lasten.

De vraag, die nu naar voren kwam, was: „wat kan die aardenbaan eigenlijk dragen.”

Te dien einde werden van de drie meest voorkomende grondsoorten, roode, zwarte, en grijze klei, monsters genomen en werden deze beproefd. Van zand werden geen monsters genomen, eensdeels omdat wegen met een ondergrond van zand in dit gewest niet voorkomen, anderdeels, omdat het draagvermogen van zand in natten en drogen toestand niet veel verschilt.

De klei werd in bakjes $30 \times 50 \text{ cM}$ gedaan, ongeveer 20 cM dik en werd met een houten stamper aangestampt, op de wijze, zooals bij ophoogen van wegen gestampt wordt.

Daarna werd over den bak een dwarshout gelegd, waarin een gat van $1 \times 1 \text{ cM}$. Hierin paste een staafje van $1 \times 1 \text{ cM}$. Op het staafje was een millimeterverdeling aangebracht en boven op het staafje was een schaal om gewichten te dragen.

Bij verschillende belastingen werden de indrukkingen gemeten. Vervolgens werd de vastgestampte klei met water overgoten. Dit liet men er in trekken, totdat de klei verzadigd was. Ten slotte kneedde men van natte klei ballen en plaatste deze onder het staafje.

De uitkomsten waren als volgt:

	Roode klei.	Zwarte klei.	Grijze klei.
Vast-aangestampde klei, droog.			
Belasting per cM ² .	Indrukking.	Indrukking.	Indrukking.
2 KG	1 mM	1 mM	1 mM
6 KG	2 mM	2 mM	2 mM
7,5 KG	3 mM	4 mM	3 mM
12,5 KG	6 mM	56 mM	45 mM

Dezelfde kisten vastaangestampde klei, met water verzadigd.

0,6 KG	1 mM	3 mM	7 mM
1,25 KG	1,5 mM	4 mM	10 mM
1,8 KG	2 mM	5 mM	15 mM
4,5 KG	3 mM	14 mM	blijft in beweging.
6,0 KG	4 mM	21 mM	idem.
12,5 KG	12 mM	blijft in beweging	idem.

Dezelfde klei tot ballen gekneet met water.

0,6 KG	18 mM	zakt door	zakt door.
--------	-------	-----------	------------

Uit deze uitkomsten bleek:

1e. Aan zwarte en grijze klei is haast geen draagvermogen toe te kennen, zoo ze doorweekt is.

2e. Herstel van een doorweekten weg is onmogelijk. als men het verkeer laat doorgaan, omdat dan de ondergrond gekneet wordt en practisch geen draagvermogen meer heeft.

Het werd mij duidelijk, dat door het steeds maar aanvullen der gaten met steen niet het gewenschte resultaat te bereiken viel, omdat de druk op den doorweekten ondergrond zelfs bij een groote verspreiding door het steenenweglichaam toch nog te groot zou zijn. Veeleer was een zeer dik steenen weglichaam op te vatten als een drainage, dan als een middel ter verspreiding van

den druk. Maar drainage was veel goedkooper te verkrijgen dan door aanwending van groote massa's steenmateriaal. De drainage werd gezocht door het graven van diepe slooten, door het afsnijden van wateraderen, die onder den weg doorliepen, en door het afleiden van bronnetjes of wellen, die in den natten tijd onder de verharding ontstonden.

Door het toepassen van dit principe, heb ik de meeste wegen, waarop vrachtautoverkeer plaats had, kunnen redden van volkomen ondergang. Met die drainage was het geheele werk nog niet afgelopen, daar men afhankelijk bleef van de draagkracht van de aardenbaan. Hierop moest de dikte van het steenenweglichaam aanpassen, ten einde de juiste drukverdeeling te krijgen. Deze dikte werd veel beter proefondervindelijk bepaald, dan theoretisch.

Als regel is dan ook aangenomen: Draineer eerst alle wegen voor vrachtautoverkeer zoo goed mogelijk. Dicht daarna de gaten en kuilen met grof materiaal totdat de weg tot rust komt en breng ten slotte een definitieve deklaag aan van het hardste materiaal, dat in de streek te krijgen is.

Door toepassing van voorgaande methode werden de hoofdwegen met vrachtautoverkeer goed. Maar dientengevolge verschenen er meer vrachtauto's en zwaardere vrachtauto's en het gevolg was, dat men steeds beter te zorgen had voor de drainage en steeds nieuwe zwakke plaatsen ontdekte, die bijgewerkt moesten worden.

Ook werd de methode toegepast op binnenwegen, waarvan men verwachtte, dat ze te eeniger tijd zwaarder verkeer zouden krijgen. Het gevolg was, dat er op die binnenwegen heel spoedig na de verbetering vrachtauto's verschenen, en dat de kringloop van verbetering en zwaarder verkeer begon.

Het is echter duidelijk, dat met de beperkte middelen, waarover de gewesten beschikken, niet alle we-

gen op een hooger peil te brengen zijn, en dat er een evenwichtstoestand moet komen, waarbij de wegen zich economisch bij het verkeer en het verkeer zich economisch bij de wegen aanpast.

Het gaat niet aan, dat ter wille van een enkelen vervoerder de gemeenschap op kosten gejaagd wordt voor verbetering van een weg, en ook niet dat ter wille van den geldnood van een gewest een heele categorie van personen niet behoorlijk kan afvoeren.

Er moet een evenwichtstoestand komen, waarbij de aard van het vervoer moet aansluiten bij de belangrijkheid van het vervoer. Ik meende het middel tot verkrijging van dit evenwicht gevonden te hebben in een bepaald stelsel van wegenbelasting.

De wegen zouden daartoe verdeeld worden in een aantal klassen, afhankelijk van het draagvermogen.

Er zou dan worden geheven een vast recht per ton-kilometer plus een toeslag, die veranderlijk zou zijn en bepaald werd naar het draagvermogen van den weg en den wioldruk van het vervoermiddel. Aldus zou een transporteur er niet langer zijn voordeel in zien, om met zware vrachtauto's op zachte wegen te komen. Zonder direkte verbodsbepalingen zou men dan toch bereikt hebben, dat de wegen zoo economisch mogelijk werden benut.

Zooals in het begin is opgemerkt, viel door de belangrijke wegvernielingen het eerst de aandacht op den invloed der geconcentreerde lasten. Ik liep dan ook gevaar, om me blind te staren op dat punt, en verwachtte alleen mijn heil van verdeeling der lasten over verschillende assen, waardoor de wioldrukken kleiner zouden worden.

Gelukkig brachten verschillende nevenverschijnselen me op de gedachte, dat met het verkleinen der asdrukken, het vraagstuk nog niet opgelost was. Meer en meer werd mij duidelijk, dat een weg, die eenmaal sterk genoeg gemaakt was tegen de verticale asdruk-

ken, veel meer aan onderhoud kostte ten gevolge van het vrachtautoverkeer.

De afslijting werd grooter. Het was moeilijker het materiaal vast in den weg te houden, het wegoppervlak vertoonde na een sterken verkeersstroom het uiterlijk van gegolfd dakijzer. Het aantal koelies voor het onderhoud van den weg werd steeds grooter, omdat dagelijks die golfvorming moest worden tegengegaan en de aangerichte schade hersteld.

Liet men b.v. in een feestweek het dagelijksch herstel na, dan werden de golven zoo erg, dat de weg voor personenauto's haast onbruikbaar werd.

De kwestie, die toen tot oplossing gebracht moest worden, was: „wat is de oorzaak van het vergruizelen der deklaag en wat is de oorzaak van het ontstaan der golfvormige oppervlakken?” Dit vraagstuk zal ik in het volgende behandelen, om dan ten slotte te komen tot de beantwoording der vraag, mij door het bestuur van het wegencongres gesteld: „Welke verbeteringen moeten worden aangebracht aan de voertuigen, ten einde de wegen zoo goedkoop mogelijk te kunnen onderhouden?”

Ik begin met mijn verontschuldigingen aan te bieden voor het weinige feitenmateriaal, dat ik heb verzameld. Ik heb den tijd voor het nemen van de proeven steelsgewijze aan mijn diensttijd moeten onttrekken, en dat nog wel in een jaar (1923), toen ik behalve voor het gewone werk voor heel veel buitengewoons stond.

Wie lust heeft om in de door mij gewezen richting voort te werken, kan het feitenmateriaal aanvullen en dan tot zuiverder uitkomsten komen.

Wat ik hier geef is meer de groote lijn, dan de details.

Een opgehoogde weg was ingereden door een lichte wals; er ging licht verkeer over en geleidelijk zette de weg zich en was eindelijk geheel bij het verkeer aangepast.

Op een nacht passeerde een zware vrachtauto en reed groeven in den weg. Er was geen materiaal meer en de opzichter probeerde door walsen den weg weer plat te drukken. Het gelukte natuurlijk niet.

Dit bracht ons tot de vraag: Welken druk heeft de wals per cm^2 . uitgeoefend en hoe groot was de druk per cm^2 . veroorzaakt door de vrachtauto?

Walsen.

Er moest dus proefondervindelijk worden nagegaan, hoe grooten druk de meest gebruikelijke walsen in het gewest Semarang uitoefenden.

De walsen hebben een dienstgewicht van $8\frac{1}{2}$ ton, d.i. bij gevulde watertank en gevulden achterrol. De achterrol heeft een diameter van 1 M. en heeft een breedte van 1,20 M. met afgeronde zijkanten.

Van een dergelijke wals werd de druk per cm^2 . als volgt bepaald.

De wals werd geplaatst op een geteerden macadamweg met een beschrijvende lijn van de achterrol samen-vallende met een beschrijvende lijn van het tonronde wegoppervlak. De achterbrug van de wals werd opgevijzeld.

Een gedeelte van de rol werd met olie ingewreven. De achterrol werd gedraaid tot het geoliede gedeelte onder was. Daarna werd de rol neergelaten op een strook papier. Ten slotte werd de achterrol weer opgelicht. De afdruk op het papier werd nagemeten. De proef werd eenige malen herhaald. Het gemiddelde oppervlak bleek 462 cm^2 . groot te zijn. Fig. 2 geeft den vorm van de afdrukken weer. Blijkbaar is de achterrol hol uitgesleten.

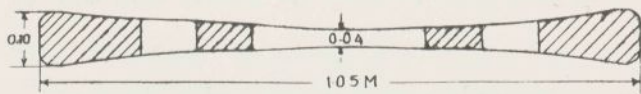


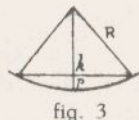
fig. 2

De achteraskracht werd op een weegbrug gemeten en bleek te bedragen 5500 KG. De gemiddelde druk

door de wals uitgeoefend was dus $\frac{5500}{462} \text{ KG|cM}^2 = 11,9 \text{ KG|cM}^2$.

Beschouwt men den toestand aan de uiteinden, waar de grootste aanrakingsvlakken voorkomen en rekent men daar de gemiddelde breedte k dier vlakken 8 cM, dan wordt de indrukking p daar berekend als volgt (fig. 3):

$$\begin{aligned} p \cdot (2 R - p) &= (\tfrac{1}{2} k)^2, \\ \text{of ong.: } p &= k^2 : 8 \quad p = 0.16 \text{ cM} \end{aligned}$$



Stelt men de indrukking evenredig met den gemiddelden druk per cM², dan berekent men het aanrakingsvlak van een nieuwe rol als volgt:

als de breedte van het draagvlak 2 x is, is de indrukking $x^2 : 2R = x^2 : 100$, dus de gemiddelde druk

$$(x^2 : 100) \cdot \frac{11.9}{0.16} \text{ in KG|cM}^2;$$

over een aanrakingsvlak van 105 cM lengte en 2 x breedte wordt de kracht

$$105.2 \times \frac{x^2}{100} \cdot \frac{11.9}{0.16} = \frac{2500}{16} x^3;$$

door deze gelijk te stellen aan de wielkracht van 5500 KG vindt men $x = 3,28 \text{ cM}$; de breedte van het aanrakingsvlak wordt dus ruim 6,5 cM, het oppervlak ervan 680 cM², en de gemiddelde druk 8 KG|cM².

Daar het overvoeren van de zware vijzel, waarmede de achterrol van de wals gelicht werd, naar een anderen weg moeilijk was, werd de druk van de wals ook nagegaan op een plank van zacht hout. Deze plank moest dan een zachteren weg voorstellen. De aanrakingsoppervlakken waren gemiddeld 561 cM².

$$\text{De gemiddelde druk was dus } \frac{5500}{561} = 9.9 \text{ KG cM}^2.$$

Van dezelfde wals werden ook de tank en de waterrol leeggemaakt. De kracht van de achterrol was dan 4000 KG. Het gemiddeld aanrakingsoppervlak op een geteerden macadamweg was den 366 cM², gevende een gemiddelden druk van 11 KG|cM².

Op een plank van zacht hout werd deze 9,2 KG|cM².

In het voorgaande is steeds gesproken van gemiddelden druk. Het is gemakkelijk te bewijzen dat in het centrum van indrukking de druk $2 \times$ zoo groot is, als de gemiddelde druk*). Daar dit opgaat voor walsrollen, massieve gummibanden en ijzeren banden, zullen de resultaten onderling vergeleken kunnen worden door de gemiddelde drukken te vergelijken. Daar luchtbanden zich anders gedragen, zullen alle gemiddelde drukken door vermenigvuldiging met 2 omgezet worden in maximumdrukken.

Uit het voorgaande volgt, dat de grootste drukkingen uitgeoefend door een 8½ tons wals en door een 7 tons wals zijn, als aangegeven in onderstaanden staat.

Wals.	Geteerde macadamweg. Zachtere weg.	
Oude 8½ tons wals.	23,8 KG cM ² .	19,8 KG cM ² .
Nieuwe 8½ tons wals	16,0 KG cM ² .	
Oud 7 tons wals	22 KG cM ² .	18,4 KG cM ² .

*) Bij cylindrische drukverdeeling:

Stelt men de drukkingen evenredig aan de inzakkingen, dan kan men den totalen druk van een cylindrische walsrol voorstellen als het oppervlak van een cirkelsegment zie fig. 3.

De maximum druk wordt dan voorgesteld door de pijl van het segment = p.

Oppervlak cirkelsegment = $\frac{R(b-k) + kp}{2}$ als b de booglengte is.

Voor kleine aanrakingsoppervlakken en dus kleine middelpunts-hoeken is b-k = 0, dus opp. segment = $\frac{kp}{2}$, of gemiddelde

druk = $\frac{\text{totale druk}}{\text{aanrakingslengte}} = \frac{kp}{2k} = \frac{p}{2}$; dus maximumdruk (p)

= $2 \times$ gemiddelde druk $\left(\frac{p}{2}\right)$.

Bij ellipsoidale drukverdeeling.

Neemt men bij gummibanden aan, dat aanrakingsoppervlakte een ellips is, dan zal de spanning in het midden het grootst zijn en aan de randen nul. Neemt men aan, dat de spanning in langs- en in dwarsrichting volgens een parabool verloopt, dan is het spanningslichaam een elliptische paraboloid; de maximum-druk wordt daarbij het dubbele van den gemiddelden.

Indien dus vrachtauto's, personen auto's of karren grooteren druk uitoefenen op den weg, dan rond 20 KG/cm^2 , dan is het mogelijk, dat de weg indeukt, omdat de verhardingslaag slechts samengeperst is met een druk van 20 KG/cm^2 .

De nieuwe walsen, die blijkbaar vlug afslijten werden hierbij buiten rekening gelaten. Anders moest men niet verder gaan dan 16 KG/cm^2 .

VRACHTAUTO'S MET MASSIEVE RUBBER- BANDEN.

De druk van massieve gummibanden moest nu worden nagegaan. Daartoe werden volgende proeven genomen.

Een twee en een half tons Kisselvrachtauto werd leeg op een weegvijzel gewogen. Er werd gevonden voor de drukkingen der voorwielen 620 KG en der achterwielen 1030 KG . Het totale gewicht werd op de weegbrug op 3300 KG vastgesteld. Dit verschilt nog al van het officieele gewicht, dat 2300 KG bedraagt. De achteras werd achtereenvolgens belast met 500 KG ., 1000 KG ., 1500 KG en 2000 KG .

De rubberband werd met olie ingewreven. Het wiel werd opgevijzeld, neergelaten en weeropgevijzeld. De afdruk op den weg werd nagemeten.

De nieuwe band, zoogenaamd 6 inch . liet een spoor na van 11 cm breedte.

De breedte op het loopvlak boven was iets minder. De dikte van de rubberlaag aan den bovenkant van het wiel (dus niet gedrukt), bedroeg 60 mM .

De proeven gaven de volgende uitkomsten.

Belasting.	Dikte rubberlaag.	Aanrakings- oppervlak.	Gemiddelde druk per cM ² .	Max. druk per cM ² .
0	60 mM.	—	—	—
1030 K.G.	54 mM.	149 cM ² .	7,0 K.G.	14,0 K.G.
1280 K.G.	53 mM.	160 cM ² .	8,0 K.G.	16,0 K.G.
1530 K.G.	53 mM.	172 cM ² .	9,0 K.G.	18,0 K.G.
1780 K.G.	53 mM.	182 cM ² .	9,8 K.G.	19,6 K.G.
2030 K.G.	53 mM.	195 cM ² .	10,4 K.G.	20,8 K.G.

Dezelfde proeven werden genomen met een eenigszins afgesleten 6'' band.

De breedte op het loopvlak bedroeg 13 cM. De dikte van de rubberlaag was 4,4 cM.

De uitkomsten waren als volgt:

Belasting.	Dikte rubberlaag.	Aanrakings- oppervlak.	Gemiddelde druk per cM ² .	Max. druk per cM ² .
0	4,4 cM.	—	—	—
1030 K.G.	3,9 cM.	180 cM ² .	5,7 K.G.	11,4 K.G.
1280 K.G.	3,8 cM.	190 cM ² .	6,7 K.G.	13,4 K.G.
1530 K.G.	3,4 cM.	198 cM ² .	7,7 K.G.	15,4 K.G.
1780 K.G.	3,4 cM.	206 cM ² .	8,6 K.G.	17,2 K.G.
2030 K.G.	3,2 cM.	210 cM ² .	9,7 K.G.	19,4 K.G.

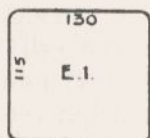
Het is wenschelijk dergelijke proeven voor heele series vrachtauto's met verschillende bandenmaat te doen, ten einde tabellarische gegevens te verkrijgen omtrent de verticale drukken per cM² uitgeoefend door verschillende vrachtauto's.

Voorloopig kan dit al gezegd worden: indien de 2½ tons vrachtauto's voorzien van 6'' banden niet schokken, zouden ze een zelfden druk per cM² uitoefenen, als de 8½ tons wals waarmee de wegen gewalst zijn.

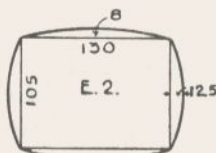
De vorm van de aanrakingsoppervlakken is behoorlijk uitgemeten.

Aanrakingsvlak van een nieuw 6" rubberband met een teerweg.

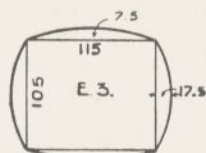
school 1:5



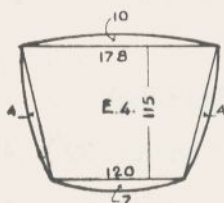
6" band nieuw
asdruk 1.03 ton



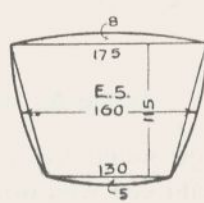
idem
asdruk 1.28 ton



idem
asdruk 1.53 ton



dem 1.78 ton geplaatst op den
zijkant van den weg waar de
tonronde het meest uitkomt.



idem 2.03 ton
plaatsing als E. 4

fig. 4

Fig. 4 geeft daarvan een voorstelling. Het blijkt, dat in tegenstelling met de tot hertoe gehuldigde opvattingen de aanrakingsoppervlakken geen ellipsen zijn.

De aanrakingsoppervlakken vervormen, zoodra de wielen op het tonronde gedeelte van den weg komen, waar de helling eenigszins merkbaar wordt.

Men moet bedenken, dat groote vervorming wijst op grooten druk per cm^2 . Dit geeft een verklaring, waarom de kanten van een weg het eerst inzakken.

De vraag komt nu, wat wel de invloed van rijdende en dus schokkende vrachtauto's zal zijn, als al blijkt, dat de walsdruk per cm^2 ongeveer gelijk is aan den druk per cm^2 door een stilstaande vrachtauto uitgeoefend.

Is de schokdruk aanzienlijk grooter, dan moet de met een $8\frac{1}{2}$ tons wals ingereden weg door een $2\frac{1}{2}$ tons vrachtauto met 6 inch banden ingedrukt worden. De verhouding tusschen schokdruk en statischen druk werd bepaald door het volgende stel proeven. Ik geef toe, dat

er aan die proeven veel ontbreekt, en veel nog nader onderzoek vereischt.

Mij ontbraken echter tijd en gelegenheid de proeven beter te herhalen.

Indien men echter mijn methode volgt en een zelfde vrachtauto beurtelings met luchtbanden en met massieve banden voorziet, moet men goede uitkomsten voor elk autotype kunnen krijgen. Daar de proeven toch eenigszins bruikbare uitkomsten leveren, en een indruk geven van den invloed van den schok, deel ik ze hier mede.

Bepaling invloed van den schok.

Een personenauto „Dodge” met banden 32×4 inch wordt met één wiel opgevijzeld.

De band wordt opgepompt tot een spanning van ongeveer 6 KG/cm^2 . De teer macadamweg wordt ingewreven met krijt. Het wiel wordt neergelaten. Nu wordt nagegaan het gedeelte van den band, dat wit geworden is. Na eenig manoeuvreren met het ventiel, is het zoo te regelen, dat het aanrakingsoppervlak 70 cm^2 wordt bij een wioldruk van 350 KG . De proef wordt herhaald met 390 KG belasting. Het witte oppervlak is nu 78 cm^2 . Vervolgens wordt de belasting 430 KG . Het witte oppervlak $= 85 \text{ cm}^2$.

Uit het voorgaande volgt, dat de druk per cm^2 . door luchtbanden uitgeoefend, gelijk blijft, onverschillig, of de auto leeg of zwaar beladen is.

Toen eenmaal vastgesteld was, dat de overdruk 5 KG/cm^2 . was, werden de volgende proeven gedaan:

Het wiel werd opgevijzeld en daarna ondersteund door een houten stut.

De vijzel werd weggenomen. De stut werd plotseling weggeslagen. Het wiel komt met een schok neer. Het wit geworden oppervlak van de band wordt nagemeten.

De resultaten waren:

Valhoogte	Aanrakings- oppervlak in cM ² .	Berekende schokdruk in K.G. = $5 \times \text{opp.}$ in cM ² .	Statistische druk in K.G.	Schok-c oëf- ficiënt
0 cM.	70	350	350	1
1 cM.	96	480	350	1,4
2 cM.	112	560	350	1,6
4 cM.	126	630	350	1,8

Met behulp van deze schok coëfficiënten zal nu voor vrachtauto's met massieve banden de invloed van den schok worden nagegaan. Voor auto's op luchtbanden blijkt het onverschillig, of de auto schokt of niet. De druk per cM². blijft gelijk.

Schokcoëfficiënt bij massieve banden.

Een vrachtauto met massieve gummibanden wordt geplaatst op een geteerden macadamweg. De achteras wordt belast met 2 ton. De wioldruk bedraagt dan 2030 KG.

De weg wordt met krijt ingewreven. Het achterwiel wordt opgevijzeld en op een houten stut geplaatst. Deze wordt plotseling weggeslagen. Het wiel komt met een schok op den grond. Het wiel wordt weer opgevijzeld en het aanrakingsoppervlak wordt nagegaan.

Het aanrakingsoppervlak op den band blijkt te bestaan uit een witte kern en een lichten omtrek. De lichte omtrek gaf het oppervlak aan, dat gedurende den schok het wegoppervlak had aangeraakt. De witte kern gaf het oppervlak, waarop na den schok het wiel gerust had.

De proef werd gedaan met valhoogten van 4 cM en 2 cM met een zes inch band, die eenigszins afgesleten was.

Valhoogte.	Coëfficiënt.	Statische kracht.	Schok kracht.	Aan ra- kings- opper- vlak- sta- tisch.	Aan ra- kings- opp. schok	Druk per cM ² rust.	Druk per cM ² schok.
4 cM.	1,8	2030 K.G.	3650 K.G.	210	338	9,7	10,8 K.G.
2 cM.	1,6	2030 K.G.	3250 K.G.	210	302	9,7	10,8 K.G.

De gemiddelde druk per cM². is dus door de schokken niet meer dan 12% toegenomen. De maximum druk per cM². is derhalve door de schokken ook niet meer toegenomen.

Uit het voorgaande moge blijken, dat men zich over het algemeen een overdreven voorstelling maakt van de schokwerking.

Wegen, die met een 8½ tons wals gewalst zijn, zullen door schokkende vrachtauto's met massieve rubberbanden een klein beetje worden ingedrukt, maar niet veel.

Vertikaalkrachten van auto's en grobaks.

Ten einde een vergelijking te kunnen maken tusschen de invloeden der verticaalkrachten van vrachtauto's en grobaks, werden ook eenige grobaks nagegaan.

In de afdeeling Salatiga, die de slechtste grobaks heeft van het gewest Semarang, werden 90 grobaks onderzocht.

Het bleek, dat de volgende maten als regel konden worden aangenomen:

Diameter wiel	1,00 M.	a 1,05 M.
Diameter as	0,04	a 0,05
Diameter asgat	0,06	a 0,08
Velgbreedte	0,06	a 0,08.

Doordat de asgaten zooveel ruimer zijn, dan de dikte der assen, hebben de wielen te veel speling en kunnen ze schuin op de as komen te staan.

De ijzeren velgen dragen dan op één kant en trekken groeven in den weg.

De meest voorkomende gebreken waren:

bol afgesleten velgen;

ovaal uitgesleten asgaten; en

uitstekende koppen van de bouten, die den ijzeren wielband met de houten velg verbinden.

Een grobak met goede velg, eigen gewicht 500 KG, velgbreedte 0,075 M, diameter wiel 1,05 M., werd geplaatst op een geteerden macadamweg. De as werd achtereenvolgens belast met $\frac{1}{2}$ ton en met 1 ton. De velg werd met smeerolie ingewreven en de aanrakingsoppervlakken op den weg werden uitgemeten.

De zelfde proeven werden herhaald met een grobak met afgesleten velg.

De resultaten waren:

Goede grobak.			
Wieldruk	Aanrakingsoppervlak	Gemiddelde druk per cM^2 .	Max. druk per cM^2 .
250 K.G.	16 cM^2 .	15,5 KG/cM^2 .	31 KG/cM^2 .
500 K.G.	25 cM^2 .	20 KG/cM^2 .	40 KG/cM^2 .
750 K.G.	25 cM^2 .	30 KG/cM^2 .	60 KG/cM^2 .
Slechte grobak.			
250 K.G.	2 cM^2 .	125 KG/cM^2 .	250 KG/cM^2 .
500 K.G.	5 cM^2 .	100 KG/cM^2 .	200 KG/cM^2 .
750 K.G.	7,5 cM^2 .	100 KG/cM^2 .	200 KG/cM^2 .

Uit het voorgaande volgt, dat goede grobaks op goede wegen maximum drukken per cm^2 . uitoefenen, die drie-maal grooter zijn, dan de maximumdrukken van volbeladen $2\frac{1}{2}$ tons vrachtauto's met 6'' massieve banden.

Slechte grobaks oefenen op dergelijke wegen drukkingen uit, die tot het 10 voud van vrachtautodrukken kunnen oploopen.

Blijkbaar zijn goede wegen te goed voor slechte grobaks. Ook geeft het voorgaande de verklaring, dat teer-macadanwegen, die zich goed hielden bij vrachtauto-verkeer, veel aan teer kostten, toen er grobaks op kwamen. De grobaks hebben niet de kracht, om een goeden weg in te drukken, maar hebben voldoende druk per cm^2 . om den besten steenslag te verbrijzelen en teer van den steenslag weg te persen.

Men komt hier tot de stelling: ouderwetsche voertuigen behooren niet thuis op nieuwerwetsche wegen. Dat nieuwerwetsche voertuigen niet op ouderwetsche wegen passen, heb ik in het begin al aangetoond.

Ik wilde nu echter de vraag beantwoorden:

Sluiten de ouderwetsche grintwegen zich beter bij de ouderwetsche grobaks aan?

Op een vlakken grintweg, geheel doorweekt zoowel door kwelwater als door regen, met een onderlaag van 15 cm en een deklaag van 20 cm , werd een grobak geplaatst.

De drukkingen werden nagemeten.

Wieldruk.	Vorm aanrakingsoppervlak.	Grootte aanrakingsoppervlak.	Gemiddelde druk per cm^2 .	Max. druk per cm^2 .
250 K.G.	cirkel: $r = 25 \text{ mm}$.	19,7 cm^2 .	12,7 K.G.	25,4 K.G.
500 K.G.	ellips: $a = 50$ „ $b = 25$ „	39,4 „	12,7 „	25,4 „
750 K.G.	ellips: $a = 70$ „ $b = 32,5$ „	71,5 „	10,5 „	21,0 „

Op dezen zachten weg richtte de grobak geen schade aan en verbrijzelde hij de deklaagsteen niet.

De dikte van de steenlaag lijkt buitengewoon groot.

Ze was echter noodig, om de kwade invloeden van den kwel tegen te gaan.

Op dezen zelfden zachten weg werd ook de 2½ tons vrachtauto beproefd. De uitkomsten zijn opgenomen in bijgaanden staat. De cijfers achter den staat zijn de cijfers voor maximumdruk door hetzelfde wiel op een geteerden macadamweg uitgeoefend.

Toestand.	Druk per drijf wiel.	Aanrakings- oppervlak in cM ² .	Gemiddel- de druk per cM ² .	Max. druk per cM ² .	Max. druk op geteerden macadam- weg.
Onbelast	1030 K.G.	14 × 12,5 = 175	6,0 K.G.	12,0 K.G.	14. K.G.
½ ton achteras	1280	16 × 13 = 208	6,1	12,2	15,8
1 ton achteras	1530	16,5 × 13,5 = 223	6,9	13,8	18,0
1½ ton achteras	1780	17,5 × 14 = 245	7,3	14,6	19,4
2 ton achteras	2030	17,5 × 15 = 262	7,7	15,4	21,4

Derhalve geeft een beladen vrachtauto op een zachten weg een iets kleineren druk per cM², dan op een harden weg. De zachtere geeft eenigszins mee en veert terug, zooals ook duidelijk te zien was onder het rijden van de vrachtauto.

Al de voorgaande proeven hebben uitgewezen, dat de verticale druk op goede wegen, d.w.z. op wegen, waarvan de aardenbaan het niet aflegt, en de deklaag uit hard materiaal bestaat, niet de oorzaak kan zijn van groote afslijting of van het vormen van groeven of indrukken in den weg, daar de druk per cM². uitgeoefend door normale vrachtauto's met normale banden niet veel stijgt boven den walsdruk en maar een fractie is van den verbrijzelingsdruk.

Grobaks geven wel een veel grooteren druk, maar deze geeft slechts plaatselijke verbrijzeling op grintwegen en wegpersing van de teer op geteerde macadamwegen. Geeft n.l. de verharding ook maar een enkele millimeter mee, dan wordt het aanrakingsoppervlak dadelijk zoo groot, dat de druk per cm^2 . snel daalt.

In het kort samengevat, weten we dus:

Een weg met onvoldoend dikke steenkorst en niet voldoende gedraineerd legt het ten gevolge van den verticalen druk af, zoodra er een zware geconcentreerde last op komt.

Wegen, die tot rust gekomen zijn onder den druk van $8\frac{1}{2}$ tons walsen, kunnen zonder bezwaar $2\frac{1}{2}$ tons vrachtauto's met zes inch drijfwielen dragen. Hiermee is echter nog geenszins de vraag beantwoord, wat de reden is van de snelle afslijting, het loswerken der deklaag en het vormen van een golfvormig wegoppervlak op wegen met veel vrachtautoverkeer.

Daar de verticaalkracht het niet doet, ligt het voor de hand dat de tangentieelkracht het doet. Ten einde hierover eenige gegevens te verkrijgen, werden de volgende proeven genomen.

Invloed van de tangentieelkracht.

Om een goede voorstelling te krijgen van de uitwerking der tangentieelkracht, werd deze in sterke mate te voorschijn geroepen.

Achter een vrachtauto werd een aanhangwagen gekoppeld. De beide achterwielen van den aanhangwagen werden door middel van kettingen vastgezet. Daarna begon de vrachtauto te trekken.

De gesleepte band was een 4 inch massieve rubberband, die een spoor gaf van 0,075 M. De aanhangwagen was een Highwaytrailer met een draagvermogen van 4 ton.

De wieldruk werd in onbelasten toestand met behulp van een weegvijzel gemeten en op 600 KG vastgesteld.

Het aanrakingsoppervlak van den gesleepten band met den weg werd bepaald op 135 cm^2 , toen de achteras met 2 ton belast was. De vrachtauto kon op een hard-gewalsten prima macadamweg den aanhangwagen in beweging krijgen. De weg bleek te vergruizen en af te slijpen onder de gesleepte wielen en onder de drijfwielen van de vrachtauto. De vergruizing onder de gesleepte wielen was het ergst. De wielen, die over den weg rolden, hadden geen spoor van vergruizing veroorzaakt. De zelfde proef werd herhaald met 1 ton op de achteras. De vrachtauto slaagde er in, den aanhangwagen met eenige snelheid te sleepen. De weg vergruisde nog meer dan eerst en de steenen begonnen los te werken.

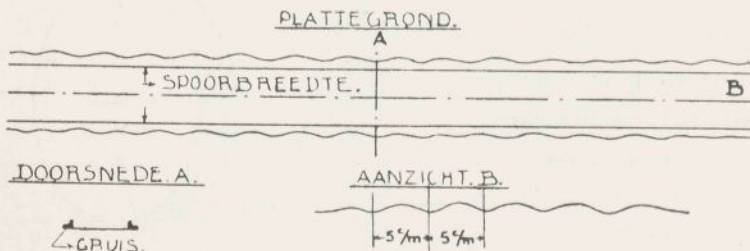


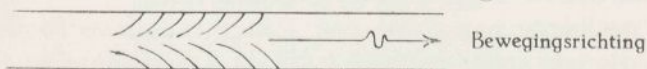
fig. 5

Het losgewerkte gruis heeft naast de sporen kantjes gevormd, die er uitzien als fig. 5. De proef wordt nu herhaald zonder belasting op de achteras.

Het gesleepte wiel springt nu op, valt neer, springt op, enz. en beukt op den weg.

De vergruizing en het loswerken is erger dan bij de voorgaande proeven.

De invloed van het drijf wiel van de vrachtauto is minder en de vrachtauto bereikt eenige snelheid.



Het drijf wiel van de vrachtauto is raspvormig geworden.

fig. 6

Het gesleepte wiel wordt nu losgemaakt en onderzocht. Het blijkt, dat het oppervlak ruw geworden is.

als een vijl. De band heeft scheuren gekregen als voorgesteld in fig. 6.

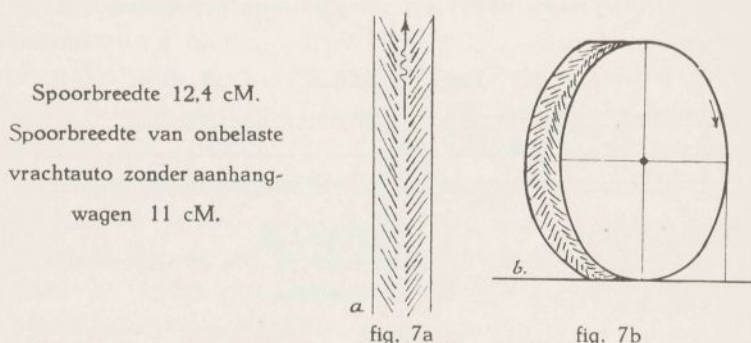
Het drijf wiel van de vrachtauto heeft een raspvormig oppervlak gekregen.

De vrachtauto met aanhangwagen wordt nu naar een geteerden macadamweg gebracht, ten einde hier den invloed der wrijving na te gaan. Hieronder volgt de beschrijving der proeven.

Eerste proef.

De gesleepte as draagt 2 ton. De asdruk is dus 3,2 ton.

De vrachtauto kan slechts met heel geringe snelheid sleepen.



De weg is ingewreven met kalk.

Fig. 7a stelt voor de sporen op den weg, fig 7b de karakteristieke strepen op den gummiband. De strepen hebben dezelfde richting, als de scheuren, die in den gesleepten band ontstonden bij de vorige proeven. Waarschijnlijk zullen bij nog grootere wrijving scheuren ontstaan volgens deze strepen.

Het spoor van het gesleepte wiel ziet er uit als fig. 8.
Spoor van het vastgezette achterwiel van een 4 tons aanhangwagen belast met 2 ton op de achteras teerweg.



fig. 8

Het zijn rechte strepen, met periodiek dwarsstrepen. Het teeroppervlak op het spoor voelt aan als een vijl.

De wielen, die over den weg gerold hebben, hebben niets geen schade veroorzaakt.

Tweede proef.

1 ton op de achteras. De asdruk is dus 2,2 ton.

Het gesleepte wiel begint te schokken. Het spoor ziet er uit als fig. 9. De verticale doorsnede van het spoor vertoont flauwe golven.

Spoor van het vastgezette achterwiel van een 4 tons aanhangwagen belast met 1 ton op de achteras - Teerweg.

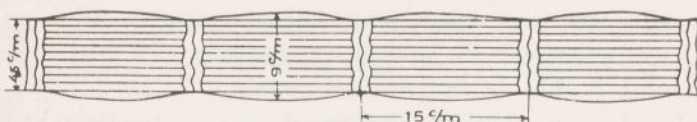


fig. 9

Derde proef.

Achteras onbelast. De asdruk is dus 1,2 ton.

De vrachtauto kan een zekere snelheid aan de vrachtauto geven. Het spoor van het drijf wiel vertoont niets bijzonders.

De figuren op de banden van de drijfwielen komen niet meer voor.

Spoor van het vastgezette achterwiel van een 4 tons aanhangwagen achteras onbelast teerweg.

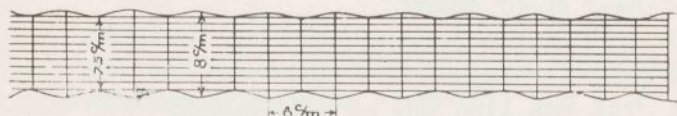


fig. 10

Het spoor van het gesleepte wiel ziet er uit als fig. 10. Men ziet uit de sporen duidelijk het opspringen (samentrekken van den band) en het neerkomen (uitzetten van den band). De golflengte is kleiner geworden. Het samentrekken van den band is zooveel geringer dan bij de vorige proef, dat geen dwarsstrepen van samentrekken ontstaan.

Vierde proef.

Achteras onbelast, maar schuivend.

Vooras 2 ton belast, maar rollend.

De vrachtauto kan een behoorlijke snelheid aan het systeem geven, het spoor van de drijfwielen toont geen figuren.

Het onbelaste schuifwiel geeft een spoor als vroeger, maar met een golfhoogte van 8 cm. In verticale doorsnede is ook duidelijk de golflijn te zien. Het volbelaste rollende wiel laat geen spoor achter.

Uit deze laatste proef blijkt, dat de tangentieelkracht van een onbelast schuivend wiel groote verwoesting aanricht, terwijl de verticaalkracht en de tangentieelkracht van een met 1 ton belast rollend wiel geen schade aanricht. De groote verwoester van het wegoppervlak is dus de tangentieel kracht.

Verder is gebleken, dat groote tangentieelkracht gepaard met groote normaalkracht minder funesten invloed uitoefent op de deklaag, dan groote tangentieelkracht zonder groote normaalkracht.

De voorloopige conclusie is dus: drijfassen behoorlijk te belasten.

De proeven met een gesleepte wiel werden voortgezet op een doorweekten grintweg van voldoende draagvermogen. Een volbelaste $2\frac{1}{2}$ tons vrachtauto liet er geen merkbaar spoor achter.

De druk van het gesleepte wiel van den aanhangwagen was achtereenvolgens 1100 KG, 850 KG en 600 KG. Bij een druk van 1100 KG op het gesleepte wiel laat het even zwaar belaste rollende wiel op dezelfde as geen spoor op den weg achter. Het gesleepte wiel haalt de natte grintlaag heelemaal los, maakt een spoor van 1 cm diepte en deponeert materiaal op de kanten van het spoor.

De bovenkant van den aldus verkregen opstaanden rand vertoont duidelijk een golfvorm. Het spoor zelf vertoont op regelmatige afstanden plaatsen, die meer en die minder opgehaald zijn.

Het spoor van het drijf wiel vertoont ook een golfvorming. De deklaag is niet zoo erg opgehaald. Bij een

wieldruk van 850 KG begint de aanhangwagen te springen.

De verwoesting en de golfvorming wordt erger. Bij het doorloopen van een bocht wordt de verwoesting het ergst. Het drijf wiel van de vrachtauto werkt ook steenen los.

Bij een wieldruk van 600 KG wordt het springen weer erger. De vrachtauto verkrijgt eenige snelheid. Het drijf wiel van de vrachtauto vertoont minder diepe sporen.

Toch ligt het materiaal er los.

Het spoor van het gesleepte wiel vertoont weer een golfbeweging.

Door het sleepen heeft de rubberband een platten kant gekregen, groot $20 \times 8 \text{ cm}^2$. Dit vlak voelt aan als een rasp.

Bij aandachtige beschouwing van de sporen kan men waarnemen:

Het voorwiel van de vrachtauto heeft de grintkorrels naar voren geduwd en naar voren doen kantelen;

het drijf wiel van de vrachtauto heeft de grintkorrels naar achter geduwd en naar achter doen kantelen; en het gesleepte wiel heeft ze naar voren geduwd en naar voren doen kantelen.

Bepaling van de grootte van tangentieelkrachten, uitgeoefend door drijfwielen.

Om eenig denkbeeld te krijgen van de grootte der optredende tangentieelkrachten, diene het volgende.

Een twee tons vrachtauto kan op een 10% helling nog een twee tons aanhangwagen trekken.

De kracht loodrecht op den weg uitgeoefend door de drijfwielen is dan 3780 KG en de kracht evenwijdig aan den weg is 975 KG.

Op een 5% helling kan hij nog juist een 5 tons aanhangwagen trekken.

De kracht evenwijdig aan den weg uitgeoefend door de drijfwielen is dan 960 KG.

Daar de vrachtauto in beide gevallen slechts langzaam kan rijden, kan men aannemen, dat de machine nog juist den weerstand van weg en helling kan overwinnen.

De max. trekkracht van een 2 tons vrachtauto is dus ongeveer 1000 KG.

Op dezelfde wijze vindt men voor een 3 tons vrachtauto ongeveer 1400 KG. We zijn dus niet te ver van de waarheid, als we aannemen, dat de $2\frac{1}{2}$ tons Kissel een trekkracht had van ongeveer 1200 KG.

Tot mijn leedwezen had ik geen trekmeter om tussen aanhangwagen en vrachtauto in te schakelen. Anders had ik de trekkracht nauwkeurig kunnen aangeven.

Het aanrakingsoppervlak van den gesleepten band met den weg bedroeg 135 cm^2 .

Het aanrakingsoppervlak van den geslepten band weg bedroeg 180 cm^2 .

De beide gesleepte achterwielen hadden dus een aanrakingsoppervlak van 270 cm^2 .

De tangentieel kracht per cm^2 was dus $\frac{1200}{270} = 4,4 \text{ KG}$.

De tangentieel kracht der drijfwielen was per cm^2 .
 $\frac{1200}{360} = 3,3 \text{ KG}$.

Het blijkt dus, dat een tangentieel kracht van ruim 3 KG/cm^2 een slechten invloed uitoefent op een geteerden macadamweg, een slechteren op een gewalsten harden steenslagweg in drogen toestand en een verderfelijken op een grintweg in natten toestand.

In een vorige publicatie deelde ik mee, dat in bochten van 30 M. straal, doorloopen door $2\frac{1}{2}$ tons vrachtauto's met 36 KM snelheid, een transversaalkracht van 1700 KG optrad. Voor auto's toegerust met zes inch banden achter, dus met een totaal aanrakingsoppervlak van 360 cm^2 , komt deze transversaalkracht neer op ongeveer $4,7 \text{ KG/cm}^2$. Had de vrachtauto dan nog volle trek-

kracht te ontwikkelen, dan kon de totale horizontale kracht oploopen tot $\sqrt{3,3^2 + 4,7^2} = 5,7 \text{ KG|cM}^2$.

Geen wonder dat de afslijting en de golfvorming in bochten het ergst zijn.

Proeven, om de golfvorming duidelijk te zien.

Ten einde een beter inzicht te krijgen in de golfvorming, die opgewekt wordt door de tangentieelkracht, werd een weg overdekt met een 10 cM dikke laag grintzand. Hierop werd een vrachtauto geplaatst, die een aanhangwagen moest trekken, waarvan een stel wielen was vastgezet.

Het drijf wiel van de vrachtauto was onbelast. Het spoor van de drijfwielen werd zaagvormig, fig. 11.

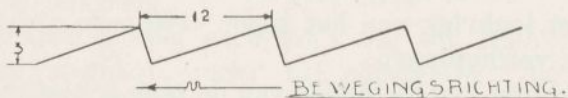


fig 11

Maakt men de wielen van den aanhangwagen weer rollend, dan kan de vrachtauto nog nauwelijks het stelsel in beweging brengen. Zij ontwikkelt weer haar maximumtrekkracht en geeft hetzelfde zaagvormige spoor.

Laat men de vrachtauto rijden met belaste achteras en met dezelfde trekkracht, dan krijgt men ook een zaagvormig spoor, maar minder erg.

Het gesleepte wiel van den aanhangwagen danst met korte golven. In hoofdzaak vernielt dit wiel den weg, doordat het hem openhaalt.

Rijdt de vrachtauto met belast drijf wiel, maar moet zij niet veel trekkracht ontwikkelen, dan wordt het spoor van het drijf wiel vlak.

Rijdt een personenauto langzaam over de zandlaag, dan geeft het drijf wiel een vlak spoor.

Rijdt zij wat harder, dan krijgt men flauwe golven.

Rijdt zij heel hard, dan wordt de toestand volgens fig. 12.

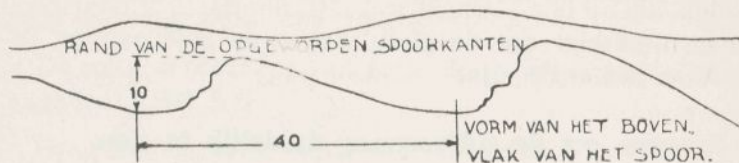


fig. 12

Hoe harder de auto rijdt, des te kleiner wordt de golflengte.

Rijdt een personenauto snel door een bocht, dan wordt de dwarsdoorsnede van het spoor als in fig. 13 aangegeven.

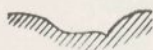


fig. 13

Het zand is aan den binnenkant van de bocht gescheurd. Het losgewerkte zand is in hoofdzaak naar de buitenbocht geworpen.

Op het loopvlak van het spoor vertoonen zich zaagvormige verdiepingen.

De richting van de tanden van de zaag is niet radiaal, maar schuin.

Dit komt, doordat de trekkracht zaagkammen wil vormen loodrecht op de bewegingsrichting en dus radiaal, terwijl de middelpuntzoekende kracht zaagkammen wil vormen loodrecht op haar richting, dus loodrecht op de straal.

Het resultaat is dus een stelsel zaagkammen, die scheef op de straalrichting staan. Uit de hoeken tusschen zaagkammen en stralen laat zich de verhouding tusschen middelpuntzoekende kracht en trekkracht afleiden.

Het aanzicht tegen den zijwand van het spoor geeft fig. 14.



fig. 14

De proeven werden ook genomen op een hellenden weg. Bij het stijgen vertoonden zich dezelfde verschijnselen, als op den vlakken weg. Bij het dalen zonder remmen bleef het spoor vlak.

Voorgaande proeven hebben naar mijn meening een voorstelling op vergroote schaal gegeven van hetgeen er op een grintweg of een macadamweg gebeurt.

Men heeft hiermee de verklaring, waarom op een weg met veel autoverkeer op regelmatige afstanden kleine kuultjes in de sporen ontstaan.

Elk drijf wiel heeft de neiging, die te verwekken en de opvolgende auto's versterken elkaars werking en geven hetzelfde resultaat als een auto op een zandlaag.

Ik hoop met het voorgaande te hebben aangetoond:

a. De oorzaak van de afslijting moet in hoofdzaak niet gezocht worden in den verticalen druk, maar in de tangentieelkracht.

Een ijzeren velg verbrijzelt wel een enkelen uitstekenden steenkop, maar het meerendeel } der steenen wordt afgevijsd door de drijfwielen der vrachtauto's en auto's.

b. De oorzaak der golfvorming moet niet gezocht worden in de verticale schokken, maar in de werking van de tangentieelkracht.

Langen tijd heeft men geweten, dat auto's en vrachtauto's goede wegen meer vernielden, naar mate ze harder reden. Men heeft dit willen wijten aan de schokwerking. Volgens het voorgaande is die invloed bij auto's met luchtbanden nihil, en bij auto's met massieve banden hoogstens 12%. Daardoor blijft de druk per cm^2 nog ver beneden den verbrijzelingsdruk, en kan ook geen sprake zijn van het instampen van gaten. Uit de proeven blijkt echter, dat golfvorming en afslijting afhangen van de tangentieelkracht. Grootere afslijting en grootere golfvorming wijzen dus op toename van tangentieelkracht. Rijdt een auto harder, dan moet men meer gas geven. De machine ontwikkelt dus meer vermogen en de drijfwielen oefenen grooter tangentieelkracht uit.

Het is een bekend verschijnsel, dat een weg, die bij droog weer vrachtauto's en snelrijdende personenauto's kan verdragen, bij nat weer dat niet kan. Na een regenbui duwen langzaamrijdende vrachtauto's en snelrijdende personenauto's steenen uit den weg. Daar de slagregen het vulmateriaal heeft weggespoeld, is er eenige speling tusschen de steenen en kan de horizontaalkracht de steenen laten kantelen. Bij het gewest Semarang is het nu voorschrift, om na een regenbui het weggespoelde zand, dat in de slooten terecht gekomen is, op te zamelen en weer over den weg uit te spreiden. Daarmee wordt het kwaad verholpen. Men gebruike echter geen klei.

De vraag: „hoe moeten de transportmiddelen zich aanpassen aan de wegen”, is volgens het voorgaande terug te brengen tot twee vragen:

a. hoe brengt men de de wioldrukken tot een zoo klein mogelijke waarde terug?

b. hoe brengt men de horinzontaalkracht per cm^2 tot een minimum terug?

Wil men minimum aanlegkosten en minimum onderhoud, dan moet men voldoen aan a en b.

Wil men het onderhoud beperken, maar heeft men geld, om den weg in eens sterk te maken, dan moet men voldoen aan b.

Is het verkeer niet druk, komt het dus op de afslijting niet aan, maar heeft men het geld niet, om den weg in eens sterk te maken, dan moet men alleen voldoen aan a.

Eischen voor eerste klas wegen.

We zullen nu onderzoeken, aan welke eischen de wegen moeten voldoen, willen vrachtauto's met een totaal gewicht van 10 ton er over kunnen rijden, zonder verzakkingen te geven en zonder den weg abnormaal af te slijten.

De sterkte van den weg hangt in de eerste plaats af van den ondergrond.

Draineert men dien goed, dan is die droog te krijgen. Gelukt de drainage niet heelemaal, dan kan men toch volkomen doorweeking voorkomen en behoudt men grond met eenig draagvermogen, waarop met een dikere steenlag een sterke weg aan te leggen is. In inundatieterrein moet men naar andere middelen omzien.

Het is gebleken, dat een goede aangestamppte kleilaag van 30 cM bij een druk van 2 KG|cM^2 een indeuking van 1 mM ondergaat. Het is aan te nemen, dat een lang gebruikte weg, waarvan de ondergrond geheel gezet is, wel bestand zal zijn tegen 2 KG|cM^2 en weer elastisch terugveert. Daar de maximumdruk tweemaal de gemiddelde druk is, zal de gemiddelde druk door de voertuigen op den ondergrond overgebracht 1 KG|cM^2 mogen bedragen.

Ten opzichte van de deklaag moet de vrachtauto aan de voorwaarde voldoen, dat de gemiddelde druk per cM^2 niet grooter is dan de gemiddelde walsdruk ($12,5 \text{ KG|cM}^2$). Ten opzichte van de afslijting moet aan de voorwaarde voldaan worden, die hieronder nader wordt besproken.

Uit de proeven is gebleken, dat een kracht van 1200 KG in staat is een rubberoppervlak, belast met 3500 KG over een macadamweg te sleepen. Voor het sleepen van 1500 KG zal dus ongeveer 500 KG trekkracht voldoende geweest zijn. Toen de vrachtauto deze trekkracht ontwikkelde, liet het drijf wiel geen spoor meer na. Het aanrakingsoppervlak der drijfwielen met den weg was 360 cM^2 . De conclusie ligt voor de hand, dat een wrijving van ongeveer $1\frac{1}{2} \text{ KG}$ per cM^2 . geen schadelijken invloed meer uitoefent op een geteerden macadamweg.

Dit cijfer zal voorloopig aangehouden worden, totdat betere bekend zijn.

Voor een goeden macadamweg wordt het geschat op 1 KG|cM^2 , voor een grintweg op $\frac{1}{2} \text{ KG|cM}^2$.

Al deze cijfers zijn voorloopig en moeten nader worden bepaald.

Daar een grootere toe te laten wrijving kleinere bandenmaat toelaat, zal het voor de weggebruikers het voordeeligst zijn, op geteerde macadamwegen te rijden.

Daar practisch gebleken is, dat op wegen met druk autoverkeer het onderhoud het goedkoopst is, als men den macadamweg teert, komt men tot de conclusie, dat het voor vervoerder en gewest het voordeeligst is, om de groote doorgaande verkeerswegen te teren.

Wij brengen nu de gestelde voorwaarden in formule. Aangenomen wordt als maximum

bandbreedte	30 cM	(b)
als lengte aanrakingsvlak met weg (overeenkomstig voorgaande proeven)	20 cM	(a)
Totaal gewicht	10.000 KG.	
Druk achteras	7.200 KG.	
Wieldruk P =	3.600 KG.	
a =	20 cM.	
b =	30 cM.	

T = beweegkracht = bij benadering $\frac{1}{2}$ P. Anderen zijn van meening T = $\frac{2}{3}$ P. Dit zal eerst uitgemaakt moeten worden voor verschillende auto's.

Voorwaarde voor de aardenbaan.

Stel verhardingsdikte h .

Drukvlak op de aardenbaan is ongeveer een rechthoek.

Dus is: $(a + 1,2 h) (b + 1,2 h) = P$.

$$600 + 60 h + 1,44 h^2 = 3600$$

$$h = 30 \text{ cM.}$$

De doorgaande verbindingswegen moeten dus minstens 30 cM verhardingsdikte hebben.

Voorwaarde voor de deklaag.

De wals heeft een gemiddelde druk van 11 KG per cM². gegeven.

Opp. ab is dus bestand tegen $ab \times 11$ KG druk, die gelijkmatig verdeeld is.

Denken we P ook gelijkmatig verdeeld, dan wordt:
 $ab \cdot 11 \cong P$.

We zouden ook kunnen uitgaan van den maximumdruk, maar moesten dan bedenken, dat ook de maximumdruk van de vrachtauto $2 \times$ de gemiddelde is.

derhalve: $ab \times 11 \cong P$.

$$600 \times 11 \cong P.$$

$$6600 > 3600.$$

Banden van 30 cM breedte zijn dus zeker breed genoeg, om te voorkomen, dat de deklaag indeukt.

Voorwaarde voor de wrijving.

$$2 \times ab \times 1,5 \cong T \cong \frac{1}{2} P \cong 1800.$$

$$3 \times 20 \times 30 = 1800.$$

Het wiel voldoet dus juist aan de voorwaarde van minimum afslijting en minimum golfvorming.

Als doorgaande verkeerswegen dus op goed gedraineerde gedeelten een verhardingslaag van 30 cM hebben, en op de minder goed gedraineerde stukken een daarbij behorende dikkere steenlaag, dan zullen zij, als ze met $8\frac{1}{2}$ tons walsen gewalst zijn en als het oppervlak geteerd is, vrachtauto's kunnen dragen, die volbeladen 10 ton wegen, en met 30 cM breede drijfwielen zijn toegerust, zonder dat de aardenbaan zich begeeft, zonder dat de deklaag samengedeukt wordt en zonder dat er golfvorming of groote afslijting ontstaat.

Deze eisch is zoowel voor de vrachtauto's als voor de wegen redelijk.

De eischen, waaraan andere vrachtauto's moeten voldoen, om ook op deze wegen te worden toegelaten, zullen hier nader worden geformuleerd.

Voor de aardenbaan is noodig:

$$(a + 36) (b + 36) = P.$$

Met $a = 20$ moet $56b + 2016 = P$.

$$\text{of rond: } b = \frac{P - 2000}{56} \quad (\text{I}).$$

Voor de niet-indeuking der deklaag is noodig.

$$ab \times 12,5 = P.$$

$$b = \frac{P}{250} = \frac{T}{125} \quad (\text{II}).$$

Voor het niet overschrijden der toelaatbare wrijving is noodig.

$$2. a.b. \times 1,5 \geq T.$$

$$b = \frac{T}{60} \text{ (III).}$$

Een wagen, die aan III voldoet, voldoet zeker aan II. Daareven is gebleken, dat voor wegen van 30 cM verhardingsdikte tot 30 cM bandbreedte de sterkte t.o.v. den ondergrond het wint van de sterkte t.o.v. de wrijving.

Het is dus voldoende, om vrachtauto's lichter dan 10 ton, te controleeren op:

$$b \geq \frac{T}{60}.$$

Voor het uitoefenen der wegencontrole is het dus noodig de maximum trekkracht te kennen. Deze wordt eens vooral bepaald en het wordt verplicht, een kaartje bij zich te hebben, waarop de trekkracht staat aangeteekend.

De controleerende ambtenaar meet de breedte der afgesleten drijfwiellbanden.

Voldoet deze nog aan $b \geq \frac{T}{60}$ dan kan de auto doorgaan. Anders volgt een bekeuring.

In geval van twijfel over de vraag, of de vrachtauto te zwaar beladen is, kan verder met een weegvizel worden bepaald, of het totaal gewicht grooter is dan 10 ton.

Heeft de vrachtauto luchtbanden, dan moet men controleeren, of de luchtdruk in de banden niet te hoog is.

Men heeft de voorwaarde:

$$2. ab \times 1,5 = T.$$

Nu is $P = ab \times p$, waarbij p is de overdruk in atmosfeeren, (het aanrakingsoppervlak lijkt het meest op een rechthoek, ab).

Met $ab = P : p$, wordt de voorwaarde:

$$\frac{3P}{p} = T, \text{ of } p = \frac{3P}{T}.$$

In het algemeen is $T = \frac{1}{2} P$. Anderen zeggen $T = \frac{2}{3} P$. Dit moet nog worden nagegaan.

Met $T = \frac{1}{2} P$, wordt $p = 6$:
dus $p = 6$ atmosfeeren overdruk.

De banden zullen dus ongeveer tot 6 atmosfeer op-
gepompt moeten zijn.

Voor een nauwkeurige controle meet men P met de
weegvizel, bepaalt men p met een spanningmeter, en
leest men T van de kaart af.

Dan moet zijn

$$P = \frac{3P}{T}.$$

Het bezwaar wordt gemaakt, dat men op deze wijze
tot een lagen druk in de banden komt. Zooals al eerder
opgemerkt, geeft deze beschouwing geen definitieve
cijfers, maar wijst ze alleen, in welke richting men de
oplossing zoeken moet.

Is p te groot, dan laat men de band gedeeltelijk leeg-
lopen, totdat de goede spanning bereikt is.

Dezelfde formule kan ook toegepast worden voor per-
sonenauto's.

Voor tractors, waar door anderen wieldiameter en
geringere belasting van de drijfas niet van te voren te
zeggen is, dat a ongeveer 20 cm zal zijn, doet men het
beste door het aanrakingsoppervlak uit te meten en den
eisch te stellen:

$$ab = \frac{T}{3}.$$

Men zal bij tractors al spoedig tot den eisch komen,
dat één drijfas niet voldoende is. Dan komen in aanmer-
king tractors met trailers van de vinding „Jonkhoff”.
Deze hebben een automatische stuurinrichting aan de
semitrailer en trailers en een overbrenging van de drijf-
kracht op het drijf wiel van den tractor en op het auto-
matische sturende wiel van den trailer.

Aldus blijft het sturen van den tractor licht, omdat
het met de hand gestuurde wiel geen drijf wiel is. Men
heeft daarbij het voordeel vier drijfwielen te hebben,
waardoor men gemakkelijk voldoet aan de formule:

$$ab + a'b' = \frac{T}{3}.$$

Grobags zijn de ergste beschadigers van teerwegen. Hier moeten dan ook alleen grobags worden toegelaten, die aan de volgende eischen voldoen:

de speling tusschen as en naaf moet gering zijn,

de velgen moeten vlak zijn,

de remmen moeten zoodanig zijn, dat ze de velgen niet rond afslijten en dat ze bij het loslaten niet over den weg sleepen,

de diameter moet minstens 1,50 M zijn, en

de velgbreedte moet minstens 0,07 M zijn.

Een dergelijk wiel zal weliswaar op het wegoppervlak een grooteren druk uitoefenen, dan de walsdruk. (De gemiddelde druk zal n.l. zeker tot 25 KG per cm^2 oploopen). Die grootere druk grijpt echter op een zoo klein oppervlak aan, dat de deklaag er niet door ingedrukt zal worden, omdat de enkele steentjes, die neergedrukt zouden moeten worden, te grooten weerstand ondervinden van de rondom gelegen steenen, die allemaal eenigszins zouden moeten wijken.

Om dat te kunnen veroorzaken is de totale kracht te klein.

Vrees voor verbrijzeling der steenen heeft bij een gemiddelden druk van 25 KG/ cm^2 niet te bestaan. (Max. druk in het centrum van aanraking 50 KG/ cm^2).

Eischen voor tweede klas wegen.

Voor binnenwegen van 25 cM verhardingsdikte kan men den eisch stellen, dat de vervoerde lasten de aardenbaan niet doen inzakken en dat de deklaag niet ingedrukt wordt.

In het algemeen is het vrachtautoverkeer niet zoo druk, dat de afslijting en de golfvorming bovenmatig zijn. Heeft men echter op een dergelijken binnenweg druk mechanisch transport, dan komt ook de afslijting in aanmerking.

Als eisch voor minimumafslijting is hiervoor voorloopig aangenomen voor drijfwielen op macadamweg een wrijving van hoogstens 1 KG/ cm^2 .

Dan wordt:

$$T = 2 ab \times 1.$$

Stelt men $a = 20$, maximum bandenmaat 30, en $T = \frac{1}{2} P$,

dan vindt men als grootsten wioldruk:

$$P = 4 \times 20 \times 30 = 2400 \text{ KG.}$$

De achterwioldruk zou dus mogen zijn 2400 KG.

Op den weg zouden dus hoogstens 3 tons vrachtauto's mogen rijden met een bandenbreedte van 30 cM.

Deze eisch is veel te zwaar voor dergelijke wegen. Daarom moet van den slijtage-eisch worden afgezien en genoeg worden genomen met den eisch van niet indrukken van den ondergrond.

Daarvoor is noodig (fig.15):

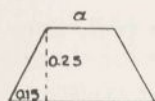


fig. 15

$$P \leq (a + b) (b + 30) = 50 (b + 30).$$

Voor banden met 30 cM loopvlak is dan nog toelaatbaar:

$$P \leq 3000 \text{ KG.}$$

Achterasdruk = 6000 KG.

Totaal gewicht beladen = 7500 KG.

De weg is dan voor viertonners te berijden met bandbreedte 30 cM.

Voor lichtere wagens kan dan de bandbreedte bepaald worden uit:

$$b = \frac{P}{50} - 30.$$

Meet men P met een weegvijzel, dan is dadelijk na te gaan, of de bandenmaat voldoende is.

Meet men b.v. $P = 2500 \text{ KG}$ dan moet $b = 20$ zijn.

Voor bandbreedte boven 20 cM is de druk op het wegoppervlak overwegend.

Daarvoor geldt:

$$b = \frac{T}{125}.$$

Door dezen eisch aan de vrachtauto's te stellen, zullen de binnenwegen van 25 cM verhardingsdikte het in het algemeen uithouden bij een verkeer met 4 tons vrachtauto's. De eerste jaren zullen dan de zwakke

plaatsen aan het licht brengen, waar de weg nog niet voldoende gedraineerd is. De onderhoudsfondsen worden dan hoofdzakelijk aan het in orde brengen dier plaatsen besteed.

Vervolgens worden de onderhoudsfondsen gebezigd voor het in orde brengen van de deklaag. Neemt nu het vrachtautoverkeer sterk toe, dan kan men in volgende jaren door het aanbrengen van een deklaag, die dikker is dan de jaarlijksche afslijting, den weg langzamerhand tot 30 cM weg opvoeren.

Is men zoover, dan kan men zwaarder verkeer toelaten zooals op 30 cM wegen.

Blijkt dan de afslijting te groot te worden, dan gaat men teren.

Aldus brengt men den weg geleidelijk op peil, aansluitende bij de behoefte.

Over luchtbanden op deze wegen het volgende:

Voor vrachtauto's moet men zich houden aan de voorwaarde, dat de ondergrond niet inzakt, en aan die, dat de deklaag niet indeukt.

De laatste voorwaarde is maatgevend voor bandbreedten kleiner dan 20 cM.

Daar luchtbanden met een aanrakingsoppervlak breeder dan 20 cM tot nog toe weinig gebruikt worden, komt men dus tot de indrukingsvoorwaarde.

Luchtdruk mag dus niet grooter zijn dan de max. walsdruk.

De grootste overdruk in de banden mag dus 22 atmosfeeren zijn. Een dergelijke luchtdruk komt in banden nooit voor.

Het aantal personenauto's op dergelijke binnenwegen zal betrekkelijk groot zijn. Dit kan bij snelrijden groote afslijting en golfvorming geven.

Voor personenauto's moet men dus vasthouden aan de afslijtingsvoorwaarde.

Deze is $T = 2 ab \times 1$ (immers 2 wielen, ieder oppervlak ab . en max. wrijving 1 KG/cm^2);

$$\text{of } T = 2 \frac{P}{p};$$

$$p = \frac{2P}{T}.$$

Op binnenwegen moet dus met zachtere banden gereden worden dan op hoofdwegen.

Grobaks zullen de aardenbaan niet doen inzakken en zullen de deklaag niet indeuken.

Eischen voor derde klas wegen.

Voor binnenwegen van de laagste klasse, d.w.z. met een verhardingsdikte van 15 cM ., zal karrentransport hoofdzakelijk zijn en mechanisch transport bijzaak.

Deze wegen worden niet gewalst. De indeukvoorwaarde is dus niet noodig.

Ook aan de afslijtingsvoorwaarde behoeft niet te worden voldaan, omdat de invloed van het mechanisch transport niet groot is.

Verzakking en dus vernieling van den weg mag echter niet plaats hebben.

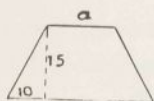


fig. 16

De eenige voorwaarde is dus (fig. 16):

$$P = (a + 20)(b + 20);$$

$$P = 400 + 20(a + b) + ab.$$

Voor karren met 7 cM breede velgen is een aanrakingslengte van 8 cM noodig, opdat de weg den gewonen wieldruk kan dragen. De deklaag van wegen van deze soort zakt wel zooveel mee, dat de noodige aanrakingslengte ontstaat.

Heel mooi zijn deze wegen niet te houden, omdat de karren de deklaag indeuken.

Voor mechanisch transport is ook bovenstaande eisch maatgevend. Voor de maximum bandbreedte 30 cM aannemende en voor de aanrakingslengte 20 cM , komt men tot:

$$P \text{ max.} = 400 + 20 \times 50 + 600 = 2000.$$

$$\text{Maximum achterasdruk} = 4000 \text{ KG.}$$

$$\text{Maximum totaal gewicht} = 5000 \text{ KG.}$$

Een tweetons vrachtauto zou dus met 30 cM breede banden mogen rijden.

Voor andere vrachtauto's vindt men, $a = 20$ aannemende, de vereischte bandenmaat uit:

$$b = \frac{P - 800}{20}$$

voor een vrachtauto met een wioldruk van 1 ton, vindt men dus

$$b = \frac{1000 - 800}{20} = 10 \text{ cM.}$$

Voor deze wegen, waar de asdrukken laag moeten blijven, wil men niet in een groote bandbreedte vervallen, en waar het maximum bereikt wordt bij tweetons vrachtauto's, zijn tractors op hun plaats.

Recapitulatie.

Overzien wij het voorgaande, dan kunnen we als resultaat van onze overwegingen neerschrijven.

Op slechte wegen hooren ouderwetsche voertuigen, op goede wegen behooren nieuwerwetsche vervoermiddelen.

Naarmate het vervoer nieuwerwetscher wordt, moet men de wegen beter maken. Naarmate de wegen beter worden, komen er nieuwe soort voertuigen op.

Verbetering van wegen en voertuigen moet dus hand aan hand gaan.

De wegenverbetering moet eerst bestaan in wegverzwaring en daarna in verhooging van den weerstand tegen krachten evenwijdig aan het wegoppervlak.

De voertuigenverbetering moet voor zwakke wegen gezocht worden in lastverdeeling over vele assen, en voor sterke wegen in verdeeling van den wrijvingsweerstand der drijfwielen over een groot oppervlak. Op zwakke wegen zijn dus tractors op hun plaats. Op sterke wegen is lastverdeeling over veel assen bijzaak, daar men toch al tot een totaallast van 10 ton gaan kon.

Tractor heeft daar niet de voorkeur boven vrachtauto. Men zoeke op sterke wegen de oplossing niet in

lastverdeeling, maar in drijfkrachtverdeeling, zoo men tractors wil toepassen.

Luchtbanden sparen de carrosserie en de inzittenden van vrachtauto's en autobussen. Op het onderhoud van den weg geven ze weinig besparing. Uit dat oogpunt beschouwd zijn massieve gummibanden, mits van behoorlijke breedte, slechts weinig achter te stellen bij luchtbanden, daar de invloed van den schok bij massieve banden veel minder is, dan men zich vroeger voorstelde.

Voor snelrijdende personenauto's, waar de trekkracht groot is ten opzichte van den wieldruk, moet men komen tot lage spanning in de banden.

Met de grootste belangstelling kan dus de komst van de ballonbanden worden tegemoet gezien, die, bedoeld als een middel om rustig te rijden, zullen blijken tevens een middel te zijn, om de golfvorming en de slijtage der wegen te beperken. (Zie geven n.l. een groot aanrakingsoppervlak en dus een geringe kracht per cm^2 evenwijdig aan het wegsoppervlak).

SEMARANG, 25 Januari 1924.

PETROLEUM ASPHALT

(SCHEIKUNDIGE SCHETS),

DOOR

A. A. KRAEFF.



OPTICALLY ACTIVE

THE CHIRALITY OF

AND

A. A. KRAEHL



THE CHIRALITY OF
AND
A. A. KRAEHL

PETROLEUM ASPHALT

(Scheikundige schets)

door

A.A. KRAEFF

Hoofdscheikundige v|h Laboratorium voor
materiaalonderzoek v|d B. O. W.

Oorsprong der asphalt.

Bekende wetenschappelijke mannen hebben een aantal theorieën opgesteld over den oorsprong van asphalt zooals zij in de natuur voorkomt. Die theorieën stemmen nu op één punt overeen, n.l. dat asphalt zijn oorsprong vindt in petroleum.

De vormingswijze van asphalt uit petroleum is nog niet in alle bijzonderheden bekend. Ofschoon over dat onderwerp veel is geschreven, is men tot op heden nog niet geslaagd een algemeen aannemelijke conclusie te trekken.

Ruwweg kan evenwel worden gezegd, dat asphalt gevormd wordt door gedeeltelijke verdamping en oxydatie van bepaalde petroleumsoorten. Meerasphalt, zooals die van Trinidad, Bermudas enz., is gevormd uit een zoodanige petroleum door verdamping langs natuurlijken weg van de lichtere bestanddeelen, gepaard met oxydatie in den loop des tijds, door hitte, onder invloed van druk en vermoedelijk van zekere katalysatoren. Daartegenover staat de petroleumasphalt, het produkt uit petroleum verkregen langs industrieelen weg, door het afdestilleeren van de oliebestanddeelen.

Een frappant voorbeeld kan worden genoemd betreffende een oliefirma in Mexico, die eenige jaren ge-

leden een overproductie had aan petroleum uit een van haar groote bronnen. Om het produkt te sparen liet men ongeveer 21 millioen gallons vloeien in een naburig dal en drie jaren later, was dat petroleummeer door natuurlijke verdamping en oxydatie tot een zachte asphaltmassa gevonden.

Hieraan dient nog te worden toegevoegd, dat de meer-asphalt, gedurende de vorming gemengd wordt met wisselende hoeveelheden plantaardige vezels, klei, leem, water en gassen, terwijl petroleumasphalt praktisch vrij is van zulke onzuiverheden. *)

Het is van beteekenis aan te teekenen, dat Cl. Richardson het als een speciaal voordeel beschouwt, dat gezuiverde Trinidad-asphalt ongeveer 27% uiterst fijn verdeelde minerale stof bevat. Volgens Richardson is de bijzondere kleefkracht van die asphalt grootendeels toe te schrijven aan de bepaalde absorptiekracht van deze colloïden op bepaalde gedeelten van bitumen. In enkele gevallen wordt een waterige pasta van „colloïdale klei” opzettelijk aan zuivere asphalt toegevoegd om het Trinidad produkt na te bootsen.

Over de opvatting van Richardson valt natuurlijk nog te discussieeren.

Soorten van petroleum.

Er zijn twee verschillende typen van ruwe petroleum: de **paraffine-petroleum** met een vettige basis en de **asphalt-petroleum** met een kleverige basis. Een tusschensoort is eveneens bekend en wordt **semi-asphalt petroleum** genoemd.

Voor den wegingenieur hebben paraffine-petroleumsoorten geen bijzondere beteekenis.

*) b. v. Ruwe Trinidad en Bermudas asphalten zijn als volgt samengesteld:

	Trinidad	Bermudas
water en gassen	33 pCt.	31 pCt.
zuiver asphalt	40 „	66 „
minerale stoffen	27 „	3 „
	100	100

Residuaire oliesoorten, uit deze petroleumsoort ontstaan, bezitten de volgende nadeelen:

1. Zij verweken de harde asphalt niet zoo gemakkelijk als de residuen van asphalt- en semi-asphalt petroleumsoorten.

2. Zij bezitten de neiging om olieachtige stoffen af te scheiden, nadat ze gemengd zijn met harde asphalt.

Voor de fabrikage van asphalt zijn de laatst genoemde petroleumsoorten niet geschikt, aangezien asphalt, bereid uit paraffine-petroleum, geen waarde bezit als bindstof in den weg.

Ruwe asphalthoudende petroleumsoorten worden soms dadelijk voor oppervlakte asphalteering van wegen toegepast; meestal worden ze echter afgedestilleerd ter verkrijging van materialen voor wegconstructies. De semi-asphalt-petroleumsoorten worden ongeveer op dezelfde wijze benut. H. Köhler deelt in zijn werk „Die Chemie und Technologie der natürlichen und künstlichen Asphalte” — 1913 het volgende mede: „Die Erdölasphalte nähern sich um so mehr in ihren Eigenschaften dem natürlichen Asphalte, je reicher die Oele, aus denen sie stammen, an vergebildetem Asphaltmaterial, d.h. asphaltischen Oelen, sind, und entfernen sich um so weiter davon, je reicher die ihnen zugrunde liegenden Erdöle an Bestandteilen mit paraffinischer Basis sind” (p. 118).

De volgende tabel geeft de herkomst van bekende petroleumsoorten en hun residuaire produkten, die van beteekenis zijn voor wegconstructies.

Grondstof.	Zuiveringsproces.	Gezuiverde produkten.	Toepassing.
Petroleum met paraffine-basis. De volgende petroleumsoorten behooren tot deze klasse:	Destillatie.	Residuaire oliën.	Stofbestrijding.

Grondstof.	Zuiveringsproces.	Gezuiverde produkten.	Toepassing.
<i>Amerika :</i> Pennsylvania, West Virginia, Ohio, Kentucky. <i>Europa :</i> Gallicië Roemenië <i>Azië :</i> Sumatra, Java en sommige oliën van Borneo	Destillatie.	Residuaire oliën.	Stofbestrijding.
Semiasphalt petroleum. Hiervan vermelden wij: <i>Amerika :</i> Canada, Illinois, Kansas, Oklahoma en Noord Texas	Destillatie. Destillatie en blazen.	Residuaire oliën. Geblazen oliën.	{ Stofbestrijding. Oppervlakte behandeling. Fluxen. *) { Oppervlakte behandeling. Asphalt bindstoffen. Voegenopvulling.
Petroleum met asphalt basis Petroleumsoorten tot deze klasse behoorende zijn: <i>Amerika :</i> Californië, Mexico, Trinidad <i>Azië :</i> Sommige oliën van Borneo	Destillatie. Destillatie en blazen. **)	Residuaire oliën. Asphalten. Geblazen asphalten.	{ Oppervlakte behandeling. Fluxen. { Oppervlakte behandeling. Asphalt bindstoffen. { Oppervlakte behandeling. Asphalt bindstoffen. Voegenopvulling

De rijke asphaltpetroleumsoorten bevatten somtijds zulk een groote hoeveelheid asphalt, dat die bij de verwerking van de ruwe petroleum het belangrijkste pro-

*) *Flux* is een naam gegeven aan residuaire oliën, die gebruikt worden om harde asphalten te verweken.

**) *Blazen* (blowing) is het proces, dat bestaat in het blazen van, of alleen lucht, of een mengsel van lucht en stoom door petroleum. bevrijd van de vluchtige bestanddeelen (z.g. „topped petroleum“.)

dukt vormt. Dit is voornamelijk het geval bij de Mexicaansche petroleum, waarvan de zwaarste soorten bij de stoomdestillatie meer dan 70% asphalt met een penetratie *) van 100° (bij 25° C) opleveren. Zwarte Californische petroleum kan bij hetzelfde procédé 50% asphalt opleveren van dezelfde penetratie.

Het is van belang op te merken, dat het percentage asphalt verkregen bij de destillatie van petroleum groo-ter is dan het percentage asphalt, dat de petroleum oorspronkelijk bevat; dit is het gevolg van het feit, dat de zware smeeroliën bij de destillatie gepolimeriseerd of gecondenseerd worden tot asphaltachtige producten.

Petroleumasphalt, dikwijls **olieasphalt** genoemd, wordt gewoonlijk van zoodanige consistentie bereid, dat ze direct voor het gebruik geschikt is. In dit geval wordt ze **asphaltcement** (A.C.) of **asphaltbindstof** genoemd. Is zij te hard voor het direct gebruik, dan heet zij **geraffineerde asphalt** (R.A.). Meerasphalten moeten, om ze voor wegdoeleinden geschikt te maken, steeds door verhitten en roeren van water, gassen en de grofste organische en minerale onzuiverheden bevrijd worden. Het is dan te hard voor het gebruik geworden en moet op de geschikte consistentie gebracht worden door ze te vermengen met petroleum residu, bekend als **flux**. Dikwijls is zelfs 60 dln. residu noodig om 100 dln. meer-asphalt op de juiste consistentie te brengen, zoodat het eindproduct dan voor meer dan 30% uit petroleumresidu bestaat („Memorandum of the Asphalt Association” 1922, p. 1).

Gaan wij thans in het kort de geschiedenis van de petroleumasphalt na.

Korte geschiedenis van de ontwikkeling van de petroleumasphaltindustrie.

In 1894 nam F.X. Byerley een patent voor het blazen van lucht door petroleumresidu bij een temperatuur van

*) Penetratie is een maat voor de consistentie.

210-316° C. Bij dit proces was het mogelijk om een halfvast residu te bereiden, dat in zeker opzicht gelijk aan meerasphalt was, doch bij de olie, die daarvoor werd gebruikt, bleek het verkregen product meer of minder kazig te zijn en in bindkracht bij de natuurlijke asphalt ten achter te staan. Dit product werd als **Byer-liteasphalt** op de markt gebracht, heeft echter voor het onderhoud van wegen nooit goed voldaan. Later bij de verwerking van Californische, Mexicaansche en dergelijke petroleumsoorten werd opgemerkt, dat bij het afdestilleeren van de residu een product werd verkregen, dat zeer veel gelee op meerasphalt. Die petroleumsoorten worden daarom asphaltpetroleum genoemd. Deze ontdekking bewees dat asphalt van huis uit reeds in zekere petroleumsoorten opgelost voorkomt.

De asphalt, uit deze petroleumsoorten bereid, bleek echter van inferieure kwaliteit te zijn. Later bleek de oorzaak daarvan gelegen te zijn in de hooge temperatuur, die voor het afdestilleeren van een voldoende hoeveelheid lichtere oliedeelen noodig was om een halfvaste residu te krijgen. Bij dergelijke hooge temperaturen begonnen de koolwaterstoffen onder vorming van ongewenschte verbindingen te ontleden. In de eerste jaren van deze nieuwe industrie vond de petroleumasphalt daarom weinig aftrek en stond in slechten roep. Later werd gevonden, dat wanneer de destillatie uitgevoerd wordt met groote overmaat stoom, de vluchtige producten bij veel lagere temperatuur overdestilleerden, zoodat de ontleding voor een groot deel kon worden voorkomen. Deze methode berust op het principe, dat een stelsel van niet mengbare vloeistoffen een kookpunt heeft dat lagere ligt dan het kookpunt van ieder samenstellende vloeistoffen*). Een van de samenstellende bestanddeelen is in dit geval water (stoom).

*) Bij de stoomdestillatie gaat ruwe zware naphta over bij een temperatuur, die ongeveer 81° C lager is, dan die bij de gewone destillatie.

Deze ontdekking verzekerde de petroleumasphalten een goede toekomst. In „Die Chemie und Technologie der natürlichen und künstlichen Asphalte” van Köhler-Graefe, 1913 lezen wij omtrent de nieuwe methoden van de bereiding van petroleumasphalt het volgende. „Neuerdings wendet man aber auch hier die kalifornischen Methoden der Reduction des unzersetzten Petrolrückstandes mit Dampf bis zu einem gewissen Masse an, indem Asphaltum oil mit dem Zersetzungsrückstand gemischt, auf Asphalt verarbeitet wird, und das auf diese Weise hergestellte Produkt entspricht den Anforderungen, die auf Grund der fundamentalen Untersuchungen Clifford Richardsons an einen Asphalt gestellt werden müssen, der neben Trinidadasphalt zur Herstellung eines elastischen Strassenpflasters verwendet werden soll” (p. 125).

In 1902 kwam in Amerika reeds 20,000 ton petroleumasphalt aan de markt. In 1911 overtrof de hoeveelheid Amerikaansche petroleumasphalt den invoer van Trinidad en Bermudas asphalten en nadien nam de productie van deze asphalt hand over hand toe. In 1913 werden groote hoeveelheden Mexicaansche petroleum in Amerika ingevoerd. Deze petroleum is, als boven reeds medegedeeld, sterk asphalthoudend en geeft onderwerpen aan een stoomdestillatie, een hooger percentage asphalt dan elke andere Amerikaansche petroleum. Van de eerstgenoemde soort werd in 1913 100,000 ton asphalt geproduceerd, en 400,000 ton asphalt van andere inheemsche petroleumsoorten, terwijl in dat jaar de import van meerasphalt slechts even meer dan $\frac{2}{5}$ van de hoeveelheid petroleumasphalt bedroeg. Na dien tijd verminderde de meerasphaltimport in beteekenis, terwijl de productie van de petroleumasphalt zeer snel toenam. De productie van Mexicaansche asphalt hield aan, zoodat sedert 1918 meer asphalt werd gefabriceerd uit Mexicaansche petroleum, dan uit de inheemsche oliën der Vereenigde Staten.

Een opgave van de U. S. Geological Survey, 1921 toont het volgende:

Asphalt uit Amerik. inheemsche petroleum	415,633 ton of 29,2%
„ „ Mexicaansche petroleum	584,768 „ „ 41,0%
Amerikaansche natuurlijke asphalt	296,412 „ „ 20,8%
Geïmporteerde natuurlijke asphalt	128,535 „ „ 9,0%
(Trinidad, Venezuela enz.)	
Totaal	1,425,348 ton 100,0%

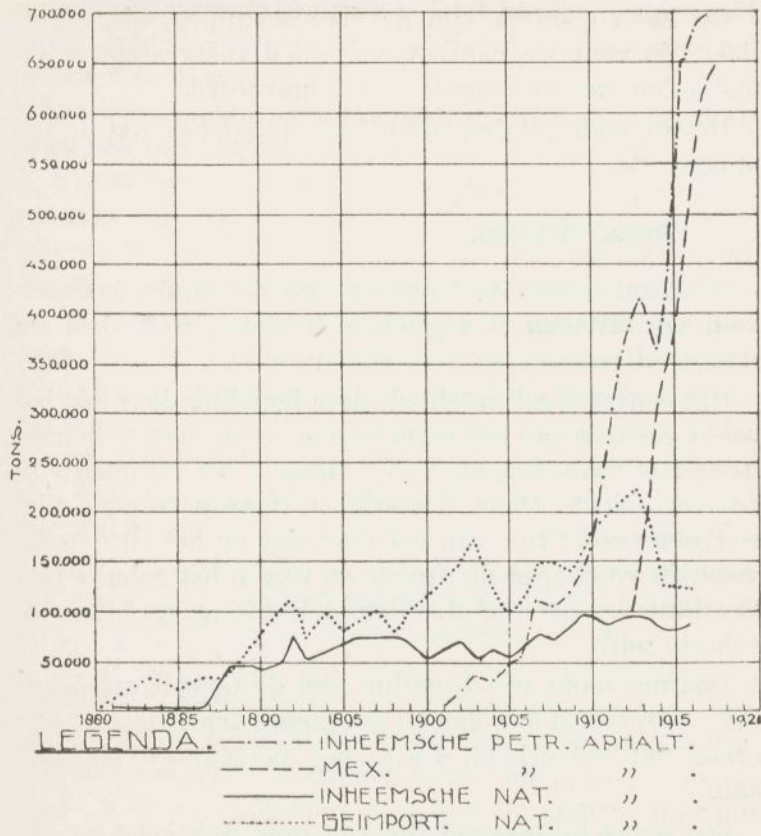
Hieruit volgt, dat van alle, in Amerika gebruikte asphalten, 70% verkregen was uit petroleum, door destillatie.

Dit feit zal verwondering wekken bij velen, die de meerasphalt beschouwd hebben als de meest belangrijke.

Nog sprekender is de volgende grafische voorstelling die de asphaltproductie aangeeft in de Vereenigde Staten van 1880 tot 1917 en die aan „Asphalt and allied substances” van Herbert Abraham, 1920, p. 65 ontleend is.

Waardebepaling van de asphalt.

Meermalen gebeurde het, een surrogaat van het echte product voor wegdoeleinden is toegepast. Dit materiaal vond des te gemakkelijker ingang, aangezien het veel goedkooper was en oogenschijnlijk evengoed leek. Natuurlijk is deze toepassing op teleurstelling uitgelopen, zoowel voor verbruiker, als voor leverancier. Het is daarom duidelijk, dat men zich reeds spoedig beijverd heeft, om de eischen, waaraan goed materiaal moet voldoen, zoo volledig mogelijk te omschrijven.



De eerste pogingen op dit gebied waren gericht op de chemische eigenschappen van de samenstellende bestanddeelen der asphalt-producten, aangezien verwacht kon worden, dat die invloed zouden hebben op de kwaliteit van het product. Latere onderzoekingen wezen echter uit, dat men **niet de chemische, doch de physische eigenschappen** der samenstellende deelen moest bestudeeren. Tegenwoordig geeft men dus in de eerste plaats de physische eigenschappen aan, doch daarnaast geeft het chemische onderzoek nog een belangrijke aanwijzing, aangaande eventueele fouten, die bij de bereiding zijn gemaakt.

Op het oogenblik zijn de eigenschappen, die essentieel zijn voor wegasphalt, vrij goed vastgesteld en de methoden van onderzoek gestandaardiseerd.

De volgende punten zijn uit het onderzoek wel de belangrijkste.

1. Totaal bitumen.

Dit punt omvat de bepaling van de totale hoeveelheid z.g. **bitumen** of werkelijke bindstof, welk deel als **essentieel** bestanddeel te beschouwen is.

Het eenvoudigst geschiedt deze bepaling door een bepaald gewicht van het te onderzoeken product te behandelen met zwavelkoolstof- CS_2 , waarin het bitumen volkomen oplost. Door filtratie en daarop volgend uitwassen met CS_2 van het deel, dat op het filter achterblijft, vindt men na drogen en wegen het gehalte aan niet-bitumineuze stof, dus door aftrekking het bitumengehalte zelf.

Daarom toont een bepaling van de oplosbaarheid in CS_2 van een in den handel gebrachte asphaltsoort, zijn graad van zuiverheid, d.w.z. het percentage bindstof aan.

Zoo is het bitumengehalte van practisch goed bevonden asphaltcementen als volgt:

Petroleum asphaltcement boven 99% (gewoonlijk 99,5%)		
Bermudez	„	94 - 96%
Trinidad	„	65 - 75%

Deze bepaling levert ook een grondslag voor betaling, wanneer de inkoop van een bitumineus materiaal gebaseerd is op zijn bitumengehalte. Uit boven gegeven cijfers is het duidelijk, dat in dit laatste geval een petroleum asphaltcement voordeelig is.

2. **Smeltpunt.** (Eng. synoniemen: softeningpoint, fusingpoint).

Deze proef wordt uitgevoerd ter beoordeeling van de geschiktheid van een bitumineus materiaal voor een bepaald doel, en geeft ons tevens een inzicht in zijn gedrag tegenover bestraling door de zon en tegenover kunstmatige verhitting.

Bitumineuze stoffen hebben, aangezien ze een mengsel zijn van verschillende koolwaterstoffen, geen bepaald smeltpunt. Er bestaat geen temperatuur, waarbij de stof onmiddellijk van den vloeibaren in den vasten toestand overgaat, integendeel wordt elke bitumen bij verwarming steeds zachter, tot ze eindelijk in den vloeibaren toestand is overgegaan. Iedere methode ter bepaling van het z.g. smeltpunt is dus een „arbitraire”, en verschillende methodes zullen dan ook verschillende smeltpunten geven. *) Daarom is het ook noodzakelijk om bij het cijfer voor het smeltpunt steeds de gevolgde methode te vermelden. De meest gevolgde methoden zijn de **Kraemer-Sarnew** (K-S), „**kogel en ring-**” (B & R) en de **Kubus-methode** (C. M.).

Bij de constructie van wegen bepaalt het klimaat het vereischte smeltpunt van de asphalt; in een warm klimaat zal een betrekkelijk hoog smeltpunt, in een koel klimaat een lager smeltpunt beter voldoen.

Volgens de publicaties van de U. S. Office of Public Roads and Rural Engineering, 1918, Bulletin, No. 691, moet het smeltpunt van de te gebruiken asphalt al naar de landstreek liggen tusschen 35° en 65° C.

Tegenwoordig is wel iedere petroleumasphaltfabrikant in staat om asphalt van elk gewenscht smeltpunt tot ongeveer 205° C. toe te bereiden.

3. Vastheid.

De proef voor het bepalen van de **consistentie** of z.g. **penetratie** wordt zoo uitgevoerd, dat men den afstand bepaalt, waarover een naald van gegeven afmeting on-

*) b. v. de smeltpunten volgens de B & R bepaald, zijn naar het oordeel van Herbert Abraham gemiddeld 8-14°C hooger dan die verkregen volgens K.S.

der gegeven belasting, tijd en temperatuur in de asphalt dringt. Tenzij anders vermeld, wordt steeds voor gewicht 100 gr., voor den tijd 5 sec., en voor de temperatuur 25° C aangenomen, terwijl voor de eenheid, waarin de penetratie is uitgedrukt, is aangenomen 0,1 mm. (z.g. graad van penetratie). Zoo is dus een asphalt met een penetratie van 57 een asphalt, waarin een standaardnaald bij een belasting van 100 gr., gedurende 5 sec., bij 25° C, 5,7 mm. indringt. Door nu de penetratie te bepalen bij drie verschillende temperaturen, krijgt men een indruk van het verloop van de vastheid van de asphalt met de temperatuur, m.a.w. zijn gevoeligheid voor temperatuursveranderingen.

Deze classificatie op grond van de penetratie is voor de practijk zeer belangrijk, aangezien de qualiteit van de benoodigde asphalt in de eerste plaats naar de penetratie moet worden beoordeeld.

Na een jarenlange periode van experimenteeren heeft men geleerd, de penetratie van de te bereiden asphalt binnen enge grenzen te houden. Tegenwoordig is men in staat om een asphalt van elke willekeurige penetratie te bereiden, hetgeen slechts een kwestie van strenge contrôle op het bedrijf is.

4. Rekbaarheid of ductiliteit.

De rekbaarheid of z.g. ductiliteit van de asphalt, wordt verkregen door het bepalen van den afstand in cm, waarover een standaard briket van de asphalt kan worden uitgetrokken, voordat ze breekt. Verschillende machines zijn hiervoor geconstrueerd. Ze berusten echter alle op hetzelfde principe, n.l. op het verzekeren van een standvastige-, gelijkmatige trekkracht.

Een asphaltslijtlaag van een weg is dikwijls onderworpen aan snelle en groote vervormingen. Dit zal spoedig leiden tot een scheuren van de slijtlaag, tenzij de ductiliteit voldoende is om een stuk gaan van de asphaltlaag te voorkomen.

Voor de constructie van asphaltsteenslagwegen (asphalt-macadam) en asphaltbetonwegen kiest men tegenwoordig een asphalt met een ductiliteit, bij 25° C, van minstens 30 cM. Voor de bereiding van asphaltblokken of -tegels en voor het gebruik als voegmateriaal gaat men b.v. tot 2 cM. toe.

Tegenwoordig vindt men op de markt petroleum-asphalt van bijna iedere ductiliteit tot 150 cM. toe.

5. Verdampingsproef.

Een ander belangrijk cijfer geeft de **verdampingsproef**.

Des te grooter het gehalte aan vluchtige stoffen, des te geringer zal de duurzaamheid zijn van een asphalt-slijtlaag, welke uiteraard steeds aan weer en wind is blootgesteld. De verdampingsproef bepaalt het gewichtsverlies, dat een bepaalde hoeveelheid van de stof ondergaat, wanneer ze gedurende bepaalden tijd op een gegeven temperatuur wordt gehouden. De American Society for Testing Materials (A. S. T. M.) neemt voor het gewicht 50 gr., voor de temperatuur 163° C en voor den tijd 5 uur. Deze behandeling van de asphalt is natuurlijk veel intensiever dan de slijtlaag in werkelijkheid ondervindt. De bedoeling van de proef is dan ook slechts het proces te versnellen (z.g. accelerated test), om spoediger tot een vergelijking te kunnen komen in het laboratorium. Gewoonlijk voert men na de verdamping op het resterende deel van de asphalt nogmaals de penetratieproef uit. Men krijgt zodoende een indruk, hoe het materiaal zich, nadat de weg eenigen tijd in gebruik is geweest, zal houden. De ervaring heeft geleerd, dat een asphalt, die een verdampingsverlies heeft van niet meer dan 3% en een residu geeft met een penetratie, welke niet minder dan 50% bedraagt van het oorspronkelijke getal, geschikt is voor wegendoel-einden, voorzover het de inwerking van de temperatuur betreft.

Tegenwoordig bezit goed bereide petroleumasfalt een zeer lage vluchtigheid, zooals b.v. uit de volgende resultaten, verkregen door Prevost Hubbard, („Laboratory Manual of bituminous materials” 1916, p. 131) voor eenige handelsasphalten blijkt.

Verdampingsverlies (50 gr. 163 C, 5 uur).

Mexicaansche petroleumasfalt	0,3%
Californië	1,0%
Texas	0,4%

De geraffineerde Trinidad-en Bermudez-asphalten hebben onder dezelfde condities een verdampingsverlies respectievelijk van 0,8% en 2,8%.

6. Vlampunt.

Het vlampunt van een asphalt is die temperatuur, waarbij de stof dampen afgeeft, die bij het naderen van een klein vlammetje ontbranden. Deze proef wordt gewoonlijk uitgevoerd volgens de z.g.-**open-kroes-methode**, waarbij de asphalt in een open metalen kroes langzaam wordt verhit. Zoo nu en dan beweegt men een klein gasvlammetje over de oppervlakte van de gesmolten asphalt tot dat bij een gegeven temperatuur, aangewezen door een in de asphalt gehouden thermometer, de dampen voorbijgaand ontvlammen. Deze temperatuur heet dan het **vlampunt**.

Hoe lager het vlampunt, hoe meer gevaar de asphalt bij de bereiding oplevert. Men kiest daarom een asphalt met een vlampunt, dat iets hooger ligt dan de temperatuur, waartoe men asphalt voor het aanbrengen op den weg moet verhitten.

Het **brandpunt** van de asphalt wordt verkregen door de temperatuur na de bepaling van het vlampunt zoo lang te verhoogen, totdat de stof na ontvlaming blijft doorbranden.

Het vlampunt en het brandpunt van de petroleumasphalten hebben ongeveer de volgende waarden:

	Vlampunt.	Brandpunt.
Residu oliën	150° - 290° C	175° - 350° C
Residu asphalten	205° - 315° C	230° - 370° C
Geblazen asphalten	175° - 290° C	205° - 345° C

(Herbert Abraham, 1 e., p. 285, 292, 297).

Volgens de U. S. Office of Public Roads and Rural Engineering mag het vlampunt van een wegasphalt niet lager zijn dan 175° C.

7. Bindkracht (cementing value).

Van belang is ook de kennis van de **bindkracht**, dat is het vermogen, dat de bitumen heeft om met minerale bestanddeelen een vast geheel te vormen.

Het schijnt, dat onder de voorgestelde methodes, die van **L. Kirschbraun** de meeste belangstelling verdient. Deze methode bestaat hierin, dat een standaardbrieket van de asphalt zoolang wordt uitgerekt, onder gelijktijdige meting van de belasting met een dynamometer, tot breuk optreedt. Het product van aangewende kracht en verlenging geeft een arbeid, die een maat is voor de bindkracht.

De volgende tabel geeft eenige getallen, verkregen door Kirschbraun, die betrekking hebben op natuurlijke en kunstmatige asphalten:

Penetratie bij 25° C Bindkracht			
			in KG. M.
Asphaltcementen	E-1	54	0,450
bereid uit natuur-	E-2	72	0.353
lijke bitumen.	E-3	63	0,395
Asphaltcementen	T-1	59	0,478
bereid uit asphalt-	T-2	66	0,439
base-petroleum.	T-3	66	0,311

(L. Kirschbraun, „Cementing value of bituminous binder”, J. Ind. & Eng. Chem., v. VI, 1914. p. 981).

Uit deze tabel kunnen wij opmerken, dat de bindkracht van goed bereide petroleumasphalt dezelfde is, als die voor de beste meerasphalt.

Typen van petroleumasphalten.

De meest belangrijke asphaltproducten afgeleid van

petroleum kunnen in de volgende groepen worden ingedeeld.

1. Residu oliën,
2. Residu asphalten,
3. Geblazen asphalten.

1. Residu oliën (road oils, asphaltum oils, fluxing oils).

Dit product wordt verkregen door gewone of stoomdestillatie van petroleum, en is vloeibaar of halfvast bij gewone temperatuur. Het heeft een smeltpunt volgens de K-S methode van minder dan 27° C en een soort. gew. bij 25° C, varieerend tusschen 0,85 en 1,07.

De dunne oliën worden gebruikt om de stofvorming tegen te gaan, terwijl de meer visceuse en minder vluchtige, gebruikt worden als flux- of vloeimiddel voor de harde asphalten en tot op zekere hoogte ook als materiaal voor het bestrijken van de wegen.

De residu-oliën, die als fluxmiddel worden gebruikt moeten een vlampunt hebben, dat hooger is dan de temperatuur, waarbij het mengen of fluxen geschiedt, bovendien moeten ze bij die temperatuur slechts weinig vluchtig zijn.

2. Residu asphalten (steam refined asphalts, straight distilled asphalts).

Dit product wordt verkregen door stoomdestillatie van de petroleum.

De destillatie wordt voortgezet, totdat de residu asphalt de gewenschte consistentie („grade”) heeft verkregen. Bij de destillatie wordt de temperatuur steeds zorgvuldig in het oog gehouden. Residu asphalten zijn gekenmerkt, doordat ze bij gewone temperatuur vast zijn en een van glimmendzwarte tot dofzwarte kleur bezitten, de harde soorten hebben een schelpachtige breuk. Het s.g. bij 25° C ligt tusschen 1,00 en 1,17, het smeltpunt (K-S) gaat tot 110° C en de ductiliteit tot boven de 100 cM.

3. Geblazen asphalt (blown asphalts, oxydized asphalts, air refined asphalts).

Deze asphaltsoort wordt bereid door lucht of een mengsel van lucht en stoom bij verhoogde temperatuur door residu olie te blazen.

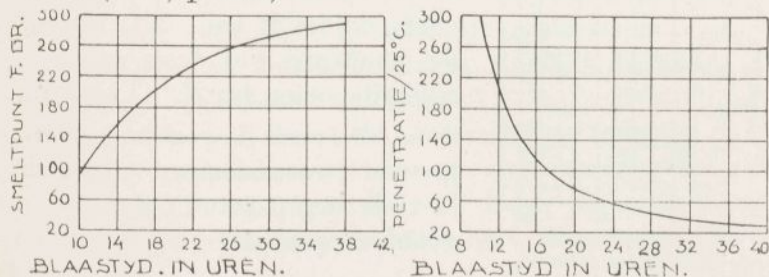
Voor de temperatuur kiest men gewoonlijk 270°C tot 300°C , terwijl de blaastijd afhangt van het smeltpunt, dat van het te bereiden product wordt verlangd.

Omtrent het chemisme van deze bewerking is betrekkelijk weinig bekend. Het schijnt, dat dit blaasproces gepaard gaat met een afsplitsing van waterstof en met een chemische condensatie van de koolwaterstoffen.

Het blaasproces bezit boven de stoomdestillatie het voordeel, dat daarbij het omzettingsproces, d.w.z. de asphaltvorming bij het begin, sneller verloopt, dan op het einde, m.a.w. dat geblazen asphalt heel langzaam „comes to grade”, terwijl bij de stoomdestillatie het omgekeerde plaats vindt, de asphaltvorming verloopt daarbij n.l. tegen het einde sneller dan in het begin, anders gezegd residu asphalt „comes to grade” zeer snel.

Het blaasprocédé is dientengevolge beter controleerbaar en dus beter geschikt, wanneer het gaat om een asphalt te bereiden van een bepaald smeltpunt of een bepaalde hardheid.

De volgende grafische voorstellingen geven het verloop weer van het smeltpunt en de penetratie bij verschillende duur van het blaasproces. Ze hebben betrekking op een asphalt, afgeleid van een semiasphalt-petroleum bij 218°C en is ontleend aan Hebrert Abraham (l. c., p. 290).



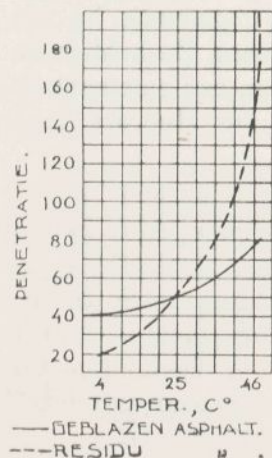
Geblagen asphalten varieeren in consistentie van halfzacht tot middelmatig hard bij gewone temperatuur. Ze zijn zwart, van glimmend tot dofzwart toe. De zachte soorten vertoonen geen breuk, de harde bezitten een schelpachtige breuk. Het s.g. bij 25° C ligt tusschen 0,90 en 1,05, terwijl het smeltpunt (K-S) varieert tusschen 27° C en 205° C. Ook de ductiliteit wisselt zeer sterk en vermindert in den regel naarmate het smeltpunt hooger wordt.

Geblagen asphalten zijn gekenmerkt door de volgende eigenschappen:

1. Laag s.g.;
2. Geringe gevoeligheid voor temperatuurverandering;
3. Hoog smeltpunt voor een gegeven penetratie.

Op deze punten onderscheiden ze zich van de residu asphalten, zooals duidelijk blijkt uit de volgende tabel:

Geblagen asphalten.		Residu asphalten.	
penetratie	smeltpunt	penetratie	smeltpunt
10	110°C	10	70°C
20	80°C	20	61,7°C
30	72,2°C	30	55,6°C
40	63,3°C	40	52,2°C



Bijgaande grafische voorstelling, overgenomen van Prevost Hubbard (American Highway Engineers' Handbook 1919, p. 707) geeft duidelijk aan, dat, terwijl de penetratie van twee gegeven asphaltsoorten bij 25° C hetzelfde is, die voor de residu asphalt groter verandering vertoont met de temperatuur dan voor geblagen asphalt.

Het is wel merkwaardig, dat men in den 5den Eng. druk van D. Holde's „The Examination of Hydrocarbon Oils” 1922 p. 254 de volgende opmerking aantreft: „Attempts to make an asphalt from petroleum with properties like that of natural asphalt, by blowing in air or heating with sulphur have not been successful as the product has too low ductility and no adhesive powers”.

Niets is minder juist dan deze opmerking; die kan niet anders dan verouderd genoemd worden. Wel heeft in het begin de geblazen asphalt niet veel aftrek gevonden, maar thans nu het procédé geheel op wetenschappelijke basis is geschoeid, is men in staat om een product te bereiden met bijna ieder willekeurig smeltpunt tot 205° C toe. En niet alleen is het product meer bestand tegen temperatuursveranderingen, maar het is even ductiel als een niet geblazen product met hetzelfde smeltpunt of dezelfde penetratie. Dit wordt verduidelijkt door de volgende tabel (Herbert Abraham l. c., p. 294 en 301).

	Geblazen asphalten.				Residu asphalten.		
	1	2	3	4	1	2	3
Smeltpunt (K. — S.)	32°C	36,7°C	35°C	46,5°C	32,2°C	36,4°C	42,2°C
Ductiliteit bij 25°C	50 cM	87 cM	56 cM	88 cM	75 cM	55 cM	98,5 cM

Ook in chemische samenstelling verschillen de geblazen asphalten eenigszins van de residu-asphalten en wel door het hooger gehalte aan „petrolenen”, een bestanddeel van de bitumen, door Herbert Abraham „life giving constituents” genoemd (l. c., p. 294). Volgens dezen schrijver heeft de ondervinding geleerd, dat de geblazen asphalt door haar grootere zachtheid en hooger gehalte aan „petrolenen” beter bestand is tegen weersinvloeden dan residu-asphalt, bereid van dezelfde

EIGENSCHAPPEN			S.g./25° C
PRODUCT			
Geblazen asphaltsoorten van	Semi-Asphalt petroleum.	Illionis	0.958
		Mid.-Continental**)	0.980
		Mexico	1.002
	Asphalt petroleum.	Gulf ***)	1.004
		California	1.032
Residu asphaltsoorten van	Semi-Asphalt petroleum.	Mid.-Continental	1.032
		Mexico	1.046
	Asphalt petroleum.	Texas	1.021
		California	1.035
		Trinidad	1.095
Meerasphaltsoorten :	Geraffineerde Trinidad asphalt		1.040
	NA – 8 gefluxed Trinidad asphalt		1.210
	Geraffineerde Bermudez asphalt		1.073
	NA – I gefluxed Bermudez asphalt		1.045

*) A

**) Dit terrein omvat de volgende districten: Kansas, Okloham, Caddo en de Soto, La., en Noord Texas.

***) „Gulf field” omvat: Coastal Plain region, bronnen van Zuid Texas en Z. Lousiana [La.].

	S.g./25° C	Bitumengehalte pCt.	Smeltpunt K.S.*=C.M. C°	Penetratie /25° C	Ductiliteit /25° C cM.	Verdampings- verlies. pCt.	Vermindering in penetratie na ver- damping. pCt.	Vlampunt v. open Kroes. C°.	Onderzoeker.
Continental **)	0.958	98.75	35		56	3.4		260	A. *)
	0.980	99.83	46.1		88	3		249	A.
	1.002	99.80	52.2		93.5	1.4		254	A.
**)	1.004	99.50	40		56	2.7		227	A.
	1.032	99.78	57.8		3	1.9		232	A.
Continental	1.032	99.56	36.4		55	0.9		264	A.
	1.046	99.85	57.*	55	60	0.3	36	250	H.
nia ad	1.021	99.85	56.*	95	40	0.4	26	205+	H.
	1.035	99.92	48.*	85	100+	1.0	47	205+	H.
	1.095	99.35	46.1		22	3.1		276	A.
	1.040	56.5	86.7	28	18	0.8		209	A.
	1.210	72.51	55.*	50	43	1.3	34	205	H.
	1.073	94.5	57.2	25	11	2.8			A.
	1.045	96.89	44.*	130		3.1	49	192	H.

*) A. = Herbert Abraham, H. = Prévost Hubbard.

en de Soto,

Texas en Z.

aardolie en met hetzelfde smeltpunt. Ze is in dit opzicht ongeveer gelijk aan residu-asphalt met dezelfde hardheid, bereid uit dezelfde grondstof (ib.).

De tabel op de bladzijden 66 en 67 geeft de resultaten van onderzoek van sommige handelspetroleum asphalt-soorten, verkregen door Herbert Abraham (1. c., p. 294, 300 en 301) en Prévost Hubbard („Laboratory Manual of bituminous materials” 1916, p. 131 en 132). Tevens zijn ook de getallen voor de Trinidad- en Bermudez-asphalten opgenomen.

Verschil tusschen natuurlijke en petroleumasphalt.

Inderdaad verschilt de natuurlijke asphalt in chemisch opzicht van de petroleum asphalt, en wel in het percentage aan verzadigde koolwaterstoffen en vrije asphaltzuren en in het verzeepingsgetal („The differentiation of natural and oil asphalts” by E. Pailler, J. Ind. Eng. Chem. v. VI, 1914, p. 287 en „The formolite reaction of Nastukoff as applied to oil residuals and natural asphalts” by Cl. Richardson, ib., v. VIII, 1916, p. 319).

Dit is een gevolg van het feit, dat de bereiding van asphalt in de industrie in enkele dagen verloopt, terwijl de asphaltvorming in de natuur een proces is van eeuwen en bovendien onder omstandigheden zooals die door den mensch nog niet zijn nagebootst. Echter moet niet uit het oog verloren worden, dat het **chemisch** verschil er niet zoo op aankomt. Immers, wij zagen te voren, dat niet de chemische, doch de **physische** eigenschappen hoofdzakelijk maatgevend zijn en het gaat hier bij de fabrikage van wegomateriaal om producten te maken van even goede kwaliteit en niet van gelijke chemische samenstelling.

In de laatste editie van zijn werk „Asphalt construction for Pavements and Highways”, 1913, zegt Cl.

Richardson „The two asphalts, Trinidad and Bermudez, have been tried out for such long periods of time that their reputation as a satisfactory binding material is established. None of the asphaltic materials, the products of asphaltic petroleum manipulated by industrial processes, have been tried out for the same length of time, or at least, there is no surface in existence today of the same age. They have not been shown to possess the durability of the native lake bitumen” (p. 45).

Al moet men toegeven, dat tegenwoordig geen slijtlaag van petroleum asphalt bestaat, die in ouderdom kan concurreeren met een slijtlaag van meerasphalt, hetgeen voortvloeit uit het feit, dat de petroleum-asphalt-industrie betrekkelijk van jongen datum is, dan wil dit nog niet zeggen, dat de duurzaamheid van een goede petroleum asphalt geringer is dan die van natuurlijke asphalt. Integendeel, Herbert Abraham zegt, dat „it is mooted question whether the native asphalts or the blown asphalt excel in weathering resisting properties and to which in the **author's opinion no categorical answer can be given**” (1. c., p. 294).

Prévost Hubbard, een welbekend Amerikaansch wegen-deskundige waagt het hieromtrent zich nog positiever uit te drukken:

„Petroleum asphalt found its way into the paving industry where it was received on trial for a number of years until service over a considerable period of time **demonstrated that it was equally as good for paving work as the lake asphalt**”. („Development of the Asphalt Industry in the U.S.” by Pr. Hubbard, 1922, p. 2).

Het is ook van belang pro bono publico op te merken, dat de beschouwing van Richardson van petroleum asphalten en bloc, als een minderwaardig materiaal, heeft geleid tot een protest van John Bakker gepubliceerd in the Journal of Industrial and Engineering Chemistry v. VIII, 1916, p. 663. Wij lezen daarin: „Mr. Ri-

Richardson's statement that the „deficiencies of the artificial asphalts, in their industrial behaviour, as demonstrated by service tests, may be considered to be satisfactorily explained” is particularly objectionable in that it is **not in accordance with fact**. The various des asphalt referred to by Mr. Richardson under the term „artificial asphalt” have been used for paving purposes in this country over a period from ten to twenty years and **with success** so marked that in the case of some larger cities Trinidad asphalt has been excluded and Bermudez asphalt permitted only under the general specifications that would admit the grades of asphalt described by Mr. Richardson under „artificial asphalts”.

Het is verre van onze bedoeling om de waarde van natuurlijke asphalt hoe dan ook te verkleinen.

Integendeel, wij hopen, dat uit het voorafgaande duidelijk blijkt, dat op de juiste wijze bereide petroleum asphalt even goed zal voldoen, als de natuurlijke asphalt. Hetgeen ook wordt erkend door eenige groote lichamen, zooals de „American Society for Testing Materials en de American Society for Municipal Improvements”. Ook volgens de nieuwe Deutsche voorschriften voor asphalt mag een wegasphalt bereid worden, zoowel van natuurlijke, als van petroleumasphalt (Holle 1. c., p. 288).

Ten slotte mag hier nog worden vermeld, dat 5th. Avenue of New-York, wellicht de drukst bereden geplaveide weg ter wereld, voor de eene helft is behandeld met meerasphalt en voor de andere helft met petroleum-asphalt, welke beide deelen even goed voldoen.

Samenvatting.

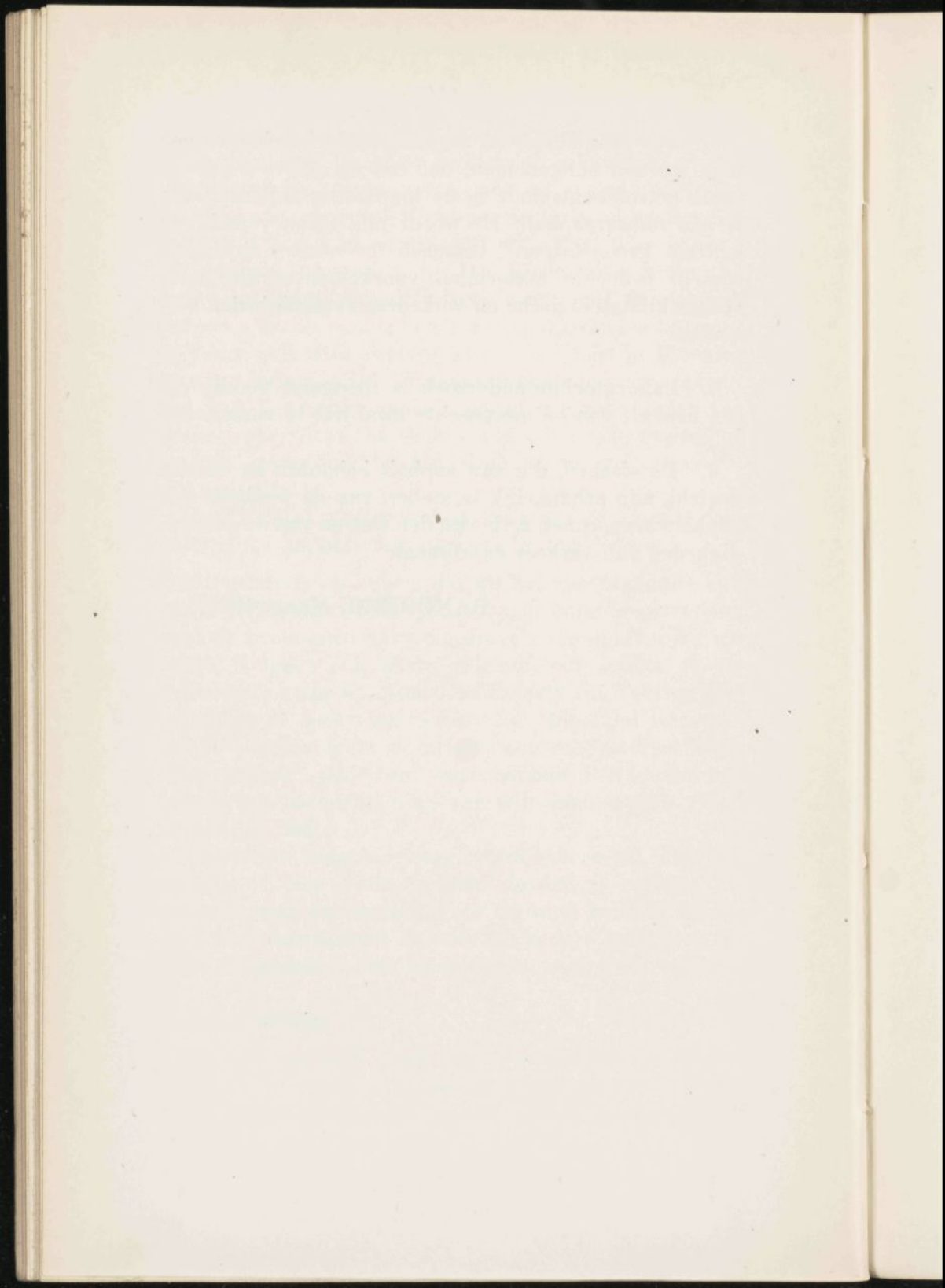
1. Alle asphalt heeft zijn oorsprong in petroleum, en is, hetzij in de natuur langzaam daaruit ontstaan, hetzij kunstmatig in een raffineerderij daaruit bereid.

2. Op grond van de voorafgaande beschouwingen mag worden aangenomen, dat een op juiste wijze bereide petroleumasphalt in de toepassing gelijkwaardig is aan natuurasphalt. Er wordt nml. geen verschil in gedrag geconstateerd tusschen evenoude slijtlagen, waarin bedoelde materialen voorkomen en die onder gelijke klimatologische en verkeersomstandigheden verkeer.

3. Laboratorium-onderzoek is dringend noodig om een asphalt van de gewenschte kwaliteit te verzekeren.

4. De eischen, die aan asphalt behooren te worden gesteld, zijn afhankelijk te stellen van de methode van asphalteeren, constructie van den weg en van de omstandigheden van verkeer en klimaat.

BANDOENG, Maart 1924.

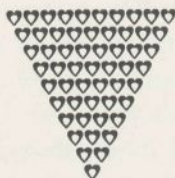


TECHNISCH-ECONOMISCH WEGBEHEER

DOOR

Ir. W.C. D. HAARMAN.

Assistent T. H. en Adviseerend Wegen-Ingenieur te Bandoeng.



TECHNISCH-ECONOMISCH WEGBEHEER.

Door

Ir. W. C. D. HAARMAN,

Assistent T. H. en Adviseerend Wegen-Ingenieur te Bandoeng.

Bij het bestudeeren der bij het Congresbestuur binnengekomen vraaglijsten, die door de verschillende wegbeheerders waren ingevuld, wierp zich meermalen de vraag op of er wel genoeg partij getrokken werd van de ervaring van anderen; zij het, dat die anderen voorgangers waren ter plaatse, dan wel collega's. In vroeger jaren, toen het wegbeheer bestond uit het periodiek bijstampen of walsen van een laag grind door heeren-dienstplichtigen, was er zeer weinig aanleiding, om zich van de ervaring van collega's op de hoogte te stellen, omdat zijn ervaring toch dezelfde was als die van elk ander. Dit niet geheel juiste principe werd toegepast tot voor korten tijd, met het resultaat, dat men zeer vaak onnut geld uitgaf, dat men niet uitgegeven zou hebben, indien men ter zake inlichtingen had kunnen bekomen. Zoo werden tot voor kort door een goed verkooper nog steeds stoomwalsen verkocht, waarmede een andere locale raad reeds jaren lang alledroevigste ervaringen had opgedaan en die voor het geoogde doel ook absoluut ongeschikt waren.

Tegenwoordig en zeker in de toekomst zal het wegbeheer niet bestaan in het periodiek inwalsen van nieuw verhardingsmateriaal, maar in het construeeren van verhardingen van langeren levensduur. De aanlegkosten van wegen met een levensduur van 10 en meer jaren vormen belangrijke bedragen en deze met veel moeite losgekregen gelden door wegbeheer, worden vaak gestoken in constructies, aangelegd zonder te weten wat

ze presteeren, met het gevolg, dat de z.g. „permanent road” even permanent, maar veel duurder is dan de verlaten macadamconstructie. Ter zelfder tijd doet men op vijf, zes andere plaatsen gelijke dure ervaring op.

Echter ook al neemt men de ervaring van elders over, dan nog is men niet gevrijwaard voor teleurstellingen. Een drastisch voorbeeld van de mislukkingen, ontstaan door het zonder theorie overnemen van ervaringen van elders, zijn de eerste „sheet-asphalt pavements” in 1894 te London. Het doel was om met deze verharding, waarmee in Amerika de beste resultaten bereikt waren, de stamp-asphalt er uit te werken. De verharding werd gelegd door een firma met 20-jarige praktijk in de U.S. naar de aldaar opgedane ervaringen. Toch bleek de „sheet-asphalt” verharding niet instaat te zijn het stampasphalt concurrentie aan te doen, want van de 5 c.m. dikke op beton gelegde laag „sheet-asphalt” was reeds na twee jaren totaal niets meer te vinden. Het vochtige klimaat van Londen, zoo bleek later, was de oorzaak van deze mislukking. Na een uitgebreid onderzoek van alle factoren, die een rol konden spelen, werd een theorie opgebouwd en volgens deze werd eenige jaren later een nieuw stuk van andere samenstelling gemaakt; dit ligt er heden nog, naar ik meen.

Men veronderstelt niet, dat dit voorbeeld het eenige is, waarbij verkeerde toepassing van materialen tot mislukking leidde. Dergelijke voorbeelden zijn er helaas meer dan goede. Het is echter een typisch voorbeeld van twee verhardingen, beide bijna gelijk en praktisch precies even duur in aanlegkosten, waarbij de mislukkende een levensduur had van nog geen twee en de succesvolle van ruim twintig jaren. Dit is het verschil met andere mislukte verhardingen.

Het is derhalve geen wet van Meden en Perzen, dat materialen en constructies, die elders goede resultaten geven ook onder onze omstandigheden zullen voldoen, zelfs al probeert de importeur met bewijzen zulks te

doen gelooven. Het ligt derhalve voor de hand, dat men aantekening houdt van alle factoren, die invloed kunnen uitoefenen op den duur van de verharding en de kosten van aanleg en onderhoud.

Over de „Economische duur van de Verharding” wordt reeds een praeadvies door het bestuur gepubliceerd. Wat betreft de financieele boekhouding is mij gebleken, dat die, wat betreft de begrooting, heel wat beter in orde is, dan voor het besteden van de verkregen fondsen, waaruit echter niet moet worden afgeleid, dat het met de zorg voor den weg evenzoo gesteld zoude zijn. De verkregen fondsen worden besteed aan weg- onderhoud, waaruit omgekeerd geconcludeerd wordt, dat per wegseenheid een evenredig deel van de bestede fondsen wordt uitgegeven.

Van Singapore ontving het Bestuur een jaarverslag met nauwkeurige aanleg en onderhoudskosten van elke straat apart.

Bij de opsomming van technische eigenschappen van materialen en constructies is, zoowel in de vraaglijsten als in de prae-adviezen, betrekkelijk weinig volledigheid betracht. De proefstukken vormen daarop geen uitzondering.

In het algemeen worden slechte uitkomsten of teleurstellingen te weinig aan kritisch oordeel onderworpen. Men vergelijkt slecht of niet met elders bereikte resultaten of schikt zich gelaten en blijft maar volhouden, waardoor het eenigszins gaat gelijken op vechten tegen de bierkaai.

Men kan zich voor dezen toestand voor een zeer groot gedeelte hoeden door zich van ervaringen in andere landen op de hoogte te houden en hun bestekken te copieeren, dit kan echter niet verder reiken, dan het zich hoeden voor de grootste stroppen; een vooruitgang in de techniek tot de resultaten, die men in de respectievelijke landen al bereikt heeft, zal men daarvan nooit moeten verwachten.

Teneinde de studie van'wegverhardingen, hetzij van bestaande, te verbeteren of nieuw te maken constructies met kans op succes te kunnen voortzetten en 'eventueel opvolgers en collega's van de ervaring te kunnen laten profiteeren werd een schema van boekhouding ontworpen, dat gegevens bevat van de drie hoofdfactoren, die invloed kunnen uitoefenen op den levensduur n.l. materiaal, materieel en wijze van constructie. 1)

- A. **De Materialen:** Gesteente, Asphalt, Teer en eventueel andere.
- B. **Het Materieel,** dat de materialen verwerkt Steenbrekers, Walsen, Bitumenmachines, enz.
- C. **De wijze van Constructie of Vernieuwing** van de verharding, in verband met soort, aard en ligging van den weg, verkeer en andere factoren.

Mede is getracht tot een universeele kostenberekening te komen. Daartoe is uitgegaan van de veronderstelling, dat het materieel als het ware aan een apart bedrijf behoort, dat het tegen bepaalden prijs per bedrijfsdag met volledige bediening aan den wegbeheerder verhuurt. Het bedrijf behoort deze prijzen zoodanig te bepalen, dat het zichzelf bedruipen kan.

Groep A: steenmateriaal c.a. bevat: een in te vullen nummer van de kaart (d.i. het nummer van het materiaal), de naam van den Wegbeheerder, die het materiaal gebruikt, de Afdeelingen, waarop het gebruikt wordt, de geologische naam, de vindplaats, het laboratorium, dat onderzocht heeft, en het nummer van dit onderzoek.

Bergsteen, Kalisteen, niet gebroken, gebroken (door te strepen wat niet bedoeld is) geeft de soort van het gesteente aan, dat in den weg verwerkt wordt. Wordt steenslag, grindslag, grind of zand verwerkt, dan wordt onder samenstelling bedoeld, de samenstelling van het gebroken ongesorteerde product, hetzij met de hand of machinaal gebroken.

1) De kaarten bij deze indeeling behoorend zijn achterin verkleind opgenomen.

De Samenstelling van „klein materiaal” in gewichtsprocenten uitgedrukt volgens „horren” (vallend door ronde gaten van 3” tot $\frac{1}{4}$ ”) of „zeven” (door vierkante mazen van resp. 10 per inch¹ tot 200 per inch¹ geeft ondubbelzinnig de samenstelling van het materiaal weer. Materiaal, dat door de 2” gaten valt en op 1” blijft liggen heet 2” steenslag (resp. grindslag of grind) of fijn steenslag (grindslag, grind). De zeefproeven zijn voor zand en volgens de Amerikaansche zeven. De groote ondervinding, die men op wegengebied in de U.S. heeft, berust op materiaal volgens deze grootten gescheiden. Al deze ondervinding zou voor een groot gedeelte te niet gedaan worden door het overgaan op andere zeefmaten. Wat betreft de horren geldt hetzelfde argument schoon in veel minder mate. De praktijk heeft aangetoond, dat een eenigszins gesleten hor toch nog beter sorteert, dan een, die overladen wordt. De gatgrootte is derhalve niet absoluut domineerend. Wil men zekerheid hebben een bepaalde grootte steen te ontvangen, dan zal men met een laboratoriumzeef moeten controleeren en een zeker percentage b.v. 10% speling toelaten. Soms wordt het uitschot nogmaals gebroken op de vereischte maat; in dat geval vulle men de tweede resp. vierde kolom ook in.

Zand wordt vaak vóór-gezeefd. De samenstelling na het voorzeven wordt in de tweede kolom aangegeven.

Onder de rubriek „Physische eigenschappen” worden de physische eigenschappen vermeld volgens de methoden daarvoor vastgelegd in de U. S. en Engeland.

De geologische samenstelling is in deze tabel niet opgenomen. Gebleken is dat de physische eigenschappen niet direct met de geologische samenhangen. Deze wel op te nemen leek mij met het oog op de meerdere ingewikkeldheid, die het systeem daardoor krijgt, niet raadzaam.

De soort van den steenbreker op te nemen is wensche-lijk daar de kwaliteit van de gebroken steen bij ver-

schillende brekers sterk uiteen loopt. Alle kakenbrekers breken het materiaal verschillend en weer anders dan b.v. walsbrekers. De kaart B geeft meer volledige inlichtingen van den breker; hier geeft de naam van den fabrikant alleen meestal voldoende aanwijzing.

Verder zijn opgenomen de berekening van den eenheids-prijs van het gebroken materiaal, uitgedrukt in dagen en guldens. De steenbreker wordt verondersteld te zijn verhuurd zonder personeel; de kracht, hetzij stoomwals of locomobiel met machinist, stoker en waker. De dag heeft negen uur.

De achterzijde bevat de aanduiding der wegen, der hoeveelheden opgebracht materiaal en der data (voor het begrip weg, zie kaarten C.).

De Groep A: van asphalt c.a. bevat het zelfde hoofd en verder een reeks physische en chemische eigenschappen van dit materiaal, welke van belang zijn voor de hoedanigheid als wegmateriaal.

Het **soortelijk gewicht** is een eerste aanwijzing omtrent een aantal andere eigenschappen, die de bruikbaarheid beïnvloeden. De meeste asphalten hebben een nauwbegrensd soortelijk gewicht.¹

Kleur, breuk en glans zijn alleen van natuurlijke asphalten van belang als herkenningmiddel.

Het **ontvlammingspunt** van de verschillende asphalt-producten loopt sterk uiteen, het rijst als de destillatie-temperatuur hooger genomen wordt. Versneden producten hebben een laag ontvlammingspunt. Van de meeste asphaltbindstoffen ligt het boven de 163° C en gewoonlijk zelfs boven de 200° C. Deze temperatuur, degene, waarbij de gassen boven den ketel vlam vatten wordt meestal vrij veel hooger geeischt, dan de temperatuur noodig om de stof voor gebruik te verhitten.

Het **ontbrandingspunt** is datgene, waarbij de vlam het materiaal onsteekt en het gaat branden. Deze temperatuur ligt altijd hooger, dan het ontvlammingspunt;

soms veel, soms weinig. Daarom is het voor de praktijk van weinig waarde en dient alleen ter identificatie. De aanduiding „open” geeft de methode aan, nl., dat de proef met een open, d.w.z. niet-afgedekte kroes, wordt verricht.

Het **smeltpunt** is de temperatuur, waarbij het materiaal begint te smelten. Daar asphalt uit een mengsel van een groot aantal Koolwaterstoffen bestaat, is er geen bepaalde temperatuur aan te wijzen, waarbij het van vastel in vloeibaren toestand overgaat, omdat dit achtereenvolgens met elk van de componenten gebeurt. De methode, waarop men het smeltpunt (d.w.z. dat, hetwelk men daarvoor aanneemt) bepaalt, heeft zeer veel invloed op de hoogte van de gezochte temperatuur. Het verschil tusschen het smeltpunt van dezelfde Asphalt-Bindstof volgens Richardson (210° F) en Krämer-Sarnow (155° F) kan 55° F bedragen of 30%. Er bestaat geen bepaalde verhouding tusschen het smeltpunt, bepaald door de verschillende (zes) methoden; derhalve dient men zich tot één daarvan te bepalen. De in de U.S. meest gebruikelijke is de ringen-bal methode. De methode Krämer-Sarnow moge bepaalde voordeelen hebben, komt uit Duitschland waar men tot nu toe zonder ervaring is op het gebied van A.B. en ze past bovendien niet in de lijst der overige Amerikaansche eigenschappen.

De **drijfproef** wordt uitgevoerd door een bakje met een prop asphalt in een opening in den bodem te laten drijven in water, dat verwarmd is (meestal tot 50° C of 100° C) en de seconden te tellen tot het oogenblik, waarop het water door de prop dringt. De methode heeft eenige overeenkomst met de beide volgende, maar indien men met verschillende stoffen en met dezelfde methode gelijke uitkomsten verkrijgt, dan zullen de twee andere proeven altijd verschillende uitkomsten geven. Deze methode wordt in tegenstelling met

de volgenden niet beïnvloed door verontreinigingen, minerale of organische.

De **viscositeit** wordt gemeten door het materiaal door een opening van bepaalde afmeting te laten vloeien en den uitstroomingstijd te vergelijken met dien van water. De temperatuur van de bitumen is constant en wordt meestal 25° C genomen, voor meer lijvige producten 50° C en voor heel lijvige 100° C. Meestal wordt de viscositeit alleen bepaald bij zeer vloeibare producten. Ze wordt sterk beïnvloed door minerale of organische verontreinigingen.

De **penetratie** wordt bepaald door het indringen van een met bepaald gewicht bezwaarde naald in bitumen van bepaalde temperatuur en uitgedrukt in tiende millimeters indringing in een bepaalden tijd. Dit is de meest gebruikelijke methode om de hardheid van de bitumen aan te geven. De lage en hoge temperatuur dienen om na te gaan in welke mate de stof onderhevig is aan temperatuur-wisseling.

De **ductiliteit** wordt uitgedrukt in het aantal c.m. waarin een standaard briketje zich laat uitrekken. De uitrekking geeft een inzicht in de bindkracht van het materiaal. De interpretatie is echter niet eenvoudig, daar dezelfde asphalt-bindstof van 60 en 120 penetratie verschillende ductiliteit aanwijst; de 120 de meeste terwijl de 60 meer bindkracht kan hebben.

Het **verlies** bij 163° C geeft een inzicht in het gedrag van de asphalt in de constructie. De temperatuur van 163° C is degene, waartoe de asphaltbindstof in maximum in de kookketels mag verwarmd worden. De aard van het residu, de penetratie en de ductiliteit geven derhalve de gegevens in de asphaltbindstof, zooals die in den weg verwerkt wordt.

Het **bitumengehalte** van de asphaltbindstof is datgene wat bindt, verontreinigingen, hetzij minerale organische of plantaardige, binden niet. Zand, vrije kool-

stof, hout, etc., zijn goedkooper dan asphalt. Het gehalte aan in den weg te verwerken bitumen varieert tusschen nauwe grenzen, daarom is de bepaling van zeer veel gewicht.

Maltenen zijn de bitumen oplosbaar in petroleum-ether. De bepaling wordt gedaan met petroleum-ether van 86° B (het verschil met andere dan 86° B schijnt, zelfs binnen ruime grenzen, gering te zijn). Het onoplosbare zijn de Asphaltenen, zij geven consistentie; de maltenen geven bindkracht aan de asphalt. Bij een bepaalde A.B. wordt de penetratie grooter met de toename aan maltenen, dus afname van asphaltenen.

Carbenen zijn onoplosbare in tetrachloorkoolstof. Zij worden gevormd, wanneer de asphalt aan te hooge temperaturen heeft bloot gestaan.

Parafine gehalte. Parafine heeft geen bindkracht en is derhalve ongewenscht in A.B.

Koolrestant. Het percentage koolrestant wisselt sterk met de petroleum en de wijze van raffinatie. De proef is niet absoluut zuiver, maar kan bijdragen tot identificering van het product.

De op de kaart met een * aangegeven factoren zijn voor keuring voldoende; de andere zijn voor verdere onderzoekingen van belang.

De achterzijde bevat weer gelijke gegevens als Groep A₁ van gesteente.

Groep A₃ van teer c.a.

bevat, behalve de gelijke identificaties van de beide vorige kaarten:

Destillaat. De resultaten van de destillatie proef zijn voor teer doorslaand met dien verstande, dat de bruikbaarheid als wegmateriaal er mee staat of valt. Een ruwe teer bevat te veel water en lichte olie. Ook geraffineerde teer bevat vaak abnormale verhoudingen middel en zware oliën, waardoor het materiaal een of te brosse of een te weinig bindende samenstelling verkree-

gen heeft (voor meerdere bijzonderheden zie de Waterstaatsingenieur No. 9 1923).

Smeltpunt pek residu is van belang voor de eigenschappen van het bindend bestanddeel.

Phenolen. Het gehalte aan phenolen mag niet te groot wezen, daar ze een slechten invloed hebben op de levende organismen langs den weg. Ook logen ze uit door water; of dit echter van grooten invloed is op den levensduur zal nog nagegaan moeten worden.

Naptaline heeft de eigenaardigheid als vaste stof te vervluchtigen zonder vloeibaar te worden; een te hoog gehalte aan naptaline maakt derhalve de teer poreus.

Vrije koolstof maakt de teer los en bovendien duur, daar men kool koopt tegen den prijs van teer.

Viscositeit. De bepaling van viscositeit is van belang wanneer de teer wordt gespoten door kleine openingen.

Drijfproef geeft den graad van hardheid aan (penetratie) van pek; de penetratie-proef geeft onjuiste cijfers door de verontreiniging van de vrije kool.

De achterkant bevat gelijke gegevens als zijn voorgangers.

De hierboven vermelde eigenschappen of invloeden van de eigenschappen hebben niet de bedoeling volledig te zijn of een inzicht daaromtrent te geven, maar zijn meer bedoeld als motiveering van het nut om de desbetreffende grootheid te onderzoeken.

Groep B betreft het **materieel** en daaronder zijn voorloopig ingedeeld: 1. Walsen c.a. (Locomobielen Stoomketels end.) 2. Steenbrekers c.a. (Jacobs ladders, Horen, Zeven, Hoppers, Hamers end.) en 3. Bitumenkookketels, Sproeimachines, Menginstallaties c.a. (Gietters en bijbehorend gereedschap).

Deze groep B bevat de gegevens noodig om een overzicht te hebben van de constructie, de doelmatigheid en de duurzaamheid van de betreffende machine. Ze zijn dus met hetzelfde doel samengesteld als het „stam-

boek" waarover de Heer Wakker spreekt in zijn praeadvies. Het onderscheid met de door hem gevolgde methode en deze, bestaat, uit de in de eerste plaats opgenomen factoren; deze zijn in zijn stamboek alleen werktuigkundig, terwijl hier meer de factoren voor belang van den wegingenieur zijn naar voren gebracht. Voor de werktuigkundige moet eventueel een plaats worden gezocht onder „bijzonderheden”.

Zooals gezegd, wordt het materieel beschouwd als te zijn ondergebracht in een apart bedrijf, dat het materieel met het bijbehorend personeel verhuurt. Het bedrijf zal echter geen winst behoeven te maken. Door alle gelijksoortige walsen, (wat betreft hun invloed op de wegconstructie; niet wat betreft fabrikaat of mechanische gelijkheid) in dezelfde groepen onder te brengen, kan men gemakkelijk de huurprijs bepalen. Het is voor een bepaalden weg in den regel aan buitenstaande factoren te wijten, dat hij met de eene 10 tonner en niet met een andere 10-tonner gewalst wordt, terwijl het op de kosten-berekening van den wals zelf een beduidenden invloed kan hebben, daar de dure wals ook de duurste in exploitatie kan zijn. In hout-arme streken kan de exploitatie van de eene wals belangrijk geringer zijn, dan die van de andere, weshalve de brandstofkosten door den wegbeheerder apart zijn te betalen. Smeer en vet, kunnen gerekend worden overal even duur te zijn en zullen derhalve op de walsrekening als een constante voor kunnen komen. De verschillen worden bijna niet beïnvloed door constructie of ligging van den weg, maar zijn afhankelijk van den wals zelf. Bij het andere materieel is op gelijke wijze gehandeld.

Groep B, materieel: Walsen c.a.

bevat jaar van aanschaffing en de eigenaar. Onder den naam wordt die naam verstaan, welken de fabrikant aan zijn wals geeft of die waaronder hij algemeen bekend is; het is bedoeld ter orienteering. Zoo maakt bv. de Good Roads Mach. Corp. walsen onder den naam

„Monarch-stoomwalsen”. Door achter „naam” in te vullen „Monarch 10 ton” is de orienteering volkomen. Achter „model” in te vullen stoom of motor; driewiel of tandem. Onder driewiel walsen worden die verstaan met één breed voorwiel en twee achterwielen, ook al bestaat het voorwiel uit 2 rollen. Bij motorwalsen kan eventueel een b, p of r aanduiden, dat een benzine, petroleum of ruw-olie motor voor de kracht zorgt. Letter en No. zijn die, welke de fabrikant er op aangebracht heeft; die welke de wegbeheerder aanbrengt kloppen met die van de kaart (links boven).

Het overige behoeft geen toelichting. R.P.K. zijn rem paardenkrachten, welke van belang zijn voor een locomobiel en wanneer walsen als zoodanig gebruikt worden.

Werktuigkundige bijzonderheden zijn eventueel nog achter „Roosteroppervlak” te vermelden of achter „Bijzonderheden”. Er zijn veel te veel verschillende factoren om elke apart te noemen.

Daar veel (Engelsche) walsen van een weg opkrabber (road scarifier) voorzien zijn, is hiervan ook op-gave gewenscht. De meest voorkomende zijn van Allen, Morrison, Price, Ruston en Wallis.

De achterzijde van de kaart bevat gegevens omtrent de exploitatie. Kosten, oppertoezicht, stalling enz. (overhead) zijn niet in rekening gebracht, en eventueel nog toe te voegen, indien men veronderstelt dat collega's of opvolgers er belang in stellen, welk tractement de ingenieurs toucheerden, dan wel of de bouw van de werkplaats duur of goedkoop is uitgevoerd. Omdat de invloed van kosten op wals of weg niet anders dan een zuiver financieele is, welke een ander betrekkelijk weinig interesseert en in verband met overige werkzaamheden dikwijls vrij lastig is te bepalen, wordt hij eenvoudigheidshalve weggelaten.

Wel zijn opgenomen interest en afschrijving als een soort van onnuiteit onder één hoofd, dat bestaat 5%

interest en 10% afschrijving. Er is derhalve gerekend op een levensduur van 10 jaar. Onder loonen worden verstaan, die van den walsmandoer of machinist, den stoker en den nachstoker of waker, alzoo in totaal 3 man, welke verondersteld worden bij de wals te hooren. De loonen, welke deze menschen bij den wals verdienen, worden hierop gebracht; die welke zij in andere functie verdienen, hooren hier niet thuis. Uit de totaalkosten per jaar vindt men door deeling de kosten per bedrijfsdag, dat is de huur, welke de wegbeheerder aan het walsenbedrijf verschuldigd is. Ten gevolge van de hervorming op het gebied van wegenbouw is zeer vaak een groot aantal walsen overcompleet. Deze bezwaren de exploitatie rekening buitengewoon. In den regel zijn ze gedeeltelijk afgeschreven; men beschouwe ze aldus, behalve een op de tien of gedeelte van tien, die men als reserve wil houden.

Brandstof per dag (de dag is de negenurige) en de kosten daarvan zijn die, welke de wegbeheerder direct voor zijn rekening heet te krijgen. Ze kunnen uiteenloopen met de ligging van den weg b.v. bij wegen in houtarme streken of bv. bij stadswegen etc. Loopt de prijs van de brandstof sterk uiteen met de ligging van den weg, dan is het raadzaam de gemiddelde kosten voor elken weg of elk wegsgedeelte apart op te brengen, teneinde een juist inzicht te krijgen in de walskosten bij constructie en herstelling. Hier is na te gaan of bv. in een houtarme streek financieele voordeelen te verwachten zijn van goedkooper walsen b.v. door plaatsing ev. aanschaffing van een motorwals, dan wel minder te walsen door teren of asphalteeren enz. Onder extra loonen vallen loonen van extra waterdrager, bediener van den wegkrabber e.a. behalve de bovengenoemde drie. In verband met het sterk uiteenloopen der grootte van de drijfwielen wordt de voorkeur gegeven de walskosten per 1000 M¹ op te geven, door het aantal toeren per 1000 M¹ (zie keerzijde) te deelen op het to-

taal aantal toeren. Dit cijfer is voor het walsenbedrijf van belang. *)

De wegbeheerder wil gaarne weten wat het hem per 1000 M² kost en hoeveel M¹ per 1000 M² zijn afgelegd. Daartoe dient de volgende kolom. In deze kolommen zijn constructie, vernieuwing en onderhoud afzonderlijk te boeken, evenals het opkrabben. Met een beetje goede wil is na te gaan, welk gedeelte van den dag gekrabd wordt en welk geweld, de mandoer of opzichter zal dit in zijn maandrapport moeten vermelden, evenals het No. van den weg.

De Bijzonderheden zullen slaan op het weg-technisch-gedeelte van het bedrijf, die van exploitatie en de werktuigkundige staan aan de voorzijde. Heeft een wals veel werk van zeer uiteenlopenden aard, dan zal het tweede deel van dezen achterkant spoedig vol zijn; er is echter geen bezwaar tegen meerdere vellen aan te hechten.

Groep B₂ Steenbrekers c.a.

bevat gegevens omtrent eigenschappen en exploitatie van werktuigen om steenmateriaal etc. bruikbaar te maken voor wegconstructie en onderhoud. Onder kakenbreker wordt de breker verstaan met heen en weer gaande kaak of kaken, een molenbreker is die, met vertikale as, welke lijkt op de ouderwetsche koffiemolen (gyratory crusher) en een walsbreker, is die, waarbij het materiaal stuk gemangeld wordt; komt er nog een ander type dan is daarvoor de volgende open regel. Stationair is een steenbreker, die een vaste plaats (aan de groef) heeft ook al staat hij op wielen. Semi-stationair is een breker, die van plaats verandert door hem zoo nu en dan te laten weghalen en zelf-rijdend zijn die, welke een motor hebben, die of de kaken of de loopwielen aandrijft. Jacobladders of elevateurs zijn in getale van een of meer aanwezig, evenals bij een goede

*) Rijden van werkplaats naar weg komt geheel op het werk, van de ene karwei naar de andere voor elk de helft.

steenbrekerij een sorteertrommel of hor (geperforeerd met ronde gaten) en een zeef (gevlochten van draad met vierkante gaten).

Bij speciale grindbrekerijen hebben de horren en zeven vaak niet den trommelvorm, maar zijn vlak en schudden. Hoppers zijn tot nu toe in Indië niet gebruikt; ze hebben bepaalde voordeelen. Alleen die bakken (bins) worden als hopper gerekend, die meer als 1 M³ (resp. 2.00 ton) inhoud hebben. Meerdere brekers achter elkaar plaatsen wordt hier niet of hoogst zelden toegepast; in verband met de voordeelen is het belangrijk ook hiervan gegevens te verzamelen.

In verband met het groote verschil in bewegingen, die de kaken en walsen bij de verschillende fabrikaten maken, is een langsdoorsnede ter orientering gewenscht. Het benoodigde aantal R. P. K. is vooral bij groote brekers van belang in verband met de keuze van de beweegkracht. De capaciteit wordt opgegeven met een kaakopening op 2'' (5 c.M.).

De horren en zeven, hetzij schuddend of draaiend, hebben een bepaalde lengte en diameter (bij trommels) of breedte (bij schuddende) en een aantal toeren (dubbele schuddingen) per min., waarbij het materiaal voldoende gesorteerd wordt. Ter meerdere kennis van eventueele afwijkingen in de sortering is de kennis van de afmetingen van elke sectie gewenscht; men vulle dus b.v. in 3'' lang 60 cm. enz.

Indien de beweegkracht onderdeel is van den breker kunnen de eigenschappen daarvan in 't kort hier aangegeven worden; deze motoren zijn bijna altijd klein. Wordt bij de installatie de kracht ontleend aan een aparte Locomobiel, Wals of Motor, hetzij tijdelijk of permanent, dan is het beter om hiervan meerdere gegevens op te nemen op kaart B₁, waarop ook de exploitatie van het krachtwerktuig wordt aangegeven. Onder Bijzonderheden vallen ook gereedschap als hamers en dergelijke.

De achterzijde bevat wederom de exploitatierekening. Reparatiekosten van breker en rest van de installatie zijn gescheiden gehouden, omdat zeer veel brekers zonder verdere installatie gebruikt worden. De loonen van de bij de steenbreekinstallatie behorende menschen hangen af van de grootte en samengesteldheid van de installatie. Bij brekers alleen zal meestal de machinist van de locomobiel (wals) voor den breker zorgen en zal men als personeel van den breker de koelies, moeten opbrengen, belast met het directe aanbrengen en wegruimen van het materiaal bij den breker. Voor aanbrengen van materiaal naar de breker b.v. van uit de kali dient de kolom extra loonen. Wordt de steen met de hand gebroken, dan zijn de koelies en mandoer met breken belast en zij, die het transport van materiaal naar den breker verrichten onder kosten in deze kolommen, op te brengen, terwijl zij, die met het wegruimen daarvan zijn belast onder extra loonen te boeken zijn. Dit sluit niet in transport naar den weg. Het doel is de prijs per M^3 gebroken materiaal (beter per ton) te bepalen ter plaatse waar het gebroken wordt.

Kosten per bedrijfsdag is de huurprijs, die betaald zou moeten worden, indien de steenbreker met het daarvoor bekwaamde personeel gehuurd was. De kosten van de locomobiel per dag worden genomen van B_1 . Kosten van materiaal worden in Indië berekend per M^3 , beter is het deze per ton te bepalen. Zoolang hier nog geen hoppers met weeginrichting zijn zal de M^3 niet verdrongen worden. De totaal kosten van de gebroken steen locobreker per 100 M^3 in aantallen en guldens is het eindresultaat. Koopt men de steen gebroken dan blijven alle kolommen oningevuld, behalve de laatste.

Groep B_3 bevat het materieel, noodig bij het construeeren van bitumineuse constructies n.l. Bitumen Kookketels, Sproeimachines, Menginstallaties, Steenen Zanddroogers en dergelijke.

Het bleek niet mogelijk in verband met de beschikbare ruimte en het groot aantal systemen, een klasseindeeling te maken. Alleen is een onderscheid gemaakt tusschen Ketels en Sproeimachines. Sproeimachines, zijn alle typen, waarbij de teer direct op den weg komt van uit de machine, die daartoe over den weg voort beweegt of bewogen wordt. Ook wanneer de machine geen pomp heeft, dus z.g. gravity distributors, wordt hij onder deze rubriek opgenomen.

De verwarming geschiedt in den regel met residu of hout of met stoom, wanneer ze in verbinding met een menginstallatie gebruikt worden.

Op het gebied van pompen voor sproeimachines zijn maar twee soorten te onderscheiden, vloeistofpompen en luchtpompen; ze werken of met de hand of mechanisch. Soms is de mechanische aandrijving apart, soms is ze vanaf het wiel.

Onder menginstallatie wordt verstaan elke installatie, waar steen of zand ingaat en bitumen en beide materialen er door elkaar uitkomen. Behalve de meer gecompliceerde Amerikaansche machines, welke alle in hoofdzaak aan elken gelijk zijn, vallen de zeer eenvoudige, meestal Engelsche, doopinstallaties er ook onder. Het materiaal, dat bij een dergelijke „er door elkaar” uitvalt (n.l. de steen omkorst met bitumen) wordt ook mortel genoemd, al is ze dan niet precies gemengd.

De volledige menginstallatie bestaat uit de opgenoemde onderdeelen. Het gesteente en de bitumen passeeren het er achter opgenoemde onderdeel en vallen samen in een menger. Bij de eenvoudigste doopinstallaties blijft alleen over een gesteente-elevator en de droger, een bitumen-ketel en een dooper of elevator voor het mengsel. Verder is er een, soms zijn er twee, locomobielen aanwezig voor verwarming en kracht.

De installaties zijn stationair, d.w.z. in een permanent gebouw, semistationair, op een fundeering of van het „weg-type”, verplaatsbaar op wielen. Het aan-

tal eenheden van verplaatsbare installaties bedraagt een tot vier.

De capaciteit wordt in Engeland opgegeven in tonnen per uur, in Amerika in vierkante yards 2'' (5 c.M.) dik per 8 uren-dag. 1 M², 5 c.M. dik weegt ongeveer 0.11 ton. Een machine met een capaciteit van 11 ton per uur legt dus per uur 100 M² en zal in Amerika genoemd worden 960 rond 1000 y² per dag. Beide methoden van capaciteit berekening hebben voordeelen.

Aan verdere toelichtingen van de onderdeelen is een plaats ingeruimd van bescheiden afmeting, terwijl verdere beschrijving of op en aanmerkingen onder „bijzonderheden” vermeld kunnen worden. Mengers bestaan van verschillend type; sommige dichte gelijke veel op betonmolens, andere dichte en de meeste open, hebben een of twee schoepen-assen, waardoor zij meer gelijken op kneedmachines.

Daar in den regel geen locomobiel bijgeleverd wordt, is het zaak te weten welke capaciteit van ketel en machine vereischt wordt om te verwarmen of te drijven; wordt hij wel bijgeleverd dan is het toch wenschelijk hem in groep B₂ op te nemen ter vergelijking met de andere walsen en locomobielen.

In verband met de buitengewone verscheidenheid is een groote plaats ingeruimd voor bijzonderheden, en de eigenaardigheden, die voor- of nadeelen kunnen opleveren bij de exploitatie.

De achterzijde geeft wederom een beeld van de exploitatie van elke installatie op zich zelf voor dit bedrijf als ook wat betreft de kosten bezien van het standpunt van den wegebouwer. Kosten per bedrijfsdag zijn wederom de totale jaarkosten van het materieel vermeerderd met het op het koken en drijven afgerichte personeel. Daarbij komen de kosten van brandstof of bij een installatie de kosten van een stoomketel en het resultaat is de kosten van de verwarmde bitumen (nog in den ketel of mengers) per ton in dagen en guldens.

Groep C, bevat **Constructie** en **Vernieuwing** met als eerste en voorloopig eenigste representant steenslag, grind, en bitumineuse constructies. Op het hoofd wordt aangegeven of het de constructie betreft, waaronder wordt verstaan, origineele constructie van verharding van af de aardenbaan, dan wel een eerste resp. volgende vernieuwing van een of meer lagen.

Verder volgen eenige gegevens van den weg. Onder weg valt hier te verstaan de weg of het wegs gedeelte van welks verharding men de economie wil beschouwen en waarvan de boven in te vullen gegevens zoogoed als gelijk zijn. Als eenheid is aangenomen 1000 M².

Bij vernieuwing zal vaak eenige reparatie aan de bovenlaag noodig zijn, als men deze laat zitten om de slijtlaag er over heen te leggen, soms zal men hem moeten openbreken. De kosten hiervan zijn in te vullen achter „kosten openbreken”. Daaronder is in te vullen, hoeveel er van de oude verharding aanwezig blijft en het nummer der kaart C, waarop de gegevens hiervan te vinden zijn.

De gegevens van de verharding zijn in drie rijen gesplitst. Voor gewone (watergebonden) grind, grindslag en steenslagwegen is de eerste rij.

Gaat men op een weg bitumen aanbrengen, hetzij door penetreeren of door oppervlakte-bewerking, dan geeft de tweede rij gegevens over de bitumen en de gebruikte kookketels.

Bij asphaltbetonwegen heeft men een menginstallatie noodig; de bij deze voorkomende factoren staan in de derde rij; de gebruikte bitumen staat in de tweede rij en het gesteente in de eerste. Achter elke rij zijn eenige smalle kolommen aangebracht, van links naar rechts aangevende, de onderste en elke daarop volgende laag.

Onder meerdere lagen alleen die constructie te verstaan, waarbij of materiaal of constructie onderling verschilt; dus drie lagen van dezelfde steenslag op gelijke wijze aangebracht dik totaal 25 c.M. zijn één laag.

Verder is verondersteld, dat de steenbreker niet aan den weg staat en derhalve het gebroken materiaal over een gemiddelden afstand naar den weg gebracht moet worden; dat daarentegen de kookketels wél aan den weg staan en het materiaal van den goedang naar den weg vervoer moeten worden en dat de menginstallatie op de gunstigste plaats staat en derhalve steen en zand van breker of vindplaats naar de installatie, de bitumen van goedang naar installatie, het stof van goedang naar installatie vervoerd moet worden, terwijl de mortel zelf van de installatie naar den weg getransporteerd moet worden. De prijzen, hoeveelheden en resp. transport-afstanden van de materialen zijn te plaatsen onder het respectievelijk hoofd en in de kolom van de desbetreffende laag. Hieruit is dus de materiaal prijs per 1000 M² op het werk te bepalen.

De temperatuur van de steen in den drooger, van de bitumen in de ketels en die van den mortel op den weg is een belangrijke factor, welke alsnog in te vullen is. Onder steenmateriaal worden de percentages steen bij de maat der horren en zeven opgenomen, omdat deze samenstelling niet dezelfde is als die van het materiaal zoo van den steenbreker, maar aan een bepaalde verhouding zal moeten voldoen.

Het spreiden, sproeien en walsen van het naar den weg gebrachte materiaal vormt een volgend onderdeel. Het personeel is uitgedrukt in aantallen en guldens per 100 M², het walsen wederom in dagen en guldens, terwijl een post is opengehouden voor gereedschap, patjols, pikhouweelen, schoppen, gieters en dergelijke. Behalve de kosten per 1000 M² verkregen door de materiaalkosten met de verwerkingskosten te vermeerderen, is ook nog opgenomen het totaal der aan den geheelen weg bestede kosten.

Het **onderhoud** van de wegverharding, is genomen per 1000 M². Dus per K.M. lengte en per M¹ breedte. Ten eerste zijn eenvoudige gegevens opgenomen van

de verkeerstellingen. Daaronder de materialen, hun prijs enz. op dezelfde wijze als aan den voorkant. Het mengsel voor bitumineuse betonwegen wordt bijna zonder uitzondering aan een installatie ontnomen en derhalve naar den prijs af installatie in rekening gebracht.

Het zal niet altijd mogelijk zijn, de kosten juist te scheiden, wanneer b.v. een geheele verharding nieuw gemaakt wordt, zal het niet altijd precies uit te maken zijn, welk gedeelte van de loonen op elk der lagen valt, maar met een beetje goede wil is dit percentage wel zuiver genoeg te schatten voor het beoogde doel. Afwijkingen zullen nooit zijn te ondervangen, doch wordt verondersteld dat ze ver beneden die zullen blijven, welke het Congres Bestuur constateerde bij vergelijking van de antwoorden van de verschillende vraaglijsten.

Mocht men er toe overgaan om in de toekomst de kosten voor aanleg en verbetering van wegen te putten uit leeningen, waardoor een gedeelte van de lasten wordt afgewenteld op het nageslacht, dan zal er vooral aandacht aan zijn te schenken, dat de levensduur van de verharding niet onder den aflossingstermijn der leening blijft, daar anders de financieele gevolgen niet zijn te overzien. Wil men den levensduur van een wegverharding leeren kennen of vergrooten, dan is een zeer uitgebreid onderzoek in den trant van het hierboven genoemde dringend noodig. Slechts dan weet men wat men aan een wegverharding heeft, wanneer met volstrekte zekerheid kan gezegd worden, dat voor te de maken verharding onder de gegeven omstandigheden op een minimum levensduur, van een bepaald aantal jaren kan worden gerekend en wanneer deze minimum levensduur in den loop der tijden met zekerheid steeds dichterbij komt te liggen bij wat als uiterste maximum geldt.

BANDOENG, Mei 1924.

A 1 No.

Jaar

MATERIAAL

STEENMATERIAAL c.a.

Wegbeheerder Afd.

Geol. naam

Vindplaats Datum

Lab Proefnummer

Bergsteen, Kalisteen, niet gebroken, gebroken.

STEENSLAG, GRINDSLAG, GRIND EN ZAND.

N A A M	Vallend door ronde gaten	Gewichts pCt.	Gewichts pCt.	Lab. proef	Lab. proef.
Uitschot > 3" gaten					
Grofsteenslag (grind)	3" (7½ c.M.)				
Middel idem id.	2" (5 c.M.)				
Fijn idem id.	1" (2½ c.M.)				
Split (erwtengr.) . .	¾" (1¼ c.M.)				
Fijn split (zandgr.) .	¼" (½ c.M.)				
	mazen per inch.				
	{ 10				
Grof zand	{ 20				
	{ 30				
	{ 40				
Middel zand	{ 50				
	{ 80				
Fijn zand	{ 100				
Stof	200				
Totaal		0/0	0/0	0/0	0/0

PHYSISCHE EIGENSCHAPPEN (niet voor zand).

Soortelijk Gewicht .		Taatheid. . .	
Absorbtie.		Bindcijfer . .	
Afslijting (Fr. Coëff.)		Breukvastheid	
Gebroken door	breker	B. No.	fabrikant
Productie gemiddeld	Ton	per uur.	
Kosten per M³ Loco breker gem:	f.....		

BREEKKOSTEN per 100 M³

Mandoer	dagen = f.....	Productie per jaar	T.
Koelie	" = f.....	Voorraad geschat op	T.
Steenbreker	" = f.....		
Kracht	" = f.....		
Totaal dagen = f.....			

A 2 No.

ASPHALT c. a.

[illegible]

A 3 No.

Jaar.

MATERIAAL.

TEER c. a.

Wegbeheerder Afd.

Handelsnaam

Herkomst. Datum.

Lab. Proefnummer.

Soortelijk gewicht (25°/25°C) (77°F).

Destillaat.

tot 110°C. (water & ammoniak) (gew. pCt.) 0/0

van 110° - 170°C. (lichte olien) (id.) 0/0

170° - 270°C. (middel olien) (id.) 0/0

270° - 300°C. (zware olien) (id.) 0/0

Smeltpunt pek-residu (ring en bal) °C.

Phenolen (vol 0/0) 0/0

Naphtaline (gew. 0/0) 0/0

Vrije koolstof (gew. 0/0) 0/0

Viscositeit sec.

Drijfproef 50°C. (122°F) sec.

Grootte partij ; ton = ton bit.

Prijs loco goedang ; f = f per ton bit.

Leverancier.

Bijzonderheden :

A 3 No.

TEER c. a.

[illegible]

B 1 No.

MATERIAAL

WALSEN c. a.

Jaar.....

Wegbeheerder :

Naam :

Fabrikant :

Geleverd door :

Afdeeling

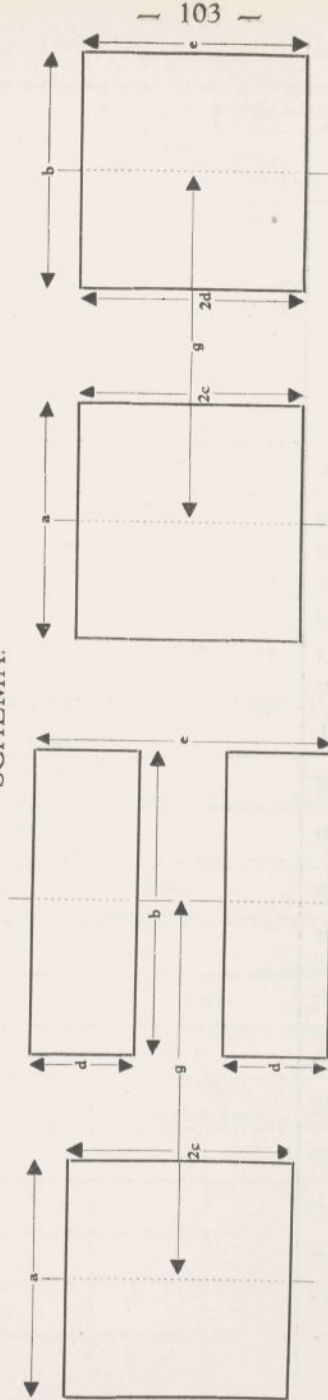
Model :

Letter

No.

ddo. à f

SCHEMA.



Vóórwalwielen : Diameter (a)

Achter idem : idem (b)

Overlap (f) : cm; Totale walsbreedte (e)

Riemschijf: diameter (i)

Rijnsnelheid : groote versnelling

Stoomdruk : atm. Aantal Cylinders

Wegopkrabber type :

Bijzonderheden :

cm; Breedte (2c)

cm; idem (2d)

cm; Asstand (g)

cm; Aantal Toeren

idem kleine versnelling

Rooster oppervlak

M².

cm; Gewicht totaal (T_v)

cm; idem (T_A)

cm.

p. min : R.P.K.

KM/U; Aant. onw. per 1000 M¹ Kl. Versnelling

M².

KG; Druk cm.¹ (T_v)

KG; idem (T_A)

KG.

KG.

B 2 No.

Jaar

MATERIEEL.
STEENBREKERS c.a.

Wegbeheerder Afdeeling

Naam: Model Letter No.

Type :	Kakenbreker	Stationair	Jacobs ladder	in comb. met
	Molenbreker	Semi Stationair	Hor, zeef	Uitschotbreker
	Walsbreker	Zelfrijdend	Hopper	No.

.....

Fabrikant

Geleverd door dd. prijs f.

Langs doorsnede.

Kleinste afmeting ontvang opening cM. Aantal R.P.K.

Productie per uur : Fabrikant Ton

..... Ervaring à Ton

Aantal Toeren per min. Diameter en breedte poelie cM.

JACOBSLADDER : fabrikaat

Geleverd door :

SCHUD-HOR lengte cm. { diameter cm. aantal toeren p.m.

DRAAI-ZEEF { breedte cm.

Gatgroote en sectie lengte

Fabrikaat : model

Geleverd door : dd. à f.

HOPPER : Hout, ijzer; grootte Ton Aantal afdeelingen

Fabrikaat :

Geleverd door : dd. à f.

Beweegkracht indien onderdeel der breker (anders kaart B 2 No.)

Bijzonderheden :

B 3. No.

Jaar

MATERIAAL.

BITUMEN KOOKKETELS, SPROEIMACHINES, MENGINSTALLATIES c. a.

Wegbeheerder Afdeeling
Naam : Model : Letter No.
Fabrikant :
Geleverd door ddo. prijs f

Type : **Sproeimachine** (Rijgend tijdens sproeien) of **Ketel** (Stationair).
Verwarming : Stoom, Residu, Hout, Inhoud L.
Pomp : lucht, vloeistof pomp ; hand, mechanisch gedreven.

Menginstallatie **Gesteente.** Elevator, Drooger, Elevator, Hor en
bestaande uit : zeef Hopper, Meetinrichting
Bitumen. Ketel, Pomp, Meetinrichting
Menger, Dooper Locomobiel.

Type : stationair, semistationair, weg, Eenheden
Capaciteit : Tons ; resp. M³ 5 cM. dik per uur. 1lt. = 100 M².

Elevator :

Drooger : capaciteit ; opgave ; ervaring T/U : Verwarming

Elevator voor warm gesteente :

Hor en zeef : openingen, diameter en lengte afd.

Hopper : aantal afd. Inh. elke afd. totaal M³.

Meetinrichting :

Bitumen, ketels : aantal Capaciteit Verwarming

Pomp :

Meetinrichting :

Menger : Open, dicht Schoepenassen Grootte M³.

Dooper : type

Locomobiel : Benodigd Ketel P.K. Machine P.K.

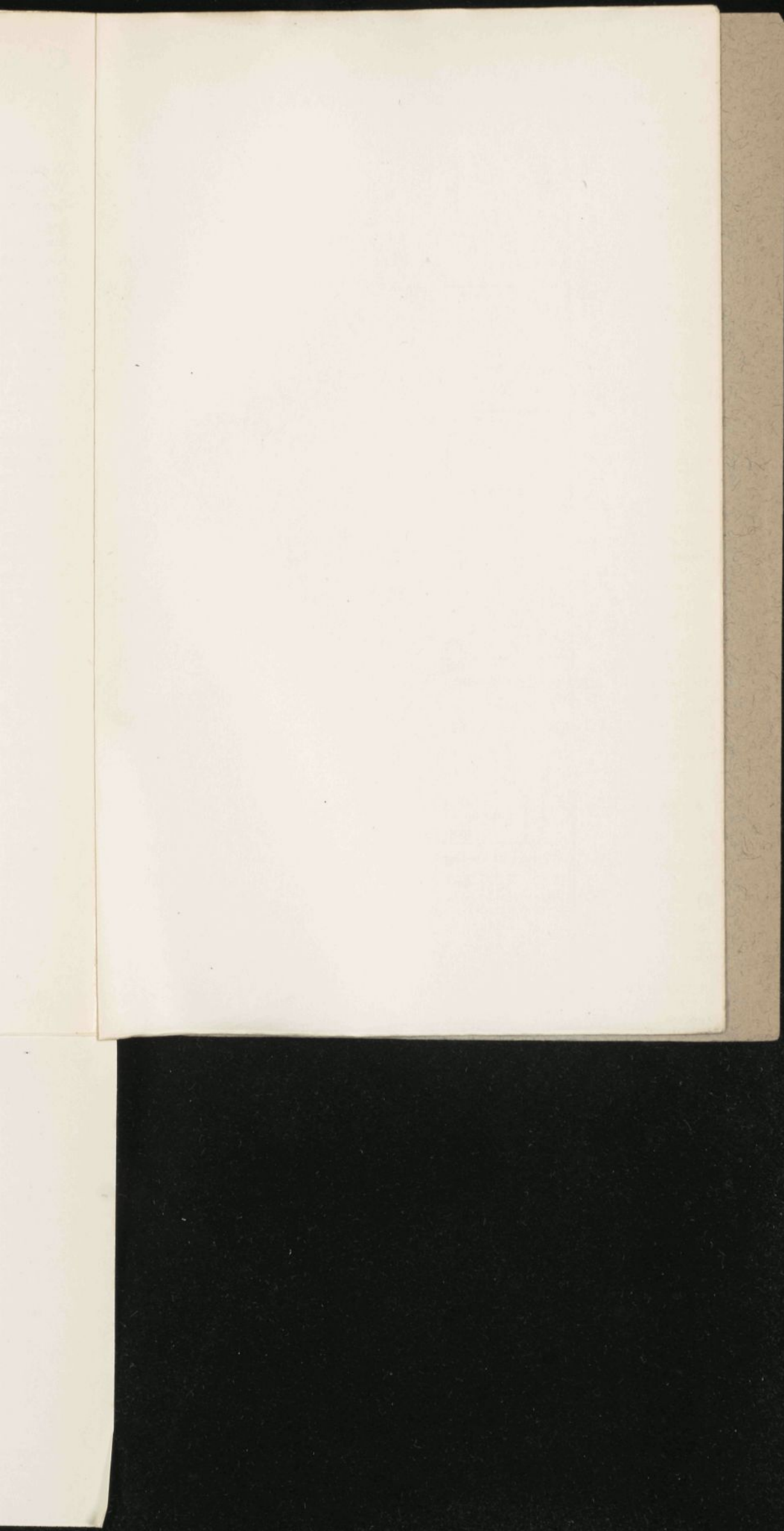
indien bijgeleverd : Ketel P.K. Machine P.K.

Bijzonderheden :

C

ONDERHOUD PER 1000 M² PER JAAR.

VERKEER;	jaar								
Pers. Autos									
Vrachtautos									
idem + aanhw.									
Sado's etc.									
Grobaks									
STEENMATERIAAL c. a.									
Steen ca. No.									
Geol. naam									
Hand.-naam									
Grof	3''								
Middel	2''								
Fijn	1''								
Split, erwtengrind	1/2''								
Fijnsplit, zandgrind	1/4''								
Grof	10 m								
	20 m								
	30 m								
Middel	40 m								
	50 m								
Fijn	80 m								
	100 m								
Stof	200 m								
Hoeveelheid per 100 M ²									
Prijs af breker T (M ³)	f								
Transport K. M.									
per M ³ (T) K. M.	f								
Prijs o/d weg 1000 M ²									
BITUMEN									
Handels-naam									
Kaart A No.									
Hoeveelheid per 1000 M ²									
Prijs af goedang p.t.	f								
Transport K. M.									
Prijs a/d weg per 1000 M ²									
Kookketeldagen									
Sproeimachine									
a f per dag =									
MENGSEL Kaart No.									
Ton Mengsel									
a f per ton									
Transport id. K.M.									
WALSEN Kaart No.									
Dagen									
a f per dag									
totaal									
OPZICHTER DAGEN									
Mandoer									
Vaste koelie									
Losse koelie									
Opzichter	f								
Mandoer	f								
Vaste koelie	f								
Losse koelie	f								
GEREEDSCH. EN DIVERS.	f								
TOESTAND:									



L
K
P

