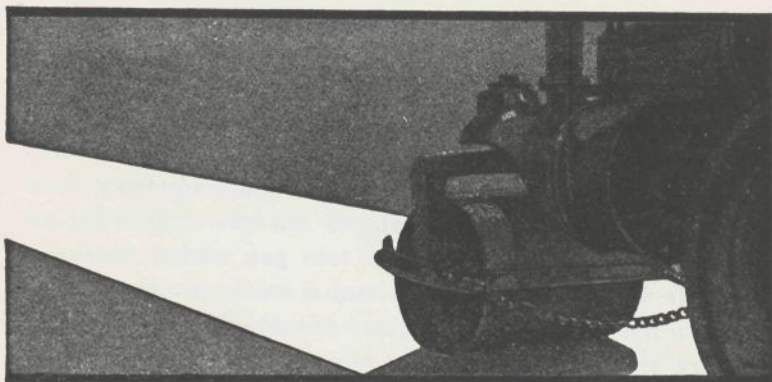


PUBLICATIE
VAN DE
NEDERLANDSCH - INDISCHE
WEGENVEREENIGING
CENTRAAL PROEFSTATION EN STUDIE-
BUREAU OP WEGENGEBIED.



8^{ste} INTERNATIONALE WEGENCONGRES
No. 3

I^e en II^e Secties gecombineerd

Prae-advies over Vraag 5:

Onderzoek naar en meting van wegooppervlakken, inzake:

- a de glad- of stroefheid (slipweerstand) en**
- b de helderheid of licht-absorptie (bij kunstlicht)**

uitgebracht door

Ir. J. J. Jonker

en

Jhr. Ir. C. Ortt

Hoofd v/d Prov. Waterstaat
van West-Java te Batavia

Hoofdingenieur der Ned.-Ind.
Wegenvereniging te Bandoeng.

L.G. NIX & CO. BANDOENG

1934
1935
1936

PUBLICATIONS

1934

WEGENVEREENIGING NEDERLANDSCH-INDISCHE

BUREAU OF WEENEN
CENTRAAL PROPERTIEN EN STAD



8-INTERNATIONALE WEGENCONGRES No. 3

Princípios over Vraag 5
En de 2e Serie congres

Onderzoek naar en omvang van wegevervalsing in
de stad- of streefheid (bijwonderstand) en
de helderheid of licht-absorptie (bij kunstlicht)

in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934
in de E. O. 1934

1934

1934

8^{ste} INTERNATIONALE WEGENCONGRES

No. 3

Onderzoek naar de stroefheid van wegoppervlakken.

1. De voor dit prae-advies opgegeven vraag verlangt een onderzoek naar en meting van wegoppervlakken, inzake:
 - a. de gladheid of stroefheid (slipweerstand); en
 - b. de helderheid of het licht-absorbeerend vermogen (bij kunstlicht).

Met deze punten zijn een tweetal belangrijke eigenschappen voor wegoppervlakken aangeduid. Voor de beoordeeling van de rijkwaliteit van het wegdek zijn de daarmede te verkrijgen gegevens echter nog niet volledig.

In de eerste plaats is met het onder *b* gestelde slechts één zijde ter sprake gebracht van de kwestie, hoe een wegoppervlak zich, voor het oog der weggebruikers, onder kunstlicht gedraagt. Naast de helderheid of lichtabsorptie is eveneens van groot belang het lichtverstrooiend vermogen van het wegoppervlak. Deze eigenschap bepaalt mede de mate, waarin de wegverharding en haar omgeving voor den automobilist zichtbaar is en voorts hangt hiervan mede af de mate van hinder, welke wordt ondervonden van de lampen der tegenliggende voertuigen.

In de tweede plaats zou aan de hierboven aangestipte punten (na de voren gegeven aanvulling) nog een derde beoordeelingscriterium kunnen worden toegevoegd, n.l. dat betreffende de effenheid van het wegoppervlak, waarvan onderzoek en objectieve meting eveneens de aandacht verdienen.

Het moet van belang geacht worden in een volgend congres de hier bedoelde aanvullende punten in studie te nemen ten einde het verkrijgen van een meer volledig beeld der rijkwaliteiten van een weg, naar objectieven maatstaf, te vergemakkelijken.

Ondervolgend moge thans worden medegedeeld, hetgeen inzake één der aangegeven vraagpunten — onderzoek naar en meting van de gladheid of stroefheid — in Ned.-Indië is verricht

Het meten der stroefheid.

2. In prae-advies no. 27 van het VIIde Internationale Wegencongres (München — 1934) zijn door ons (op blz. 7 en 8) reeds enkele korte mededeelingen gedaan over een eenvoudige, praktische wijze om den wrijvingscoëfficiënt van wegdekken te meten. Deze meetmethode is in de laatste jaren verbeterd door het t.b. daarvan vervaardigen van een zelf-registreerend apparaat, dat in de praktijk goed bruikbaar en bedrijfszeker is gebleken.

Voorafgaand aan een beschrijving hiervan dient echter te worden uiteengezet de bedoeling, welke bij de constructie van dit apparaat heeft voorgezeten en de eischen, die naar aanleiding daarvan aan het toestel werden gesteld.

Op deze eischen zijn twee omstandigheden, veroorzaakt door de gesteldheid van Ned.-Indië, primair van invloed.

Ten eerste geschiedt de aanleg en het asphalteeren van wegverhardingen in Ned.-Indië bijna uitsluitend in handenarbeid (dus zonder machinale menginstallaties, e.d.). En ten tweede zijn als minerale stoffen door de groote afstanden praktisch alleen plaatselijke materialen te bezigen. Deze materialen zijn, mede door den jong vulkanischen aard van den bodem, zeer verschillend van eigenschappen en niet al te best van kwaliteit. Beide omstandigheden veroorzaken, dat de aard en de afwerking van het wegoppervlak weinig uniform zijn

en verschil daarin — dus ook uit stroefheidsoogpunt — moeilijk te voorkomen is. Het gevolg hiervan is, dat het weinig nut heeft de stroefheid van een bepaald type wegdek zeer nauwkeurig te bepalen, daar men in de praktijk toch niet verzekerd is, dat ditzelfde type wegoppervlak ook werkelijk nauwkeurig gereproduceerd zal worden.

Indien dus omtrent de stroefheid, en omtrent de te dien aanzien te bereiken verbeteringen, betrouwbare gegevens verkregen willen worden, zullen deze verzameld moeten worden door meting daarvan langs de werkelijke wegen, om zoo een inventaris-opgave te verkrijgen, hoe de toestand op het gebied der stroefheid is en hoe deze eventueel is te verbeteren.

Bij het uitgestrekte wegnnet van Ned.-Indië kan voor een dergelijk werk geen hoog ontwikkeld (en dus hoog gesalarieerd!) personeel worden gebezigd. Het toestel diende dus eenvoudig in de behandeling te zijn, daar het door middelbaar technisch personeel gehanteerd zou moeten worden. Deze eisch was primair en die van zoo groot mogelijke nauwkeurigheid mocht slechts gesteld worden voor zoover aan de gemakkelijke behandeling niet werd te kort gedaan.

Resumeerend kan dus gezegd worden, dat niet werd nagestreefd een apparaat voor research-werk op stroefheidsgebied, maar een contrôle-apparaat voor veelvuldig gebruik in de praktijk.

3. Het beginsel, waarop de meting van den wrijvingscoëfficiënt berust, is het volgende.

Van een auto, die met een zekere snelheid over het te onderzoeken wegoppervlak rijdt, worden de achterwielen plotseling geblokkeerd. De auto glijdt dan met de stilstaande achterwielen nog enkele oogenblikken over het wegoppervlak voort, om daarna door de remmende werking der over het wegdek glijdende achterbanden tot stilstand te komen.

Gedurende deze vertraagde beweging wordt de vertraging in de voortbeweging (in m/sec^2) gemeten door een in den auto geplaatsten zelfregistreerenden vertragingmeter en hieruit is de wrijvingscoëfficiënt af te leiden. Als n.l.

G = het gewicht van den auto;

L = de asafstand;

H = de hoogte van het zwaartepunt;

X = de afstand van het zwaartepunt tot de vooras;

g = de versnelling van de zwaartekracht;

f = de wrijvingscoëfficiënt tusschen banden en wegooppervlak;

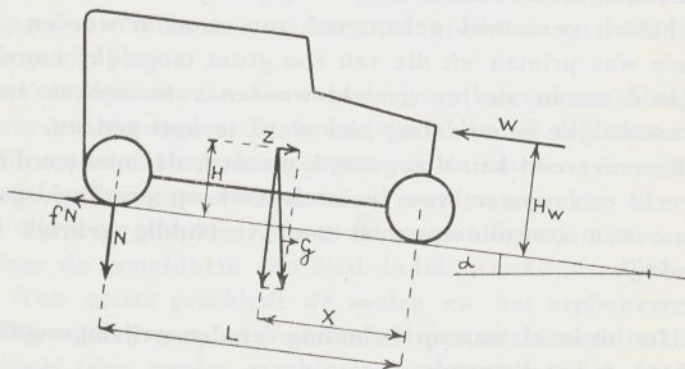
α = de langshelling van den weg;

a = de bij het remmen ondervonden vertraging;

W = de luchtweerstand; en

H_w = de hoogte van het aangrijpingspunt van den luchtweerstand.

fig. 1



dan is:

$$f = \frac{L \left(\sin \alpha \frac{g}{G} + \frac{W}{G} \right)}{X \cos \alpha - H \left(\sin \alpha + \frac{a}{g} \right) + \frac{W}{G} H_w}$$

of bij verwaarloozing van den luchtweerstand:

$$f = \frac{L \left(\sin a + \frac{a}{g} \right)}{X \cos a - H \left(\sin a + \frac{a}{g} \right)}$$

Indien dus door opmeting van het voertuig L, X en H (resp. H_w en G) bekend zijn, dan kan uit de waarneming van de vertraging a en den hellingshoek a (resp. mede in rekeningbrenging van W) de wrijvingscoëfficiënt f becijferd worden.

Bij deze becijfering dient de volgende correctie te worden aangebracht. Door het remmen kipt de auto voorover, waardoor ook de vertragsmeter in hellenden stand komt te staan. De grootte van dezen hellingshoek (die afhangt van de waarden voor: a, L en H en van de indrukbaarheid van veeren en banden) dient voor den betrokken meet-auto voor verschillende waarden van het kipmoment te worden onderzocht om met den invloed van deze helling op de vertragsmeting, bij de becijfering rekening te kunnen houden.

4. De op deze wijze berekende wrijvingscoëfficiënt f worde genoemd de „schijnbare coëfficiënt van glijdende wrijving bij onderlinge beweging” tusschen wielband en wegdek. Wij bezigen hiervoor de uitdrukking „schijnbaar”, omdat dit niet de werkelijke wrijvingscoëfficiënt aangeeft tusschen het materiaal, waaruit het wegdek bestaat en het bandrubber, maar de wrijving, zooals deze in de praktijk tusschen normaal vuile wegoppervlakken en den band van een bewegenden auto zich voordoet. Deze beide omstandigheden — het ongereinigde wegoppervlak en de gecompliceerde beweging van het autowiel — zijn de oorzaak, dat aan een onder praktische omstandigheden gemeten „schijnbare” wrijvingscoëfficiënt de voorkeur moet worden gegeven boven een bepaling van den werkelijken wrijvingscoëfficiënt in het laboratorium, daar al-

leen op eerstgenoemde wijze de wrijving bepaald wordt, die in de praktijk aan autobestuurders ten dienste staat bij het beheerschen van hun voertuig.

Ten tweede dient bedacht te worden, dat er verschil is in de wrijving tusschen twee oppervlakken die t.o.v. elkaar in rust zijn, vergeleken bij die tusschen dezelfde oppervlakken, indien ze t.o.v. elkaar bewegen. De eerstgenoemde wrijving in rust is grooter dan de laatstbedoelde wrijving bij beweging. Indien men nu slechts steeds verzekerd was, dat bij het remmen van auto's de wielen zouden blijven rollen, dan zou men de wrijving in rust als maatgevend kunnen aannemen. Dit is echter niet het geval. Bij krachtig remmen (in noodgevallen) worden veelal een of meer der wielen geblokkeerd. Voorts is uit de verschillende vak-publicaties over dit onderwerp in de laatste jaren *) wel gebleken, dat over de relatieve beweging van wielband t.o.v. wegoppervlak het laatste woord nog lang niet gezegd is. Waar dit zoo is, verdient het zoowel uit een oogpunt van veiligheid als om vergelijkbare cijfers te hebben, de voorkeur te werken met de wrijving, die een wiel ondervindt als het over het wegoppervlak glijdt. Men meet dan de laagste waarde van de wrijving, die steeds ter beschikking van autobestuurders blijft en men meet steeds dezelfde grootte.

Ten derde hangt de grootte van de wrijving vanzelfsprekend niet alleen af van het wegoppervlak, maar ook van het loopvlak der banden.

Ten einde ook hier weer en uit veiligheidsoogpunt te rekenen met de minimum wrijving en steeds vergelijkbare cijfers te hebben, is aan te bevelen voor de wrijvingsmetingen steeds gladde (afgesleten) banden te bezigen.

Ten slotte mag nog een woord gezegd worden over de rijsnelheid, waarbij de metingen worden verricht. Uit ver-

*) b.v. „Mitteilungen der Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen" No. 3, van 8-3-'37.

schillende publicaties is wel gebleken, dat deze rijsnelheid van invloed is op de grootte van den wrijvingscoëfficiënt. In de meeste gevallen daalt bij grootere rijsnelheid de wrijvingscoëfficiënt niet onaanzienlijk. Daarom is het van belang de wrijvingsmetingen te doen bij een niet te lage rijsnelheid. Bij de hier beschreven metingen is daarvoor aangehouden de hoogste rijsnelheid, waarbij de meting steeds veilig kan worden verricht, in casu 40 km/h.

5. Als vertragsmeter is gebezigd een U-vormig gebogen buis, met de U-beenen in verticale richting en het vlak van de buis evenwijdig aan de lengte-as van den auto. Deze U-buis is halverhoogte gevuld met een gekleurde aanwijsvloeistof. Als de voorwaartsche beweging van den auto vertraagd wordt, stijgt de vloeistof in het voorste U-been omhoog. Ten einde bij een kleinen afstand der U-beenen een zoo groot mogelijke stijghoogte te verkrijgen, is aan het U-been, waarin de vloeistof daalt, een belangrijk grootere doorsnede gegeven (30 mm) dan aan het U-been, waarin de vloeistof rijst (6 mm). De hoogte van dezen laatsten vloeistofspiegel wordt in het apparaat continu aangegeven op een zich geregeld afrollende fotografische film. Uit deze hoogte is dan de grootte van de ondervonden vertraging direct af te lezen.

Het geheele instrument is ondergebracht in een kastje van $17,5 \times 25,0 \times 46,5$ cm (fig. 2 en 3). Een beeld van het glazen been der U-buis, waarin de vloeistof stijgt (2) wordt door een objectiet (3) geworpen op een eveneens verticaal loopende spleet van $1/3$ mm breedte (4). Hiertoe wordt dit been van de U-buis constant verlicht door een electriche gloeilamp (1), die van uit het brandpunt van een eenzijdig gewelfden parabolischen spiegel (14) dit U-been bestraalt. Vlak achter de spleet beweegt zich de fotografische film (5) langzaam voorbij, voorbewogen door middel van een electromotor (8). In dit „fotografie-toestel” is geen sluiters noodig. De spleet staat

voortdurend open en de belichtingstijd van de film wordt (bij constante licht-intensiteit van het beeld) bepaald door de breedte van de spleet in verband met de voortbewegings-snelheid van de film.

Aan de buitenzijde van het toestel zijn een tweetal schakelaars aangebracht, waarmee respectievelijk de lamp en de motor kunnen worden in- en uitgeschakeld. Tevens is aanwezig een wijzer, die aangeeft voor hoever de gebezigde film reeds verbruikt is en hoeveel lengte daarvan nog over is voor verdere metingen.

Als fotografische film worden gebruikt gewone 6×9 standaard films uit den fotohandel.

Als aanwijsvloeistof wordt gebezigd een mengsel van glycerine en water met een kleurstof. Door keuze van de verhouding glycerine-water kan men de reactie-snelheid en de demping van den meter brengen op den voor het gebruik meest wenschelijken graad.

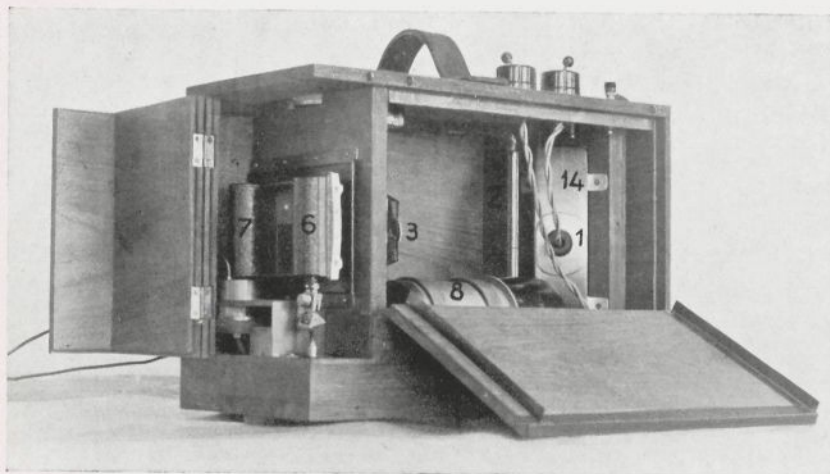
6. De gang van de meting is als volgt.

's Morgens, vóórdát de meting begint, wordt op een effen vloer (b. v. in de garage) de meter even in werking gezet door lamp en motor in te schakelen en na enkele seconden weer uit te schakelen. Daarna wordt de auto over 180° gedraaid en weer op dezelfde plaats gezet, waarna nogmaals het toestel even in werking wordt gesteld. Dit dient om de plaats van de nullijn op de film goed vast te leggen.

Op den te onderzoeken weg gekomen, wordt deze over een lengte van ca. 25 m nat gemaakt, indien de meting althans niet bij regenweer geschiedt.

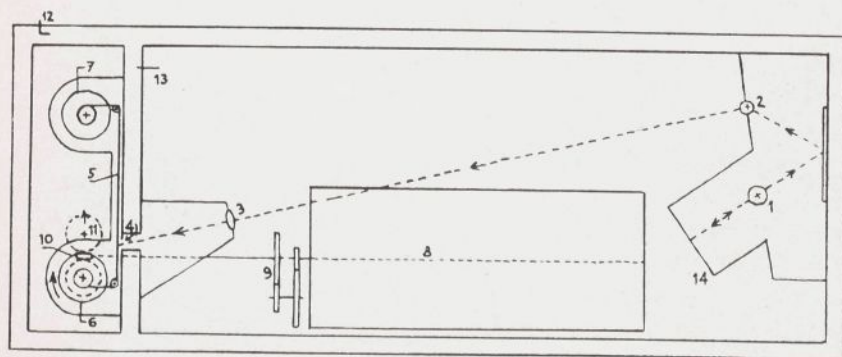
Dan wordt de auto midden op dit natte weggedeelte in de wegas opgesteld, het instrument ingeschakeld en na één of enkele seconden weer uitgeschakeld. Op deze wijze gebruikt, werkt de U-buis als waterpas-instrument en wordt door de

fig. 2

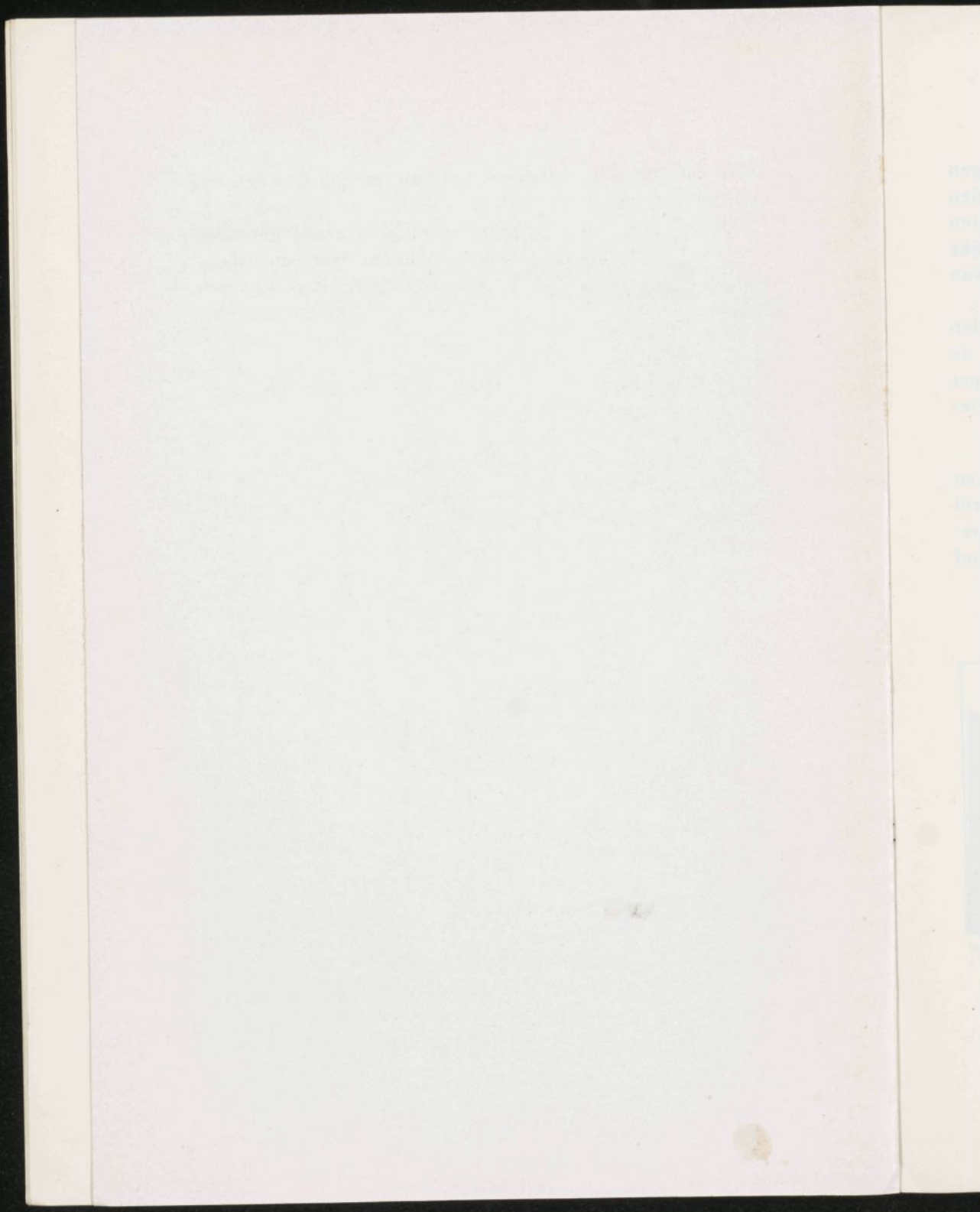


Verdragingsmeter (geopend).

fig. 3.



Verdragingsmeter (schematische hor. doorsnede).



hoogte van den vloeistofspiegel de langshelling van den weg aangegeven.

Nadat op deze wijze bij stilstaanden auto een oogenblik is gemeten, wordt de auto achteruit gebracht over een afstand, die voldoende is om een passenden aanloop te kunnen nemen. Vervolgens wordt naar het proefvak toe gereden en zorg gedragen, dat vóórdat het proefvak bereikt is, het voertuig een vrijwel eenparige snelheid heeft. Hiervoor is 40 km/h aangenomen.

Enkele seconden vóór het bereiken van het (natte) proefvak wordt de vertragsmeter in werking gesteld. Is de auto geheel d.w.z. ook met de achterwielen, op het proefvak gekomen, dan worden met de (voet)rem de achterwielen geblokkeerd (de rem op de voorwielen wordt tijdens de proef geheel uitgeschakeld). De auto glijdt dan met de vastgezette achterwielen over het proefvak.

Is de auto zoo het natte proefvak gepasseerd, dan wordt de vertragsmeter uitgeschakeld. Naar verkiezing kan dan ook de remwerking op de achterwielen wat verminderd worden en zachtjes verder worden geremd, of de wielen kunnen geblokkeerd worden gehouden tot het voertuig stil staat. In de praktijk bleek het laatste het gemakkelijkst.

Met deze manoeuvre is de enkele meting verricht. Zekerheidshalve wordt gewoonlijk dezelfde rit nog eens herhaald en daarna de auto op den weg omgedraaid om van den anderen kant de meting in precies dezelfde volgorde ook nog te verrichten, dus eerst éénmaal bij stilstand en daarna tweemaal bij het remmen.

De praktijk van deze metingen, die verscheidene duizende malen hebben plaats gehad, heeft uitgewezen, dat bij normale omstandigheden deze gang van zaken goed te volgen is. Wel gebeurt het, dat gedurende de enkele seconden, waarin de auto met geblokkeerde wielen op het natte proefvak voortglijdt, het voertuig wat naar den kant van den weg afzakt, natuurlijk vooral bij sterke tonrondte. Dit is door bij-

De eerste twee horizontale gedeelten van de grafiek (a en b) geven aan de contrôle-meting voor het uitrijden van den meet-auto. Het gemiddelde hiertusschen is de nullijn, waarvan men bij opmeting van de later te vinden afleeshoogten dient uit te gaan.

De horizontale gedeelten c en d geven aan de aflezing bij stilstand op den weg (in heen en teruggaande richting). Hieruit kan de langshelling van den weg worden afgeleid, doch de kennis hiervan is slechts voor bijzondere doeleinden noodig, daar bij hellingen van minder dan 10 % de waarde van f uit de meteraanwijzing kan worden afgeleid zonder de langshelling van den weg afzonderlijk in rekening te brengen (hierop wordt nader teruggekomen). Nog kan worden opgemerkt, dat, indien de auto op den weg na het omkeeren zuiver op dezelfde plaats wordt neergezet, het gemiddelde tusschen de aflezingen c en d of dezelfde hoogte moeten liggen als het gemiddelde tusschen a en b. De gebogen grafieklijnen e geven aan de meteraflezingen bij remmen in de eene richting, de krommen f die in de richting terug. De horizontale meetlijn midden op de grafiek geeft weer een op de vloeistofstijgbuis aangebrachte ring, die op vaste hoogte geplaatst is.

Op een normale 6×9 film kunnen 12 proefplaatsen worden opgenomen.

Uit deze grafieken moet thans de vertraging en daaruit de wrijvingscoëfficiënt berekend worden. Daartoe moet eerst worden aangenomen, wat geldt als maatgevenden uitslag van den meter, want zooals men ziet, is deze uitslag niet over het geheele verloop van het remmen gelijk. De kleine variaties in hoogte kunnen beschouwd worden als te zijn veroorzaakt door kleine oneffenheden in het wegdek. Behalve deze kleine variaties, waarvoor gemakkelijk een gemiddelde waarde getroffen kan worden, is echter in de meeste metingen duidelijk een oplopende tendenz waar te nemen, d.w.z. nadat de vertragingsmeter bij het begin van het remmen zijn uitslag heeft verkregen,

loopt de aanwijzing onder het voortglijden van den auto (met geblokkeerde achterwielen) nog iets hooger op. In de gereproduceerde grafiek komt dit vooral in de aanwijzingen betreffende het stroeve wegdek (afd. III) duidelijk tot uiting, daar de grafiek na het punt van eersten uitslag (aangegeven door een stippellijn) verder stijgt. De wrijvingscoëfficiënt wordt dus onder het remmen groter. Dit is ook zeker het geval en twee oorzaken zijn daarvoor aanstonds te noemen.

Ten eerste is bij glijdende wrijving de wrijvingscoëfficiënt gewoonlijk kleiner bij snelle beweging en groter bij langzame beweging. Met het afnemen van de rijsnelheid van den auto groeit dus de wrijvingscoëfficiënt aan. Ten tweede wordt door de wrijving de autoband warm en wordt daardoor de wrijving beïnvloed.

Nu is het de bedoeling te leeren kennen den wrijvingscoëfficiënt, dien men mag verwachten, dat zal heerschen als een normaal rijdende autobestuurder de adhesie tusschen band en wegdek noodig heeft. Daaruit volgt, dat het begin der vertragskromme (behoorende bij een rijsnelheid van ca. 40 km/h) maatgevend is en niet de latere gedeelten, die bij veel kleinere rijsnelheden behooren. Ook t.a.v. de kwestie der bandverwarming is het logisch de aanvankelijke uitwijking van den meter als maatgevend te beschouwen, daar hierbij bedoelde verwarming nog geen noemenswaardige rol kan spelen. Beide overwegingen leiden er dus toe het begin van het meer horizontale deel der kromme als aflezing te beschouwen. In de grafieken van fig. 5 zijn deze hoogten door een (later op de grafiek aangebrachte) stippellijn aangegeven.

Het vorenstaande maakt nu ook duidelijk, waarom voor de geregelde stroefheidsmeting op de wegen met een nat gemaakte weglengte van 25 m kan worden volstaan. Voor het hierbij beoogde doel, het eenvoudig bepalen der maatgevende f , is het verdere verloop van de vertragskromme onbelangrijk en door het nat gemaakte wegdeel kort te houden, vermijdt

men, dat een ver doorgevoerde slip van den auto dezen van den weg af zou doen geraken. Voor verder laboratoriumonderzoek naar de factoren, welke de variatie van f beheerschen kan het natuurlijk wel van belang zijn het verloop van de geheele vertragsingskromme te kunnen bestudeeren. Voor dergelijk research-werk dient dan een grooter weglengte nat gemaakt te worden, zoodat de auto nog op het natte weggedeelte volledig tot stilstand kan worden gebracht.

Maatgevend is dus de afstand op de film tusschen de horizontale lijnen c resp. d en de hoogten der stippellijnen e resp. f , waarbij in acht genomen moet worden, dat deze vertraging is verkregen op een weg met een langshelling, die uitgedrukt is door het verschil in hoogte tusschen c en d .

Praktisch elimineert deze invloed van de langshelling echter zichzelf. Helling-af is de vloeistofspiegel in de meetbuis n.l. bij stilstand van den auto reeds hooger, maar loopt bij het remmen dienovereenkomstig minder op, omdat helling-af de bij eenzelfde wrijving verkregen vertraging natuurlijk geringer is. Helling-op is aanvankelijk de vloeistofspiegel laag, doch loopt door de ondervonden groote vertraging veel op. E.e.a. heeft tot gevolg, dat men in de praktijk er genoeg mede kan nemen eenvoudig de hoogte der stippellijnen e en f te vergelijken met de vastgestelde nullijn, hetgeen met behulp van de over de geheele lengte der grafiek loopende meetlijn zeer gemakkelijk is. Het gemiddelde dezer hoogteverschillen is dan een maatstaf voor de grootte van f . Contrôleberekeningen wezen uit, dat de door deze vereenvoudiging begane fout voor langshellingen van den weg, beneden 10 % blijven, de grootte van f op zijn hoogst met 0,01 beïnvloedt en dus verwaarloosd kan blijven.

Volledigheidshalve zij er nog de aandacht op gevestigd, dat alleen verticale maten — of juister gezegd dwars-afmetingen — op den filmband gemeten mogen worden. De horizontale of langsmaten kunnen eenige inlichtingen geven, doch mogen

niet anders dan als approximatief beschouwd worden. Hier-
voor zijn twee redenen.

Ten eerste is een absoluut gelijkmatige loop van den elec-
tromotor niet verzekerd en zou dus, als de filmspoel op een
oogenblik eens wat extra moeilijk draait, het toerental van
den motor daardoor beïnvloed kunnen worden. Maar zelfs
al was in dit bezwaar voorzien, dan zou door het opkloenen
van den filmband op de aanvankelijk leege filmspoel de
loopsnelheid van de film toch niet constant zijn. Dit bezwaar
zou alleen op te heffen zijn door de voortbeweging van de
film te commandeeren door leidrollen, waarop de film niet
wordt opgewonden (als bij een cinema). Zulks zou echter
naast meerdere complicatie van het mechanisme het nadeel
medebrengen, dat het inzetten van een film tot een delicaat
werk zou worden, terwijl men thans juist het voordeel heeft,
dat dit even gemakkelijk gaat, ja geheel eender geschiedt, als
op elk rolfilm-fototoestel.

8. Thans moge nog enkele korte woorden gewijd worden aan
ijking en nauwkeurigheid van een dergelijk meettoestel.

De beschreven vertragsmeter is principieel niets anders
dan een niveau-instrument, waarmede gemeten wordt de
hoek waarover het normale versnellingspotionaalvlak (water-
pas-vlak) gedraaid wordt door de behalve de zwaartekrachts-
versnelling, optredende remvertraging.

Voor het bepalen van dezen hoek moeten bekend zijn de
stijghoogte van de aanwijnsvloeistof (die met bekende verklei-
ning op den film wordt aangegeven) en de afstand tusschen
de beide beenen van de U-buis. Daar, zooals in per. 5
vermeld, de doorsnede der beide U-beenen belangrijk ver-
schilt, is het eenvoudiger den effectieven U-been-afstand door
ijking te bepalen dan door directe opmeting aan het toestel,
hetgeen de invoering van een nieuwe correctie — voor het ver-
schil in buisdiameter — zou vorderen.

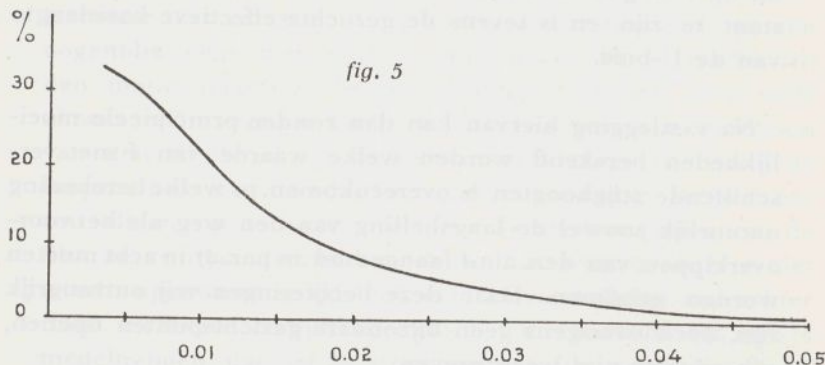
Voor dit doel wordt het toestel onder verschillende hoeken β_1, β_2 , enz. gesteld en de daarbij behorende afleeshoogten h_1, h_2 , enz. genoteerd. De waarde $h \times \cot. \beta$ behoort dan constant te zijn en is tevens de gezochte effectieve basislengte van de U-buis.

Na vastlegging hiervan kan dan zonder principieele moeilijkheden berekend worden welke waarde van f met verschillende stijghoogten h overeenkomen, in welke berekening natuurlijk zoowel de langshelling van den weg als het vooroverkippen van den auto (aangeduid in par. 3) in acht moeten worden genomen. Daar deze becijferingen vrij omvangrijk zijn, doch overigens geen bijzondere gezichtspunten openen, zijn zij hier niet weergegeven.

Wat betreft de nauwkeurigheid der metingen het volgende. De aflezingen op den filmband zijn mogelijk tot op 0,5 mm, wat in het gebezigde toestel ongeveer overeenkomt met verschillen in f -waarde van 0,01. Door de te voren in paragraaf 7 reeds aangeduide vereenvoudigde aflezing kan een fout in f verkregen worden van max. ca. 0,01, zoodat het toestel zelf tot op een f -waarde van 0,02 nauwkeurig kan werken.

Veel grootere verschillen worden echter daardoor veroorzaakt, dat bij twee opeenvolgende ritten over hetzelfde wegproefvak de wielen niet precies in hetzelfde spoor rijden, de vochtigheids of vuilheidstoestand bij de opvolgende ritten iets kunnen verschillen, e.d. Ten einde een denkbeeld te geven omtrent verschillen, die zich in de praktijk voordoen, zijn in bijgaande grafiek aangegeven de bij het praktisch gebruik van het toestel gebleken verschillen tusschen den als gemiddelde der metingen vastgestelden wrijvingscoëfficiënt en den wrijvingscoëfficiënt, zooals deze uit de metingen in één richting zou volgen.

Aantal malen dat
een verschil op-
treedt in % van
het totaal aantal
metingen.



Verschil in f tusschen enkele meting en gemiddelde.

Resultaten der stroefheidsmetingen in de praktijk.

9. Met het boven beschreven, door de Nederlandsch Indische Wegenvereniging ontworpen instrument, werd voor de eerste maal door den Provincialen Waterstaat van West-Java in het begin van het jaar 1937 een volledige meting ondernomen over het geheele net van hoofdwegen voor het bepalen van den wrijvingscoëfficiënt. De meting beperkte zich tot de door den Directeur van Verkeer en Waterstaat aangewezen hoofdwegen in deze provincie (zie de kaart dezer hoofdwegen, op de bijlage — fig. 6). Zij hebben een gezamenlijke lengte van 1300 km. Volgens de bestaande wegverkeerswetgeving heeft het verkeer op deze wegen voorrang boven het verkeer, komende van de daarop uitkomende zijwegen. Het zijn de hoofdverbindingen tusschen de belangrijkste plaatsen en zijlaten, wat alignement en kwaliteit van het wegdek betreft, verkeer met hooger snelheid toe dan de overige wegen. Het is dus van belang voor deze wegen in de eerste plaats een stroefheidsbewaking in te voeren.

De metingen zullen minstens éénmaal per jaar herhaald moeten worden om te kunnen nagaan, in hoever de stroefheidseigenschappen dezer wegen wijziging in goeden of slechten zin hebben ondergaan.

De uitkomsten van de metingen zijn in beeld gebracht op de wijze als hierachter voor hoofdweg No. 8 is aangegeven (fig. 7 op de bijlage). In het algemeen zijn de punten, waar de wrijvingscoëfficiënt zou worden gemeten, gekozen op onderlinge afstanden van ± 5 km. Uiteraard werden rechte en zooveel mogelijk vlakke weggedeelten uitgezocht, want, al maakt de gebruikte meetmethode het ook mogelijk de helling van den weg gemakkelijk uit het resultaat te elimineeren, zoo is het toch duidelijk, dat de proeven bij voorkeur niet op hellende weggedeelten werden ondernomen. Op verschillende bergtrajecten was zulks echter niet te ontgaan en de betrouwbaarheid van de resultaten bleek daardoor niet te zijn verminderd.

Op weggedeelten, waar de uitkomsten van de metingen gevaarlijk lage stroefheidscijfers vertoonden, zooals tusschen Koningan en Cheribon (fig. 7), werd het aantal proefpunten vermeerderd, waardoor een nauwkeuriger beeld van den toestand van den weg verkregen werd.

Wat bij beschouwing van de uitkomsten het meest opvalt, is het groote verschil in wrijvingscoëfficiënt, dat bestaat tusschen de verschillende deelen van den weg. Van km 122 tot km 165, waar de asphalthuid is aangebracht volgens de in het prae-advies No. 27 voor het VIIde congres te München beschreven methode, ligt die coëfficiënt grootendeels boven 0,40; tusschen km 32 en km 5 echter, waar nog een oude oppervlakte-asphalteering bestaat, blijft hij bijna geheel onder 0,25 met een minimum van 0,14.

Voor het geheele net van provinciale hoofdwegen zijn de uitkomsten verzameld in den volgenden staat, waarin naast, het nummer van elken weg de lengte daarvan is vermeld in km, de kleinste en de grootste gemeten waarden van f en het

percentage van de geheele lengte, waar wrijvingscoëfficiënten zijn waargenomen, overeenkomstig de aangegeven onderscheiding.

Hoofdweg No.	Lengte (km)	Gemeten waarde van f		Percentage van de weglengte, waarvan de wrijvingscoëfficiënt f bedraagt:				
		min.	max.	< 0,20	0,20 - 0,30	0,30 - 0,40	0,40-0,50	> 0,50
1	379.1	0,14	0,66	5	39	44	9	3
1a	33.0	0,29	0,56	—	14	65	7	14
2	307.2	0,16	0,60	10	32	30	21	7
3	140.0	0,24	0,72	—	5	30	53	12
4	77.9	0,19	0,80	4	50	35	7	4
5	63.8	0,22	0,36	—	78	22	—	—
6	108.1	0,18	0,40	9	65	26	—	—
7	93.2	0,24	0,56	—	9	57	22	12
8	98.6	0,14	0,64	12	17	34	10	27
Totaal	1300.9	0,14	0,80	6	34	37	16	7

10. De vraag doet zich nu voor, in hoever deze wegdekken bevredigend stroef zijn en voldoende waarborg bieden tegen slippen van motorvoertuigen op rubberbanden en welke stroefheidscijfers zoo laag zijn, dat zij als gevaarlijk glad moeten worden beschouwd en dus dringend verbetering behoeven. Bij de beantwoording van die vraag moet bedacht worden, dat de metingen zijn verricht met volkomen glad afgesleten banden op nat gesproeide wegen, dus onder de meest ongunstige omstandigheden. Bij het aanleggen van nieuwe wegen en het vernieuwen van oude slijtlagen zal er uiteraard naar gestreefd worden aan het nieuwe wegdek een zoo stroef mogelijk oppervlak te geven, dat onder alle omstandigheden voldoende waarborgen oplevert voor de veiligheid van het verkeer. Gaat het echter om de beoordeeling van de noodzakelijkheid van de verbetering van een wegdek uit een oogpunt van stroefheid, dan mogen de eischen ongetwijfeld iets lager gesteld

worden, daar ook de weggebruiker zelf aan zijn veiligheid kan medewerken door steeds zorg te dragen voor goed geprofileerde banden, waardoor zooals bekend is, het gevaar voor slippen beduidend wordt verminderd. Uit de door de Ned. Ind. Wegenvereeniging genomen proeven met verschillende bandprofielen is gebleken, dat op een nat gesproeiden gladden asphaltweg de wrijvingscoëfficiënt zelden onder 0,30 daalt als goedgeprofileerde banden (bij voorkeur banden met dwarsgroeven) worden gebruikt, terwijl bij glad afgesleten banden onder dezelfde omstandigheden de wrijvingscoëfficiënt slechts weinig boven 0,20 was gelegen.

Ook zal een ervaren bestuurder de kans op ongevallen beduidend kunnen verminderen, door zoodra onder het remmen — bijvoorbeeld bij het afdalen van een helling — de wielen worden geblokkeerd en daardoor een begin van slippen optreedt, over te gaan op een lagere versnelling. De remwerking door het rijden op deze lagere versnelling zal in den regel wel beduidend kleiner zijn dan die door de werking der gewone rem verkregen werd, maar de wagen wordt daartegenover in den regel weer volkomen bestuurbaar. Veelal wordt zelfs aangenomen, dat blokkeeren der wielen daardoor in alle gevallen vermeden zou kunnen worden. Dit is echter niet geheel juist. Bij zeer gladde wegen blijft ook dan het gevaar daarvoor nog aanwezig. Zulke wegen zijn echter wel als bijzonder gevaarlijk te beschouwen.

Bij meting op verschillende auto's is gebleken, dat de remvertraging daarvan bij rijden in de 2de versnelling in het algemeen te stellen is op 0,80 tot 1,30 m/sec², gemiddeld 1,00 m/sec². Neemt men eenvoudigheidshalve aan, dat deze remvertraging uitsluitend op de achterwielen aangrijpt, dan heeft men voor het tot stand komen daarvan noodig bij horizontalen weg een wrijvingscoëfficiënt f , die bij de voorkomende waarden van $\frac{X}{L} = 0,50$ en $\frac{H}{L} = 0,25$ (fig. 1) te stellen is op

$$f = \frac{\frac{a}{g}}{\frac{X}{L} - \frac{H}{L} \cdot \frac{a}{g}} = 0,21 \dots \dots \dots (\text{zie par. 3}).$$

Ingeval de wrijvingscoëfficiënt deze waarde niet bereikt, zal ook bij het rijden op de 2de versnelling gevaar voor het glijden der wielen aanwezig zijn. Bij grooter remvertraging dan 1.00 m/sec², zal de neiging daartoe reeds bij grooter f kunnen optreden; evenzoo bij een hoogere dan de aangenomen ligging van het zwaartepunt. Het omgekeerde doet zich voor, indien de achterasbelasting meer bedraagt dan de helft van het totaal gewicht. Als gemiddelde zal echter aangenomen kunnen worden, dat f = 0,20 de grens is, waarbij gevaar bestaat voor glijden der wielen bij rijden op de 2de versnelling. Deze waarde zou tevens gesteld kunnen worden als de norm voor bijzonder gladde wegen.

Van den anderen kant wordt als vereischte, waaraan een weg moet voldoen om onder alle omstandigheden een redelijke zekerheid te geven tegen het slipgevaar bij remmen, in den regel een wrijvingscoëfficiënt vereischt f = 0,40 bij natte oppervlakken en een snelheid van 40 m.p.h. (± 64 km/h), hetgeen volgens vele proeven in verschillende landen op eenzelfde geaardheid wijst als f = 0,50 bij een snelheid van 40 km/h. De praktijk hier te lande heeft uitgewezen, dat wegen waarvan de wrijvingscoëfficiënt f boven 0,50 (bij 40 km/h) is gelegen, uit een oogpunt van slipgevaar inderdaad volkomen veilig mogen heeten en dat stroefheidscijfers tusschen 0,40 en 0,50 in het algemeen reeds als zeer bevredigend mogen worden beschouwd.

Wensch men aan de hand van deze gegevens een volledige schaal op te stellen ter beoordeeling van verschillende waarden van f, die met de beschreven methode worden gevonden, dan zou die dus als volgt luiden:

Schijnbare wrijvingscoëfficiënt f bij gladde banden, natten weg en een snelheid $v = 40$ km/h.	Beoordeeling
$< 0,20$	zeer glad
$0,20 - 0,30$	glad
$0,30 - 0,40$	middelmatig
$0,40 - 0,50$	stroef
$> 0,50$	zeer stroef

11. Zooals reeds uit par. 9 kan blijken, is de organisatie van de stroefheidsbewaking zeer eenvoudig. Het verrichten der proeven op den weg, het uitmeten der ontwikkelde films en het bepalen van den wrijvingscoëfficiënt kan worden toevertrouwd aan een middelbaar technisch ambtenaar. Naast dezen zijn noodig de bestuurder van den meetauto en de noodige werklieden of koelies voor het nat maken van den weg.

Met deze ploeg kan per dag zonder bezwaar een twintigtal metingen worden verricht, zoodat de opname en de uitwerking voor het geheele net van hoofdwegen ter lengte van 1300 km niet meer tijd dan enkele weken in beslag namen. Buiten de kosten van het instrument, welke op ca. f 250,— te stellen zijn, hebben de metingen daardoor niet meer gekost dan f 0,70 per km.

De rijsnelheid, waarmee de proeven worden genomen, is gesteld op 40 km/h. Weliswaar worden de wegen in den regel met veel grootere snelheden bereden, maar bij een eerste onderzoek, waarbij nog weinig omtrent de werkelijke stroefheids-cijfers bekend is, (het is gebleken, dat zulks zeer slecht op het gezicht is te beoordeelen), verdient het aanbeveling met de noodige voorzichtigheid te werk te gaan. Later, als meer ervaring in dit opzicht is opgedaan en als de al te gladde weggedeelten zullen zijn verbeterd, zal worden nagegaan of het mogelijk zal zijn de snelheid tot 50 km/h of meer op te voeren, zonder gevaar voor het daarbij betrokken personeel.

Ten slotte dient de vraag te worden beantwoord in welk seizoen de beste, dat zijn de meest regelmatige resultaten zullen kunnen worden verwacht. Volgens onderzoekingen van Moyer te Ames, Iowa, U.S.A., heeft verhooging van temperatuur verlaging van den wrijvingscoëfficiënt ten gevolge en omgekeerd. In Engeland is volgens het Bulletin No. 1 van het Min. of Transport een duidelijk seizoen-verschijnsel waargenomen in dien zin, dat in den zomer de wrijvingscoëfficiënt lager is dan in den winter.

In de tropen zijn de seizoen-verschijnselen uiteraard minder geprononceerd. Om ze echter in elk geval te vermijden, is het aan te bevelen de regelmatige jaarlijksche stroefheidsbewaking te houden in de eerste maanden van het jaar, dus gedurende het eind van het natte jaargetijde, als de wegen zoo goed mogelijk schoon geregend zijn en er dus zoo min mogelijk aanleiding is voor onregelmatigheden in de waarnemingen. Behalve de invloed van de temperatuur worden hierdoor tevens de onregelmatigheden ontgaan, die zouden kunnen ontstaan door het natmaken van het oppervlak na een lange droogte-periode. Zooals bekend, geven de eerste regens altijd aanleiding tot groote gladheid als gevolg van kleine verontreiniging van het oppervlak.

Conclusies.

12. a. De door de Ned.-Ind. Wegenvereeniging gecontrueerde zelfregistreerende remvertragsmeter maakt op eenvoudige, betrouwbare en weinig kostbare wijze een snelle oriëntering mogelijk met betrekking tot de stroefheidseigenschappen der wegen.
- b. Praktisch gebruik van dit toestel heeft in West-Java getoond, dat een onderzoek naar de stroefheid, althans zeker voor de hoofdwegen, wenschelijk is. Deze blijken n.l. voor een niet te verwaarloozen deel te glad te zijn en de uitkomsten van een regelmatig stroefheidsonderzoek geven een objectieve

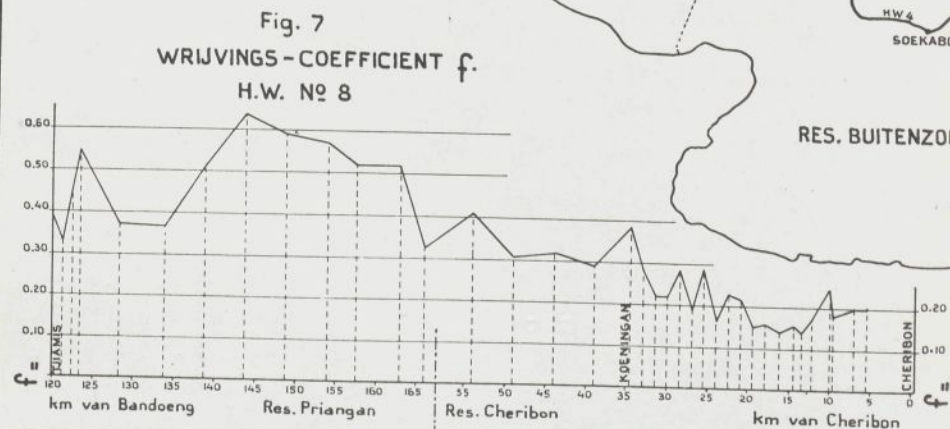
basis voor de organisatie der verbeteringswerkzaamheden ter zake.

c. Om een voldoende volledig beeld der rijkwaliteiten van een wegdek te verkrijgen is het van belang, behalve de wijze van meten van de stroefheid en het lichtabsorbeerend vermogen, ook de mogelijkheid van een objectieve meting van het lichtverstrooiend vermogen en de effenheid der wegdekken te onderzoeken.

Fig. 6
WEGENKAART
DER
PROV. WEST-JAVA



STRAAT SOENDA



RES. BATAVIA

JAVA - ZEE

RES. BANTAM

RES. CHERIBON

RES. BUITENZORG

RES. PRIANGAN

INDISCHE
OCEAAN

PROVINCIE
MIDDEN-JAVA

MERAK

SERANG

PANDEGLANG

BATAVIA

BUITENZORG

SOEKABOEMI

TJANDJOER

BANDOENG

SOEMEDANG

TASIKMALAJA

TJAMIS

CHERIBON

INDRAMAJOE

KOENINGAN

GAROET

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

CHERIBON

