

PUBLICATIE

VAN DE

NEDERLANDSCH-INDISCHE
WEGENVEREENIGING

DE DYNAMISCHE VERKEERSLAST.

No. 2.



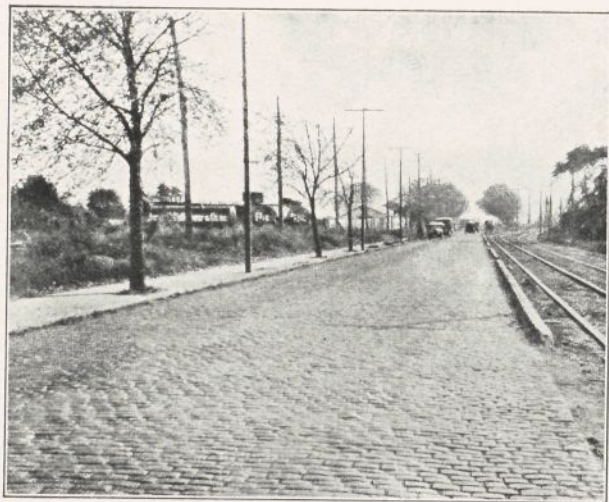


Fig. 1.



Fig. 2.

DE DYNAMISCHE VERKEERSLAST.

No. 2.

1. Reeds in één der vroegere publicaties van de Ned. Ind. Wegenvereeniging is op den belangrijken invloed van den dynamischen verkeerslast ¹⁾ m. b. t. de wegslijtage gewezen, waarbij verder uitvoerig is weergegeven, op welke wijze bedoelde last kan worden gemeten. Gelijktijdig zijn toen ook enkele resultaten van metingen, als bedoeld, medegedeeld, waartoe het Amerikaansche „U. S. Bureau of Public Roads”, dat zich reeds sinds jaren met onderzoek op het onderwerpelijke gebied bezighoudt, ons had in de gelegenheid gesteld.

De resultaten, door genoemd „Bureau of Public Roads” gedurende de laatste jaren met gebruikmaking van zeer nauwkeurige instrumenten verkregen, verspreiden nieuw licht over verschillende factoren, welke de grootte van den schokcoëfficiënt beïnvloeden.

Het Dag. Bestuur meent daarom goed te doen het belangrijkste van deze resultaten hieronder weer te geven.

2. De genomen proeven kunnen in twee hoofdgroepen worden onderscheiden.

Bij de eerste zijn de schokcoëfficiënten bepaald, welke optraden bij het rijden van vrachtauto's over een oneffen, zoowel als een effen verharding. De beide proefverhardingen, afgebeeld in Fig. 1 en 2 waren gelegen in de nabijheid van het laboratorium van het „Bureau of Public Roads” en konden, wat (on)effenheid betreft, beschouwd worden als karakteristiek voor soortgelijke verhardingen in de U. S. A.

¹⁾ De dynamische verkeerslast (wieldruk van een rijdend voertuig) is gelijk aan den statischen verkeerslast (wieldruk van een stilstaand voertuig), vermenigvuldigd met den schokcoëfficiënt.

Vastgelegd zijn hierbij tevens de frequenties van het optreden der verschillende schokken, grooter in aantal, naarmate ze kleiner in kracht zijn.

Bij de tweede hoofdgroep zijn op een effen verharding hindernissen van verschillenden vorm aangebracht, waarover met een vrachtauto werd gereden ter bepaling van de grootte van den dynamischen last.

Bij deze proeven is de invloed op de grootte van den schokcoëfficiënt bestudeerd, uitgeoefend door veranderingen van :

- a/ hindernishoogte ;
- b/ rijsnelheid ;
- c/ lading van het voertuig ;
- d/ bandensoort ;
- e/ bandvorm ;
- f/ bandgrootte ; enz.

Verder is nagegaan, welk aandeel geveerd en ongeveerd voertuiggewicht bijdragen in den dynamischen verkeerslast. Vóór den aanvang van de proeven werden van de gebruikte banden en voertuigveeren de vormveranderingen onder statische belastingen gemeten.

3. Bij de proeven der eerste hoofdgroep is met vrachtauto's, waaraan spiraalveer-vertragsmeters ¹⁾ bevestigd waren over bovenbedoelde twee verhardingen gereden.

De, bij vele ritten door de meetapparaten geteekende schoklijnen analyseerende, vond men gemiddeld per 100 m. gereden afstand een zeker aantal schokken : niet vele sterke schokken, vrij vele middelmatige en zeer veel kleine.

Door nauwkeurig onderzoek der schoklijnen was voor elke schoksterkte het aantal malen te bepalen, dat een dergelijke schok zich op 100 m. afstand had voorgedaan.

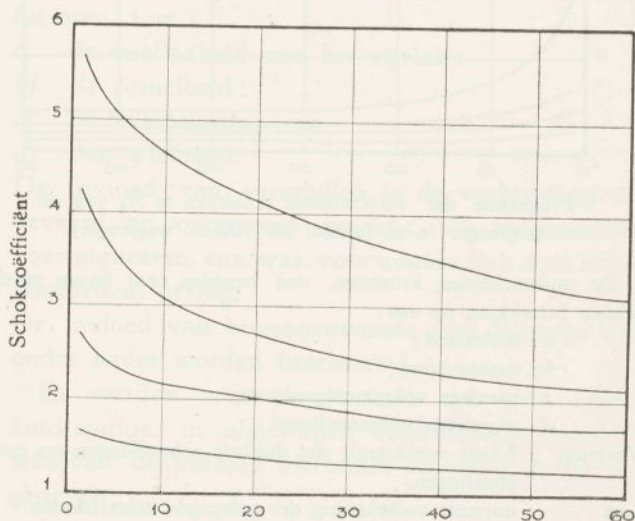
¹⁾ Voor een beschrijving van den spiraalveer-vertragsmeter moge hier verwezen worden naar de algemeene N.I. W. V.-publicatie No. 8 : „De dynamische verkeerslast” No. 1, blz. 13, 14 en 15.

Daar de (on)effenheid der proefverhardingen is aangenomen als typeerend voor soortgelijke wegverhardingen in Amerika, konden uit de verkregen resultaten worden afgeleid, de frequenties van verschillend sterke schokken, welke bij het rijden over die verhardingen zijn te verwachten.

4. De resultaten van enkele proefnemingen, behorende tot de eerste hoofdgroep, mogen blijken uit de grafieken no's 1 en 2, die vooral ook den toestand der proefwegen m.b.t. de oneffenheid demonstreeren.

Grafiek 1.

Oneffen keibestrating.



Frequentie der verschillende schokken in % van de weglengte in m. (aantal per 100 m. weglengte).

De onderscheiden krommen, van beneden naar boven gerekend, hebben betrekking op een :

a : luchtband ;

b : cushionband ;

c : nieuwen volgummiband ; en

d : afgesleten volgummiband.

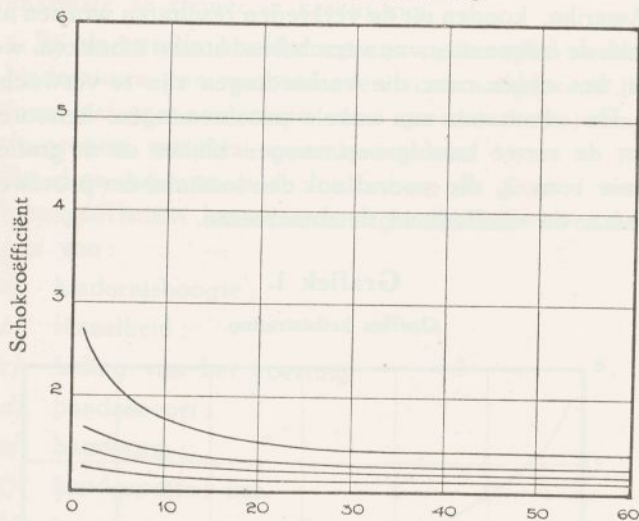
Voertuig : 2-tons vrachtauto met dubbele achterbanden van normale afmetingen.

Last : normale volbelasting der gebezigde achterbanden.

Rijsnelheid : 20 km/uur.

Grafiek 2.

Gladde cementbeton-verharding.



Frequentie der verschillende schokken in % van de weglengte in m. (aantal per 100 m. weglengte).

De onderscheiden krommen, van beneden naar boven gerekend, hebben betrekking op een:

- a: luchtband;
- b: cushionband;
- c: nieuwen volgummiband; en
- d: afgesleten volgummiband.

Voertuig : 2-tons vrachtauto met dubbele achterbanden van normale afmetingen.

Last : normale volbelasting der gebezigde achterbanden.

Rijsnelheid: 20 km/uur.

Op de horizontale as staat de frequentie in het optreden van een schok, waarvan de grootte (door den schokcoëfficiënt) op de verticale as is aangegeven, te lezen. De grafieken hebben betrekking op proeven, genomen met een volbeladen 2-tons-vrachtauto, met dubbele achterbanden, rijdende met een snelheid van ca. 20 km/uur. Ze geven de resultaten van metingen bij het rijden op een oneffen keibestrating en op een gladde cementbeton-verharding (zie afbeeldingen) — in elke grafiek hebben

de onderscheiden lijnen betrekking op bandages van verschillende soort.

Duidelijk trad aan het licht, dat de schokcoëfficiënt bij het gebruik van luchtbanden voor zeer verschillende rijvlakken weinig verandering vertoonde, terwijl gebruikmaking van andere bandensoorten en vooral van afgesleten volgummibanden leidde tot beduidende toeneming van den schokcoëfficiënt bij het rijden over oneffen verhardingen.

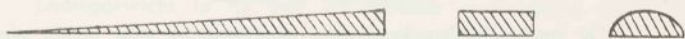
5. De resultaten, verkregen bij de tweede hoofdgroep van onderzoekingen wezen uit, dat de grootte van den schokcoëfficiënt in hoofdzaak bepaald werd door vier factoren, t. w. :

- a/ de oneffenheid van het rijvlak ;
- b/ de rijsnelheid ;
- c/ de wielbelasting ; en
- d/ den wielband.

De invloed van verschillen in de verhouding tusschen geveerd en ongeveerd gewicht, de buigzaamheid der voertuigveeren, enz. was, voor zoover zich deze verschillen voordeden, gering.

De invloed van bovengenoemde vier factoren zal hieronder nader worden beschouwd.

6. Er werden proeven genomen met drie typen van kunstmatige, in afmetingen verschillende oneffenheden, waarvan de vormen hieronder schematisch zijn weergegeven :



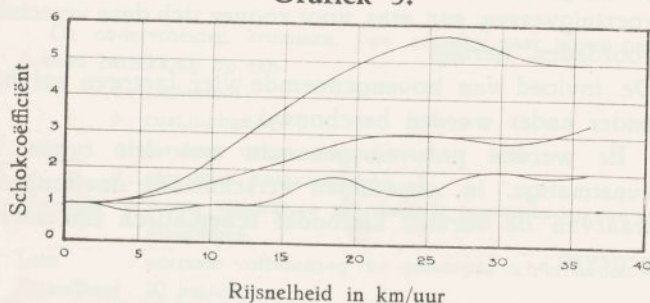
Over het algemeen bleek de grootte van den schokcoëfficiënt onder overigens gelijke omstandigheden ongeveer recht evenredig te moeten worden gesteld aan de hindernishoogte.

Ten einde de grootte van de bij de tweede hoofdgroep van proefnemingen bepaalde schokcoëfficiënten te kunnen vergelijken met die, bij de eerste hoofdgroep van onderzoekingen gepubliceerd, zij hier medegedeeld, dat de

schokken na den val van een driehoekige hindernis met een hoogte van 3,75 cm., onder overigens gelijke omstandigheden, resp. 2,5 en 8 maal zoo sterk waren als die, welke 30 maal per 100 m. afstand optraden bij het rijden resp. over de oneffen keibestrating en over de gladde cementbeton-verharding, bovenbedoeld.

7. In het algemeen bleek bij vergrooting van de rijsnelheid de schokcoëfficiënt aan te groeien, totdat een bij de bestaande omstandigheden behoorend maximum was bereikt, waarna bij verdere snelheidsvergrooting de hevigheid der schokken weer langzaam afnam. Dit verschijnsel deed zich bij alle bandensoorten voor. De grootte van de kritische snelheid varieerde van ca. 25 km/uur voor lichte (2-tons) vrachtauto's tot ca. 35 km/uur voor zware (5-tons) wagens. Een denkbeeld van de bij verschillende rijsnelheden behorende grootten van den schokcoëfficiënt is te verkrijgen uit grafiek no. 3.

Grafiek 3.



De onderscheiden krommen, van beneden naar boven gerekend, hebben betrekking op een:

- a: luchtband;
- b: cushionband; en
- c: volgummiband.

Voertuig : 2-tons vrachtauto met dubbele achterbanden van normale afmetingen.

Last : normale volbelasting der gebezigde achterbanden.

Valhoogte: 3,75 cm.

8. Bij het onderzoek naar den invloed der wielbelasting op de grootte van den in rekening te brengen schok-

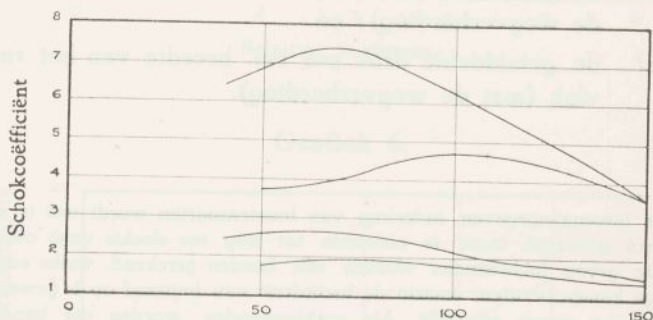
coëfficiënt, bleek het volgende onderscheid te moeten worden gemaakt.

Zware voertuigen veroorzaakten, onder overigens relatief gelijke omstandigheden, sterker schokken dan lichte. Bij toenemende belasting van een zelfden vrachtauto vond men eveneens vergrooting van den in rekening te brengen schokcoëfficiënt, echter slechts, totdat een zekere kritische lading was bereikt (gelegen tusschen 60 en 100 % van het laadvermogen).

Een grootere last dan deze kritische deed de schokcoëfficiënt weer afnemen. Daarbij deed zich het verschijnsel voor, dat bij belangrijke overbelasting der vrachtauto's de voor de onderscheiden voertuigen karakteristieke verschillen verdwenen.

Grafiek no. 4 geeft een voorbeeld van een en ander.

Grafiek 4.



Ladinggewicht in % van de normale volbelasting der gebezigde achterbanden.

De onderscheiden krommen, van beneden naar boven gerekend, hebben betrekking op een :

- a : 2 — tons vrachtauto met luchtbanden ;
- b : 5 — tons vrachtauto met luchtbanden ;
- c : 2 — tons vrachtauto met volgummibanden ; en
- d : 5 — tons vrachtauto met volgummibanden ;

Banden : dubbele achterbanden van normale afmetingen.

Rijsnelheid : 20 km/uur.

Valhoogte : 3,75 cm.

9. De soort, toestand en grootte van de wielbanden hadden een zóó belangrijken invloed op de grootte van den dynamischen verkeerslast, dat hierbij langer dient te worden stilgestaan.

De bij het onderzoek gebezigde banden, geleverd door verschillende Amerikaansche fabrikanten, waren: luchtbanden, cushionbanden en volgummibanden. ¹⁾

10. De in de praktijk optredende verschillen in grootte van den dynamischen verkeerslast bij het gebruik dezer bandsoorten, zijn reeds in de grafieken no's 1 en 2 in het licht gesteld.

De proefnemingen der tweede hoofdgroep geven nu ten deze een nog beter inzicht.

Bij de voorafgaande beproeving der banden onder statische belasting werd nagegaan:

- a/ de indrukking in verticale richting;
- b/ de gemiddelde druk per cm. van het raakvlak (met de wegverharding); en
- c/ de gemiddelde druk per cm. breedte van het raakvlak (met de wegverharding).

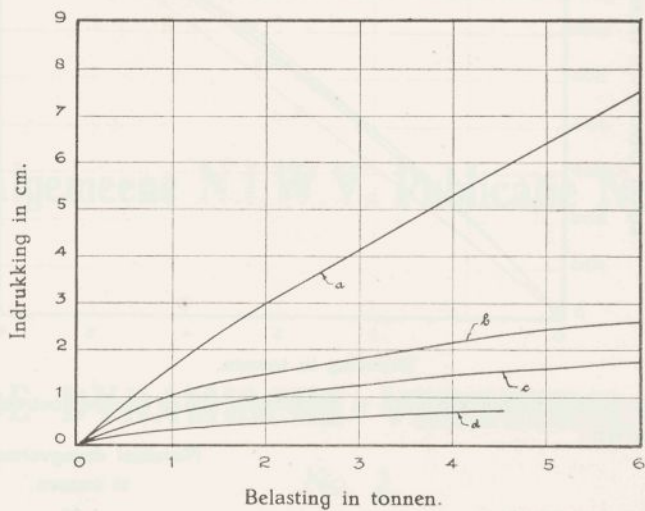
¹⁾ De bovenaangegeven indeeling van bandensoorten wordt wel is waar algemeen gebezigd, maar is niettemin tot nog toe slechts vaag omlijnd. Tot de groep luchtbanden worden alle banden gerekend, welke een inwendige kamer bezitten, waarin de luchtdruk van buitenaf op de gewenschte spanning wordt gebracht. Als cushionbanden worden die bandages aangeduid, welke in- of uitwendige holten bezitten, dienende om bij belasting van den band een groote indrukking mogelijk te maken; zoo wordt partij getrokken van het feit, dat rubber, hoewel slechts weinig samendrukbaar, zeer buigzaam is.

Ten einde aan het hierbedoelde bezwaar tegemoet te komen, nam het „Bureau of Public Roads” reeds in 1921 aan, dat bij zijn onderzoekingen alleen als cushionbanden zouden worden beschouwd, banden, welke minimum de helft van de indrukking vertoonden van een normalen luchtband van dezelfde capaciteit onder gelijke belasting.

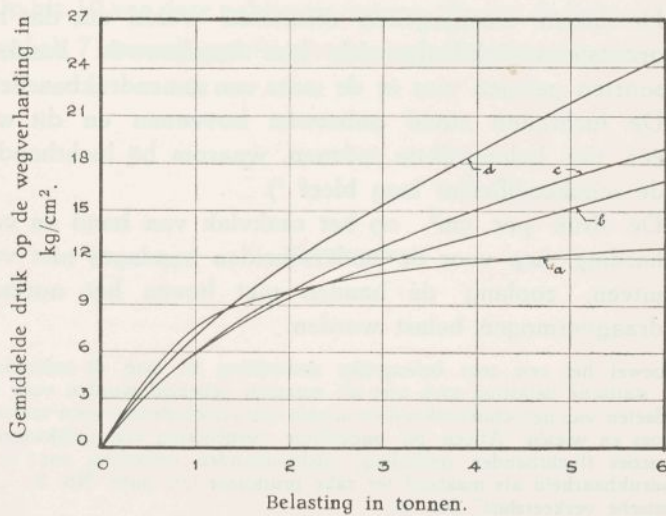
Bij de onderzoekingen op den proefweg in Braunschweig van t. „Deutsche Strassenbauverband” (1926) stelde men, dat lucht- en cushionbanden bij overbelasting met 1 ton boven het normale draagvermogen een indrukking moesten vertoonen, welke die bij volbelasting, met minimum respectievelijk 7 en 2,5 mm, overtrof.

De grafieken no's 5, 6 en 7 brengen de resultaten van deze metingen in beeld.

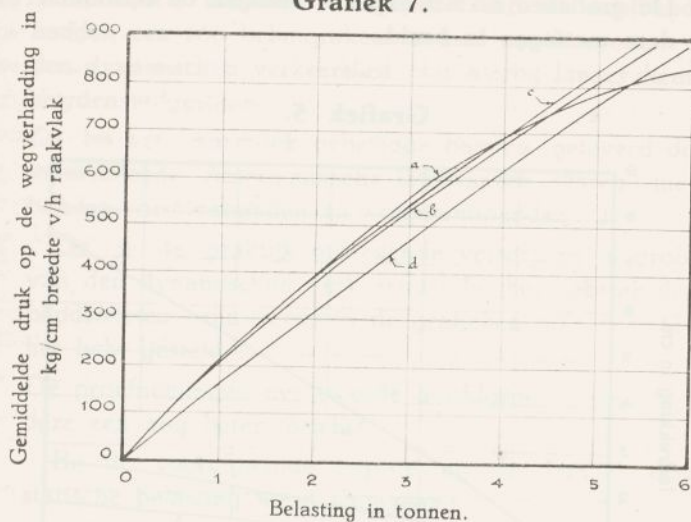
Grafiek 5.



Grafiek 6.



Grafiek 7.



De onderscheiden krommen in de grafieken 5, 6 en 7 hebben betrekking op een :

Normaal draagvermogen
in tonnen.

a: luchtband.	1,35
b: cushionband.	1,55
c: nieuwen volgummiband.	1,35
d: afgesleten volgummiband	1,35

De hierin weergegeven resultaten wezen uit, dat het grootste verschil der drie hier beschouwde bandensoorten gelegen was in de mate van samendrukbaarheid. De luchtband stond onbetwist bovenaan en dit was één der belangrijkste redenen, waarom bij luchtbanden de schokcoëfficiënt laag bleef ¹⁾.

De druk per cm². op het raakvlak van band en verharding liep voor de onderscheiden bandages niet veel uiteen, zoolang de banden niet boven het normale draagvermogen belast werden.

¹⁾ Hoewel het een zeer belangrijke aanwijzing is, mag de indrukking onder statische belasting toch niet als maatstaf gebezigd worden voor het beoordeelen van het schokbrekend vermogen van verschillende typen veerende bandages en wielen. Alleen bij onderlinge vergelijking van gelijksoortige constructies (luchtbanden onderling, cushionbanden onderling, enz.) is de samendrukbaarheid als maatstaf ter zake bruikbaar (zie publ. No. 8: „De dynamische verkeerslast” No. 1).

VERBETERBLAD 1.

Algemeene N.I.W.V. Publicatie No. 46

DE DYNAMISCHE VERKEERSLAST.

No. 2.

Op blz. 10 van deze publicatie moeten alle aan de linkerszijde van grafiek 7 staande getallen (ordinaten) door 2,5 gedeeld worden.



VERBETERBLAD I

Algemeene N.I.W.V. Publicatie No. 40

DE DYNAMISCHE VERKEERSLAST

No. 2

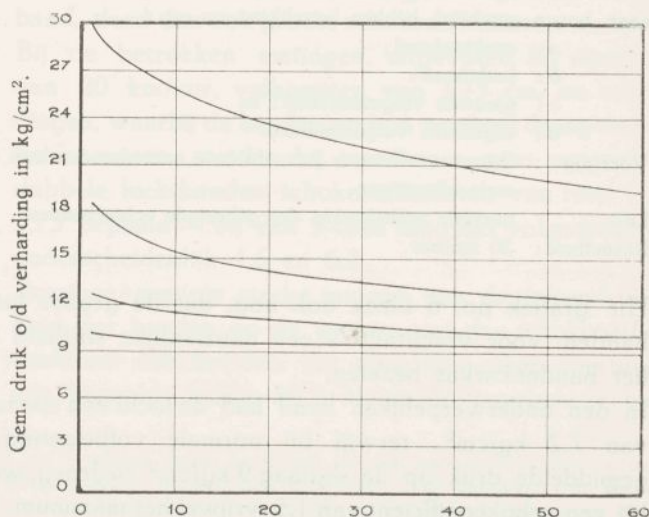
Op het 10. congres van de Duitse ingenieurs (ordening) heeft 12 gedeeltes worden
geen 10. congres van de Duitse ingenieurs (ordening) heeft 12 gedeeltes worden

Boven deze grens echter liepen deze bandensoorten zeer uiteen — luchtbanden leverden de kleinste en afgesleten volgummibanden de grootste drukken op ; cushion- en nieuwe volgummibanden drukken, tusschen deze uitersten in gelegen. Verwaarloosde men den invloed der massa van het band-lichaam (ter plaatse van de aanraking met het wegoppervlak) en nam men dus aan, dat de dynamische verkeerslast een even groote indrukking van den band veroorzaakte als een statische last van gelijke waarde zou gedaan hebben, dan kon uit een combinatie der grafieken no's 1 en 2 met grafiek no. 6 eenig inzicht verkregen worden, omtrent de grootte van den gemiddelden druk per cm^2 . verhardingsoppervlak, gedurende de maximum intensiteit van den schok.

De grafieken no's 8 en 9 (opgesteld in den vorm van de grafieken no's 1 en 2) geven de zoo te verkrijgen resultaten weer.

Grafiek 8.

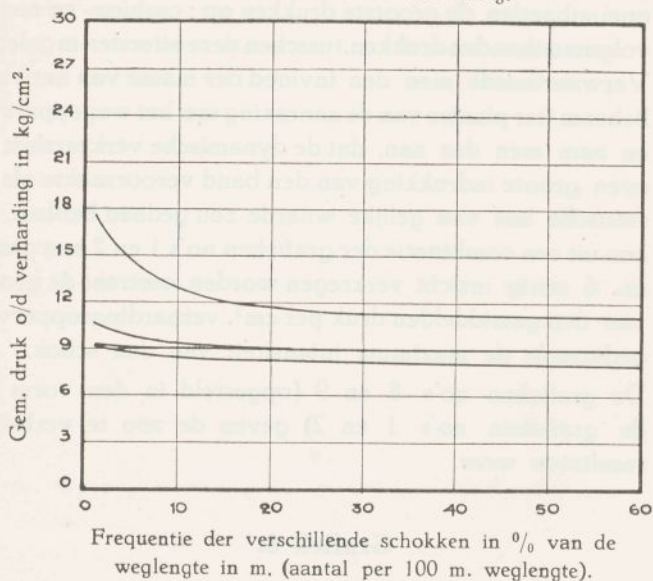
Oneffen keibestrating.



Frequentie der verschillende schokken in $\%$ van de weglengte in m, (aantal per 100 m. weglengte).

Grafiek 9.

Gladde cementbeton-verharding.



De onderscheiden krommen, in de grafieken 8 en 9, van beneden naar boven gerekend, hebben betrekking op een:

- a: cushionband;
- b: luchtband;
- c: nieuwen volgummiband; en
- d: afgesleten volgummiband.

Voertuig : 2-tons vrachtauto met dubbele achterbanden van normale afmetingen.

Last : normale volbelasting der gebezigde achterbanden.

Rijsnelheid: 20 km/uur.

Uit grafiek no. 6 bleek ook nog, dat de groote luchtbanden voor vrachtauto's een aanzienlijke stijfheid van het bandenkarkas bezaten.

In den onderwerpelijken band had de lucht een spanning van $7,2 \text{ kg/cm}^2$, terwijl bij normale volbelasting de gemiddelde druk op de slijtlaag 9 kg/cm^2 bedroeg, welke bij een schokcoëfficiënt van 1,5 (vrijwel het maximum, wat bij luchtbanden in rekening behoeft te worden gebracht) tot $9,5 \text{ kg/cm}^2$ opliep.

Grafiek no. 7 ten slotte gaf een duidelijke illustratie van het feit, dat de breedte-afmeting van het aanrakingsvlak van een band met de wegverharding een onvoldoende maatstaf was voor de beoordeeling van de band-eigenschappen, welke m.b.t. den druk op het wegoppervlak van belang moesten worden geacht.

De versleten volgummiband toch, welke de grootste krachten en drukken per cm^2 op de verharding uitoefende, vertoonde, tot een overbelasting van 300 % toe, den geringsten druk per cm. breedte van het aanrakingsvlak.¹⁾

11. De grootte van de gebezigde banden had bij elke bandensoort een niet te verwaarloozen invloed op den schokcoëfficiënt.

Daar het schokbrekend vermogen van eenigen band beïnvloed wordt door de mate van samendrukbaarheid, werden bij breede en lage banden grootere schokcoëfficiënten geconstateerd dan bij smalle en hooge banden.

Dit gold voor elk der onderzochte bandensoorten. Het gebruik van dubbele banden, waarbij iedere afzonderlijke band(helpt) kleinere (hoogte)afmetingen heeft dan een enkele band van hetzelfde draagvermogen als de dubbelband, deed dan ook groote schokcoëfficiënten waarnemen. Bij de betrokken metingen, uitgevoerd bij rijsnelheden van 20 km/uur, valhoogten van 3,75 cm. en wagenladingen, waarbij de banden op hun normaal draagvermogen belast waren, werden bij een 2-tons auto met enkele en dubbele luchtbanden schokcoëfficiënten van resp. 1,35 en 1,75 bepaald — bij een 5-tons auto met volgummibanden onderscheidenlijk 4,6 en 6,2.

Bovenaangestipte sterke invloed van de samendrukbaarheid der banden op de grootte van den schokcoëfficiënt, verklaart ook het feit, dat voor een zeker voertuig met een bepaalde lading bij te kleine (dus overbelaste) banden

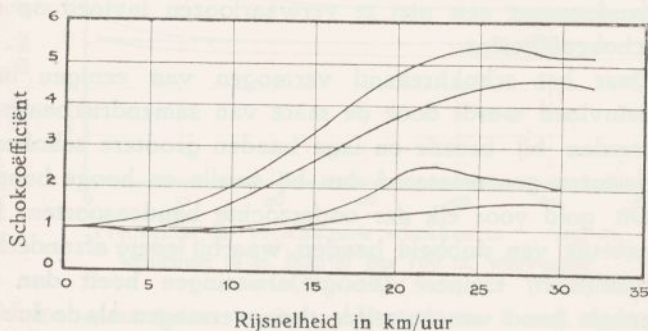
¹⁾ In dit verband moge herinnerd worden aan de door het Eerste Ned. Ind. Wegencongres aangenomen conclusie: „Het aangeven van toe te laten verkeerslasten in kg. per cm. band- of velgbreedte — als te doen gebruikelijk — is niet doeltreffend.

Gezocht worde naar een aanduiding ter zake, waaraan de afmetingen van het aanrakingsvlak tusschen wielband en slijtlaag ten grondslag liggen.”

kleinere schokcoëfficiënten optraden dan bij voor die lading te groote (dus onderbelaste) banden.

De onderscheiden bandenmaten n.l. verschillen veel in de breedte en slechts betrekkelijk weinig in de hoogte, zoodat de samendrukking van een overbelasten band grooter was dan van een onderbelasten band, met als gevolg een kleineren schokcoëfficiënt voor eerstgenoemde. Dit verschijnsel deed zich voor bij elk der onderzochte bandensoorten — het is in grafiek no. 10 in beeld gebracht.

Grafiek 10.



De onderscheiden krommen, van beneden naar boven gerekend, hebben betrekking op een :

- a : overbelasten luchtband ;
- b : onderbelasten luchtband ;
- c : overbelasten volgummiband ; en
- d : onderbelasten volgummiband.

Voertuig : 2-tons vrachtauto met dubbele achterbanden.

Valhoogte : 3,75 cm.

Overbelasting : achterbanden van normale afmetingen — belasting 150 % van de normale volbelasting der gebezigde achterbanden.

Onderbelasting : achterbanden twee maten grooter dan bij de overbelasting — belasting dezelfde als bij overbelasting.

Het bovenstaande doet uitkomen, dat pogingen om zoowel de op de wegverharding uitgeoefende krachten als drukken per cm.² klein te houden met elkaar in strijd kunnen komen. Streven naar het eerste vraagt smalle — naar het laatste breede banden.

12. Ten slotte mag de aandacht er op gevestigd worden, dat de veel toegepaste, het continue loopvlak van den band onderbrekende verhoogingen of uitsparingen een sterke schokwerking veroorzaken.

Het is daarom van het grootste belang, om bij het gebruik van dubbele banden van dergelijke constructie deze zoo te monteeren, dat bedoelde onderbrekingen van het loopvlak op de beide banden t.o.v. elkaar verspringen.

Bij ter zake genomen proeven bleek voor naast elkaar staande onderbrekingen de schokcoëfficiënt 300 % te bedragen van die voor verspringende onderbrekingen.

13. Het bovenstaande samenvattend, kan gesteld worden, dat de waarde van den schokcoëfficiënt (bij het rijden van een zekeren auto met banden van een bepaalde soort en een vaste rijsnelheid over een gegeven rijvlak) niet zonder meer kan worden aangegeven.

Daartoe toch moet bekend zijn: de frequentie van het optreden der stooten, waarvan de intensiteit dan met den zoo te bepalen schokcoëfficiënt is te berekenen.

Neemt men b.v. als maatgevend aan de schokken, zooals die zich ongeveer om de 2 m. bij het rijden over de onder 3 en 4 bedoelde proefwegen in Amerika hebben voorgedaan, dan is de schokcoëfficiënt voor vrachtauto's van middelmatig laadvermogen ($2\frac{1}{2}$ ton) bij een rijsnelheid van ca. 20 km/uur te stellen op rond:

1,2 bij gebruik van luchtbanden;

1,5 bij gebruik van cushionbanden;

2,0 bij gebruik van vrij nieuwe volgummibanden; en

2,6 bij gebruik van afgesleten volgummibanden.

De grootte van den schokcoëfficiënt is maatgevend voor de totaalcracht, welke een wiel op de wegverharding uitoefent.

Rond gerekend, kan dus gezegd worden, dat bij gebruik van luchtbanden de op een dergelijke wegverharding werkende maximum krachten slechts de helft zullen bedragen van die, welke zich bij gebruik van volgummibanden zouden voordoen.

De voor de aantasting van de slijtlaag van belang zijnde drukken, welke per cm^2 raakvlak van band en verharding worden uitgeoefend, verhouden zich anders dan de schokcoëfficiënten.

Onder (gelijke) omstandigheden, als voren vermeld, zullen deze gemiddeld rond bedragen :

9 kg/cm^2 bij gebruik van luchtbanden ;

9 kg/cm^2 bij gebruik van cushionbanden ;

11 kg/cm^2 bij gebruik van vrij nieuwe volgummibanden; en

16 kg/cm^2 bij gebruik van afgesleten volgummibanden.¹⁾

¹⁾ Hierbij dient bedacht, dat de aangegeven drukken slechts bij benadering juist zijn, daar de onder 10 vermelde verwaarloozing bij berekening der grafieken no's 8 en 9 de daarin voorkomende waarden kleiner doet zijn dan in werkelijkheid het geval is.

