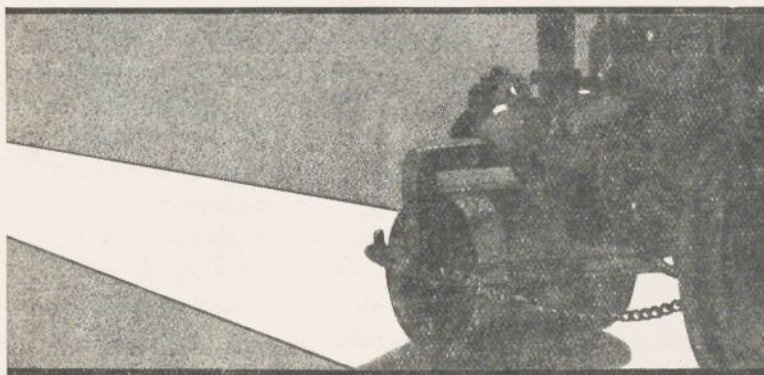


PUBLICATIE
VAN DE
NEDERLANDSCH-INDISCHE
WEGENVEREENIGING



GOLFOORMING IN WEGVERHARDINGEN

1.



A.C. NIX & CO. BANDOENG

PUBLICITY

FOR THE

REVENUE



GOLFOVORMING IN WEGVER- HARDINGEN.

1.

1. De oneffenheden van een wegverharding zijn in den regel vrij onregelmatig van vorm en onderlingen afstand. Er doen zich echter ook gevallen voor, waarin dergelijke oneffenheden een zeker rythmisch verloop hebben; het slijtlaagoppervlak vertoont dan even hoge ruggen en dalen, welke op regelmatigen onderlingen afstand voorkomen — een verschijnsel, dat gewoonlijk als golfvorming wordt aangeduid.

Onderzoek naar dit verschijnsel is reeds sinds eenigen tijd onder de studie-onderwerpen van het werkplan der N.I.W.V. opgenomen. Ondervolgend moge thans als eerste resultaat van de door den Wegenraad aan dit onderwerp bestede aandacht een overzicht worden gegeven van de verschillende inzichten, welke aangaande dit verschijnsel door deskundigen zijn te kennen gegeven. Tot slot zullen daaraan worden vastgeknoopt eenige beschouwingen over hetgeen op grond der weergegeven inzichten te verwachten is, om aan het einde met een enkel woord melding te maken van door de N.I.W.V. op het onderwerpelijke gebied te verrichten onderzoek.

2. De hier bedoelde golfvorming is reeds sedert verscheidene jaren een onderwerp van belangstelling geweest voor verschillende technici. Zoowel door waarneming van het verschijnsel op bestaande wegen, als door proeven met laboratorium-modellen en door theoretische afleiding heeft men getracht te komen tot een juiste verklaring er van.

Golfvorming is zoowel op niet-monolitische als op semi-monolitische verhardingen geconstateerd — het meest regelmatig echter op de eerstgenoemde en wel in het

bijzonder op grindwegen. In vele landen (in de U.S.A. over honderden km. weglengte) is waargenomen, dat de golflengte vrij constant is en gemiddeld 75 cm. bedraagt. Golven van minder dan 60 en van meer dan 90 cm. lengte blijken uitzonderingen te zijn. Bovendien kan in verschillende van dergelijke bijzondere gevallen aangetoond worden, dat de abnormale golflengten ontstaan zijn op het ontmoetingspunt van twee oorspronkelijk afzonderlijk ontstane golfseries.

De golfdiepte blijkt meestal te varieeren van 1 tot 4 cm., afhankelijk van de sterkte, waarin het bewuste verschijnsel zich reeds ontwikkeld heeft.

Aangaande hellende wegen zijn de rapporten van verschillende onderzoekers niet eenstemmig. Sommige er van meenen te mogen verklaren, dat op hellingen geen werkelijk typische golfvorming (d.w.z. met gelijkmatigen afstand tusschen de golftoppen) is te bekennen; andere daarentegen hebben golfvorming waargenomen tot op wegen met een helling tot 5 à 6%.

Voorts kan medegedeeld worden, dat hier te lande wel is geconstateerd, dat golfvorming op sterk bezande wegen zich ernstig voordoet bij weggedeelten, welke aan den dwars daarop gerichten heerschenden wind geheel zijn blootgesteld, terwijl op voor dezen wind beschutte weggedeelten, het verschijnsel zich in veel minder sterke mate voordoet.

In het algemeen schijnt de golfvorming bij haar aanvang niet continu over groote weglengten voor te komen, maar in verspreide groepen van 10 tot 20 golven. Onder de werking van het verkeer kunnen zulke groepen zich echter uitbreiden, zoodat op den duur de golfvorming over een grootere uitgestrektheid voorkomt, waarbij dan op overgangsplaatsen der oorspronkelijk verschillende golfseries, de boven reeds aangestipte golven van bijzondere afmetingen kunnen ontstaan.

Indien ergens golfvorming optreedt, spreidt deze zich meestal over de geheele breedte der verharding uit, doch is dikwijls naar de zijanten toe meer gepronon-

ceerd. In enkele gevallen is geconstateerd, dat op hellende wegen golfvorming slechts voorkomt op de weghelft, bereiden door de voertuigen, welke de helling afdalen.

De richting der golven is in normale gevallen ongeveer loodrecht op de as van den weg. Op hellende wegen schijnt het echter ook wel voor te komen, dat de golfassen een min of meer scherpen hoek met de wegas maken en wel des te scherper, naarmate de helling sterker is.

Golven in het wegoppervlak, als hier bedoeld, kunnen stilstaan of wel in den loop van den tijd een verplaatsing ondergaan. Indien dit laatste voorkomt, geschiedt het veelal in den vorm van een draaiing om het snijpunt van golf- en wegas.

Dit verschil in gedrag schijnt samen te hangen met den aard van het wegdek, waarin de golven optreden. Golven kunnen n.l. zoowel optreden in grind- of steenslagverhardingen (en vooral en in veel sterker mate in grindwegen) als in asphaltslijtlagen. Indien de grindverhardingen betrekkelijk veel klei-achtige bestanddeelen (als bindmiddel) bevatten, vertoonen de in laatstbedoelde verhardingen optredende golven veelal dezelfde eigenschappen, die bij golven in asfaltwegen zich voordoen. En het blijkt nu, dat golven in eerstbedoeld materiaal (steenslag en „mager” grind) aan één en dezelfde plaats gebonden zijn, terwijl die bij laatstbedoelde wegdekken (waarin dus een plastisch bindmiddel aanwezig is) zich draaiend kunnen verplaatsen.

Ook hier te lande zijn streken, waar ernstige golfvorming is waargenomen, zoowel in mager, korrelig als in plastisch wegmateriaal. In het bijzonder is dit voorgekomen bij het gebruik van (een overmaat aan) zand als vul- of bindmiddel in steenslag-slijtlagen en als indekmateriaal. Op ongeasphalteerde wegen kan dit zand aanmerkelijke golfvorming in de hand werken. Waar wegen, als hier bedoeld, geasphalteerd worden, is na schoonmaak der wegoppervlakte deze door de geringe

bindkracht van het (als bindmiddel) verwerkte zand vrij oneffen en het op dergelijke oppervlakken noodzakelijke, betrekkelijk groote asphaltverbruik geeft, in samenwerking met een (overvloedige) indekking der asphalthuid met zand, aanleiding tot golfvorming in plastisch materiaal. Het teveel aan asphalt kan zich dan n.l. met het indekzand vermengen tot een kneedbare zand-asphalt-mortel, welke, boven op de stabiel gebleven steenslagverharding, golven vormt.

Ook wordt ten onrechte soms gemeend de degradatie van een asphalthuid door grobakverkeer te moeten verhelpen door het verwerken van meer bitumineus materiaal, hetgeen evenzeer de golfvorming bevordert.

3. Golfvorming vertoont zich niet op slechts sporadisch bereden wegen, doch treedt pas op bij gemiddeld of druk verkeer. De verkeersintensiteit, waarbij de golfvorming merkbaar wordt is niet overal gelijk, doch hangt af van den aard der betrokken verharding. Hier te lande zijn onverharde wegen waargenomen, waar bij een verkeer van 50 auto's per dag reeds golfvorming optreedt en verharde wegen, waar zulks bij ca. 200 auto's per dag het geval is. In Amerika is bij vele grindwegen geconstateerd, dat golfvorming zich begint te vertoonen, zoodra het verkeer de maat van 400 auto's per dag bereikt.

De oorzaak van het verschijnsel moet dus hoofdzakelijk gezocht worden in de inwerking van het verkeer op de wegverharding, al kunnen tevens andere invloeden aan het optreden er van mede werken. Waar, zooals gezegd, de golven een vrij constante lengte vertoonen, moet gedacht worden aan een periodisch terugkeerende aangrijping van de verharding door de voertuigwielen. Naar door de meeste onderzoekers wordt aangenomen geschiedt zulks, doordat de op deze wielen tijdens het rijden in verticalen zin uitgeoefende stooten (welke op elke niet volmaakt effen wegverharding voorkomen) onder den invloed der veerende werking bij de elastische indrukking der wielbanden (en ook der verharding)

eenerzijds en de vormverandering der voertuigveeren anderzijds, aanleiding geven tot trilling of slingering der voertuigwielen (en assen) in verticale richting. Deze trillende beweging zal tot gevolg hebben, dat de druk der wielen op de verharding periodisch toe- en afneemt, terwijl bij groote amplitude der trilling (in verhouding tot de samendrukbaarheid van wielbanden en wegverharding) de wielen tijdelijk geheel los komen van de slijtlaag.

(Deze zelfde verticaal-slingerende beweging der voertuigwielen wordt ook verantwoordelijk gesteld voor een aan de golfvorming verwant verschijnsel, n.l. het zich in steenslagverhardingen na elkaar vormen van slag-gaten, de z.g. parelsnoeren).

De aantasting der verharding door deze periodische aangrijping, schijnt bij de boven onder 2 bedoelde twee typen van slijtlagen op verschillende wijze te geschieden. Bij slijtlagen met een plastisch bindmiddel is het voornamelijk de stootwerking der wielen, welke de golfvormige indrukkingen te voorschijn roept, terwijl bij meer losse grindwegen (en ook bij steenslagverhardingen) vooral materiaal-verplaatsing optreedt als een geheel van de verharding opgelicht drijf wiel (van een auto) weer daarop neervalt. Van een dergelijk wiel zal n.l. gedurende den tijd, dat het geen contact maakt met den grond, in meer of mindere mate de omwentelingssnelheid vergroot worden en bij aanraking met de verharding zullen dan momenteel op de oppervlakte daarvan groote (t.o.v. het wiel) tangentieele krachten werken, welke slijtlaagmateriaal (t.o.v. de rijrichting) naar achteren werpen. Aangaande de inleiding der verticaal-slingerende beweging van voertuigwielen op effen, gewalste verhardingen moge hier nog worden opgemerkt, dat bij nauwkeurige inspectie zulke verhardingen praktisch nooit geheel effen blijken, maar een aaneenschakeling van zeer flauwe golven vertoonen — ongelijkmatige consolideering bij het walsen (zie de betrokken publicatie over wegwalswerk: No. 84) is hiervan voor een groot deel de oorzaak.

4. Voortbouwende op de in het voorafgaande gegeven verklaring der golfvorming, heeft men getracht van de slingerende beweging der voertuigwielen den trillingstijd en zoo de golfenlengte wiskundig af te leiden. Ook het verschijnsel van resonantie tusschen de trillende beweging der wielen, de rijsnelheid en de lengte van reeds aanwezige golven in de verharding, is daarbij in beschouwing genomen, doch de op grond van e.e.a. opgestelde bewegingsvergelijkingen zijn veelal niet oplosbaar gebleken.

Experimenteele proefnemingen hebben echter getoond, dat zeker een sterk verband bestaat tusschen golfvorming en wielveering. Het al of niet bezigen van ballonbanden of van (hydraulische) schokbrekers op voertuigen kan van zeer grooten invloed zijn op de mate, waarin golven in een bepaalde wegverharding worden te voorschijn geroepen. Dat ook echter bij gebruik van ballonbanden wel degelijk met de mogelijkheid van golfvorming moet worden gerekend, blijkt uit het voorbeeld van een kort geleden hier te lande gewalst weggedeelte, waarover nagenoeg uitsluitend auto's op ballonbanden passeeren en dat na enkele maanden door zeer sterke golfvorming bijna onberijdbaar is geworden.

Ook is onderzoek ingesteld naar de eigen trillingstijd van drijfwielen met assen bij verschillende typen van auto's. Daarbij is komen vast te staan, dat laatstbedoelde trillingstijd voor lichte auto's, voorzien van hoogedruk-bandeneen waarde heeft, die, in verband met de gemiddelde rijsnelheid, welke met zulke auto's gewoonlijk onderhouden wordt, veelal resonantie kan veroorzaken tusschen de eigen trilling van wielen met assen en de gedwongen trilling, die aan het wiel-as-complex wordt medegedeeld door het rijden over reeds bestaande golven in een wegverharding. Bij zwaardere auto's en vooral als deze van ballonbanden en/of schokbrekers voorzien zijn is de eigen trillingstijd echter te groot om bij normale rijsnelheid tot een dergelijke resonantie te kunnen komen. En daar het resonantie-verschijnsel eenzijdig leidt tot veel heftiger

wielbewegingen en anderzijds tot het steeds op dezelfde plaats in elke golf aantasten der wegverharding, wordt meestal eerstbedoeld autotype voor de golfvorming in sterkere mate aansprakelijk gesteld dan laatstbedoelde categorie. Door de langzamerhand algemeen wordende invoering der ballonbanden kan verwacht worden, dat het verschijnsel der golfvorming, zooals zich dit tot nu toe gewoonlijk voordeed, zal afnemen. Hoewel hiervoor zeker eenige grond bestaat moet er echter op worden gerekend, dat de golfvorming zich dan zal gaan instellen op de gewijzigde veereigenschappen van het wiel-as-complex, zooals dit voor zal komen bij de overgroote meerderheid der auto's; men kan zoo verwachten, dat de golf-lengte grooter zal worden, totdat een maat bereikt zal zijn, welke weer bij het meerendeel der auto's op de gebruikelijke rijsnelheid resonantie zal veroorzaken, in welk verband ook gewezen moge worden op het hierboven aangehaalde voorbeeld van golfvorming onder auto-verkeer op ballonbanden.

5. De voren onder 3 en 4 ontwikkelde gedachtengang legt het zwaartepunt bij golfvorming in de trillingsconstanten van de wielen (met assen) der voertuigen.

Er blijft echter een groot bezwaar bestaan tegen het aanvaarden van de in het voorgaande behandelde verklaring der golfvorming en wel dit, dat de veeringsconstanten der onderscheiden voertuigen natuurlijk min of meer belangrijke verschillen vertoonen en dat ook de rijsnelheden daarvan niet steeds gelijk zijn. De bij de onderscheiden wagens passende golf lengten zijn dus niet dezelfde en als niet geheel gelijksoortige voertuigen op een weg verkeerden zou in het beginstadium van golfvorming het optreden van tal van golven met verschillende lengte zijn te verwachten, m.a.w. de onderscheiden golven zouden elkaar neutraliseeren.

Nu is wel aan te voeren, dat waarschijnlijk steeds een aantal der over een weg verkeerende voertuigen gelijke of nagenoeg gelijke veeringsconstanten zal bezitten en dit aantal blijkbaar in genoegzaam sterke mate overweegt

op de overige voertuigen om tot waarneembare golfvorming aanleiding te kunnen geven, doch als geheel bevredigend kan deze verklaring niet worden beschouwd.

Echter is ook inzake golfvorming een andere veronderstelling geopperd, n.l. dat de eigen trilling der weg (verharding) — t.g.v. de verkeersstooten — van min of meer beheerschenden invloed op het onderwerpelijke verschijnsel zou kunnen zijn. Ook de wegverharding zal door haar eigen trilling (in verticale richting) kunnen veroorzaken, dat de wieldruk periodiek in grootte verandert. Hierdoor zou een nieuwe factor optreden en de toch reeds gecompliceerde aangrijping van het wegoppervlak door de voertuigwielen.

Experimenteel zijn op dit punt nog geen resultaten van onderzoek bekend geworden. Wel heeft een in deze richting de verklaring zoekende hypothese het voordeel, van iets beter dan die, waarbij de trilling der voertuigwielen als hoofdfactor beschouwd wordt, te verklaren, waarom in het algemeen en in het bijzonder op één enkelen weg de golflengte zoo gelijkmatig is. Nochtans is het ook hier moeilijk om aan te geven, waarom het in werkelijkheid steeds bestaande verschil in rijsnelheid van verschillende voertuigen niet door neutralisatie golfvorming voorkomt.

Zooals uit e.e.a. blijkt, tast men op vele punten nog in het duister.

6. Volledigheidshalve zij hier nog aangestipt, dat enkele onderzoekers als een belangrijke invloed op de vorming van golven beschouwen de erosie door langs de golfdalen wegvloeiend regenwater. Tot staving dezer meening wijzen zij er op, dat bij niet monolitische verhardingen in deze golfdalen veelal een gebrek aan fijn bindmiddel tusschen het steenslag of grind en een overmaat daarvan in langs de verharding voorkomende goten kan worden aangetoond. Voorts wordt aangehaald het boven reeds genoemde waarnemen van een scherp hoek tusschen weg en golfrichting op hellende wegen, terwijl ook nog wordt medegedeeld, dat wel nabij de kruin van

den weg de uithollingen min of meer vertakt zijn en pas meer nabij den kant der verharding zij zich tot enkele groote golfdalen vereenigen. Uit al deze verschijnselen zou het erosie-karakter zijn af te leiden.

Zonder de juistheid der in bijzondere gevallen verrichte waarnemingen te betwijfelen, mag hier toch worden opgemerkt, dat laatstbedoelde verklaring der golfvorming over 't algemeen weinig voldoet. Tegenover de geconstateerde gevallen van het schuin staan der golven op hellende wegen en het vertakken der golfdalen zijn vele andere te stellen, waarbij dit juist niet is kunnen worden waargenomen. De vorm der dikwijls gelijkmatig ronde golfdalen draagt meestal niet het karakter van erosie-geul en bij asphaltverhardingen voldoet deze verklaring in het geheel niet. Ten slotte wijst het constant zijn der golfenlengte er op, dat, indien uitspoeling tot de golfvorming bijdraagt, hier toch slechts van een secundaire werking sprake kan zijn en niet van een primaire oorzaak, daar anders de zuivere periodiciteit niet gemotiveerd schijnt.

7. De bestrijding der golfvorming kan preventief, dan wel repressief te werk gaan.

Preventief door te streven naar een gelijkmatige consolideering der verharding (bij het walsen), door een matig gebruik en een gelijke verspreiding van plastisch bindmiddel en bij asphalt-beton- en -mortelverhardingen door een laag asphaltgehalte, gebruik van een hard asphalt en door passende keuze, zoowel t.o. der zeefanalyse als der geaardheid, van het minerale gedeelte der slijtlaag. In laatstbedoelde richting is vooral voor asphaltverhardingen uitgebreid onderzoek verricht.

Ten slotte zou men in deze richting nog kunnen noemen het bevorderen der invoering van voertuigbanden en veer-constructies, welke niet licht medewerken bij het optreden van golfvorming.

Repressief moet golfvorming worden bestreden door het wegnemen der ontstane oneffenheden op het rijvlak. Bij grindwegen, waar de golfvorming, indien zij op-

treedt, zich meestal sneller ontwikkelt dan op asfaltwegen, is daartoe geregeld afvlakken noodzakelijk, terwijl men soms zelfs er toe over gaat periodisch met den wegploeg het verhardingsoppervlak geheel open te breken, teneinde daarna bij hernieuwde consolidering een meer gelijkmatige verdichting te kunnen bereiken. Laat men bij het afvlakken van dergelijke verhardingen een spoor der golven bestaan, al is het ook slechts licht, dan zijn deze onder druk verkeer veelal in enkele dagen weer tot op de oude hoogte aangegroeid.

8. Aan het einde van dit korte overzicht worde hier nog medegedeeld, welk werk de N. I. W. V. op dit gebied in de naaste toekomst hoopt te verrichten.

Daar reeds door verschillende deskundigen theoretischen praktisch onderzoek is verricht en nog wordt voortgezet en uitgebreid, uitgaande van het standpunt, dat bij golfvorming de hoofdfactor moet worden gezocht in de trilling van voertuigonderdeelen, is het als aangewezen beschouwd den Vereenigingsarbeid niet in deze richting te leiden.

Doelmatiger zal zijn het onderzoek in de tweede hooger aangeduide richting te leiden, teneinde te kunnen nagaan in hoeverre het aannemelijk is te achten, dat trillingen van wegverhardingen (en van grondslagen daarvan) voor een belangrijk deel oorzaken van golfvorming zijn. Overleg met het Laboratorium voor Materiaalonderzoek leidt er toe te verwachten, dat voor de ter zake noodzakelijke metingen zal kunnen worden gebezigd een verticaal-seismograaf, welke momenteel t.b.v. trillingsonderzoek door genoemde instelling wordt vervaardigd. Zijn met behulp daarvan de eigen trillingsperioden van verschillende verhardingen bepaald, dan zal men, in verband met de rijsnelheid van over de betrokken wegen verkeerende voertuigen, kunnen nagaan, of de in de praktijk voorkomende golflengte in overeenstemming is met hetgeen op den grond der hier bedoelde voorstelingswijze daarvan verwacht kan worden. T.z.t. zullen de resultaten van dit onderzoek in een verdere publicatie over de golfvorming nader worden bekend gesteld.

t-
k,
et
en
e-
e-
e
k
n
d.
r
it

n
n
-
g
d
.
r
n
n
n
)

r
k
r
t
t

