

VERKEERSONGEVALLLEN EN WEGDEKSTROEFHEDEN

Een onderzoek naar de statistische relatie tussen de stroefheid van het wegdek en de relatieve onveiligheid

Samenvatting van het researchrapport van de Subcommissie V van de Werkgroep Banden, Wegdekken en Slipongevallen

R-75-2

Voorburg, 1975

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord	3
Samenvatting	5
1. Inleiding	8
2. Grenzen aan het onderzoek	10
3. Enige begrippen	13
3.1. Stroefheid	13
3.2. Uurintensiteit	14
3.3. Duur van de neerslag	16
3.4. Ongevallen	17
4. Uitvoering van het onderzoek	18
4.1. Verzamelen van de gegevens	18
4.2. Verwerken van de gegevens	19
5. Resultaten	22
5.1. Algemene beschouwing	22
5.2. Uitkomsten van het onderzoek	23
5.3. Kanttekeningen	23
6. Aanbevelingen	26
Bijlagen 1 t/m 8	28

VOORWOORD

In 1966 heeft de toenmalige Minister van Verkeer en Waterstaat de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV verzocht een onderzoek in te stellen naar de omvang van het verschijnsel slippen en naar de invloed van de verschillende factoren die bij het slippen een rol spelen.

De overwegingen die de Minister tot deze onderzoekopdracht deden besluiten waren de volgende:

Het verschijnsel slippen van voertuigen wordt weliswaar algemeen beschouwd als een factor die belangrijk bijdraagt tot het ontstaan van verkeersongevallen, doch hoe groot de omvang van het verschijnsel is, kan men moeilijk vaststellen.

Dit komt doordat slippen in de ongevallenregistratie geen duidelijk gedefinieerd begrip is en niet bij ieder ongeval specifiek onderzocht wordt of slippen al dan niet een rol heeft gespeeld.

Naar aanleiding van de door de Minister verstrekte opdracht heeft het bestuur van de SWOV een werkgroep Banden, Wegdekken en Slipongevallen ingesteld. De taak van deze werkgroep bestond uit:

1. Inventarisatie van de technische (voertuig-, weg-)factoren die van invloed kunnen zijn op slipongevallen;
2. Een onderzoek naar de mate waarin deze technische factoren in feite het ontstaan van slipongevallen beïnvloeden, met andere woorden, een classificatie van eerste en tweede orde factoren;
3. Een onderzoek naar de verbeteringen die aan deze technische omstandigheden kunnen worden aangebracht en waarvan een gunstige invloed op het voorkomen van slipongevallen mag worden verwacht.
4. Het ontwikkelen of aanpassen van meetapparatuur, waarmee op eenvoudige wijze de wegdekeigenschappen die van invloed zijn op het ontstaan van slipongevallen kwantitatief kunnen worden bepaald.

Het eerste interimrapport van de werkgroep (SWOV publikatie 1969-4) werd in 1969 aan de opdrachtgever aangeboden. In dit rapport, dat een overzicht van de stand van zaken geeft en een voorlopige aanbeveling bevat ten aanzien van de stroefheid van wegdekken, is tevens een overzicht opgenomen van het gehele onderzoekprogramma.

Een onderdeel van dit programma is een onderzoek naar het verband tussen de stroefheid van een wegdek en de relatieve onveiligheid. Deze relatieve onveiligheid kan gedefinieerd worden als het totaal aantal ongevallen per miljoen voertuigkilometers.

In deze deelstudie zouden andere invloedsfactoren dan de wegdekstroefheid zo goed mogelijk constant worden gekozen. De Werkgroep realiseerde zich hierbij dat het moeilijk zou zijn voldoende weggedeelten van overeenkomstige geometrieën en verkeersstromen te vinden.

Toen de invloedsgebieden van bochten, kruisingen, in- en uitvoegstroken moesten worden aangegeven, bleken de moeilijkheden inderdaad zo groot dat de onderzoekers in de voorbereidende fase reeds tot de conclusie kwamen dat een onderzoek in de strikte vorm van de oorspronkelijke opzet niet uitvoerbaar was.

Wel leken mogelijkheden aanwezig voor een vergelijkbare studie als de beperktheid van een enkelfactoronderzoek gedeeltelijk werd losgelaten.

Op grond van de resultaten van een proefonderzoek dat volgens een gewijzigde opzet was ingesteld kon worden besloten de studie op ruimer schaal voort te zetten.

Deze grotere studie, waarvan dit rapport een verslag geeft, is verricht door Subcommissie V van bovengenoemde Werkgroep Banden, Wegdekken en Slipongevallen. Zitting in de Subcommissie hadden:

voor het Rijkswegenbouwlaboratorium: J.C. de Bree en ir. P.M.W. Else-naar;

voor de Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat: E.W. Hennevanger (opvolger van S. Cohen Rodrigues) en G.J.V. Hotze (opvolger van ir. J.H. Jenezon);

voor de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV: J.M.J. Bos, J.C.A. Carlquist en ir. H.G. Paar (voorheen bovendien ir. M. Slop).

Deze samenvatting is bewerkt aan de hand van het originele rapport van Subcommissie V door ir. L.H.M. Schlösser, SWOV.

SAMENVATTING

Het onderzoek

Deze studie maakt deel uit van een omvangrijk onderzoekprogramma van de Werkgroep Banden, Wegdekken en Slipongevallen. De opdracht was, met gebruikmaking van bestaande gegevens, te zoeken naar een statistische relatie tussen de stroefheid van een wegdek en het aantal ongevallen per miljoen voertuigkilometers.

De te ontwikkelen onderzoekprocedure moest op het punt van de wegdekstroefheid bruikbaar zijn voor de overheid bij het bepalen van een verkeersveiligheidsbeleid. Met de uitkomsten van de studie zou waar mogelijk het beleid rechtstreeks worden gevoed.

De studie is verricht met bestaande gegevens uit de jaren 1965 en 1966. Zij omvat nagenoeg alle belangrijke wegvakken van het Nederlandse rijkswegennet, waarbij twee wegtypen werden onderscheiden. Wegtype I omvat voornamelijk autosnelwegen. Tot wegtype II behoren de overige wegen zoals autowegen en wegen met één rijbaan.

De stroefheidsgegevens, waarvan in deze studie gebruik is gemaakt, hebben betrekking op wegdekken in natte toestand. De hoge stroefheid van droge wegdekken zou door vrijwel geen nat wegdek worden bereikt. Ook de aanwezige intensiteitsgegevens moesten dus op natte wegen betrokken worden en dit is slechts mogelijk geweest met behulp van cijfermateriaal over de duur van de neerslag. Over de wijze waarop wegdekken opdrogen, is nog onvoldoende bekend. De ongevalgegevens bevatten een rechtstreekse aanduiding van de weersgesteldheid. Binnen de opdracht zijn het dan ook weersomstandigheden van regen, waarmee de studie zich in hoofdzaak heeft beziggehouden.

Ongevallen op wegdekken die door sneeuw, ijzel of vuil extra glad waren, bleven buiten het onderzoek.

De relatieve onveiligheid, waarvan de opdracht spreekt, is in de studie op tweeërlei wijzen uitgedrukt.

In het begrip ongevallenquotiënt wordt aangegeven in welke verhouding het aantal ongevallen dat in een zekere periode op een bepaald wegvak plaatsvindt, staat tot het totale aantal kilometers dat in dezelfde periode op het desbetreffende wegvak is verreden.

Wanneer evenzo het aantal bij ongevallen betrokken voertuigen van een gegeven categorie wordt uitgezet tegen het totale aantal door die voertuigcategorie afgelegde kilometers, ontstaat het begrip betrokkenheidsquotiënt.

De betrokkenheidsquotiënten zijn in de onderhavige studie niet slechts per wegtype verkregen voor het totaal van alle voertuigen, maar ook afzonderlijk voor personen- en voor vrachtauto's. De genoemde quotiënten werden met behulp van het redelijk goed gedetailleerde basis-materiaal voor alle klassen van wegdekstroefheid berekend. Binnen elke stroefheidsklasse zijn zij bovendien bepaald voor alle optredende klassen van totale uurintensiteit van het verkeer.

Resultaten en aanbevelingen

Binnen het kader van de opdracht is de studie er op de beschreven wijze in geslaagd tot een aanvaardbare opzet van het onderzoek te geraken, de nodige gegevens te verzamelen, deze door aanduiding van de plaats op een wegdek aan elkaar te koppelen en ze met een computer conform de opzet tot een redelijk resultaat te verwerken.

Afgeleide van het statistische, niet experimentele karakter van het onderzoek is echter dat de onderzoekprocedure slechts tot op zekere hoogte bruikbaar kan zijn als instrument van verkeersveiligheidsbeleid.

Het lijkt niettemin waarschijnlijk dat de ingevolge de onderzoekopdracht gevonden relatie, waarbij in algemene zin bij elke lagere stroefheid van het wegdek een grotere relatieve onveiligheid hoort, duidelijk causale achtergronden heeft.

Aanbevolen wordt dan ook dat als algemene maatregel van verkeersveiligheid een minimumstroefheid zou moeten worden vastgesteld voor

wegdekken in natte toestand.

Er moet echter tegen gewaarschuwd worden de verkregen onderzoekresultaten zonder nader onderzoek van de plaatselijke weg- en verkeersomstandigheden binnen het raam van een al te lokaal verkeersveiligheidsbeleid toe te passen.

1. INLEIDING

"Slippen" werd in de reeds in het voorwoord aangehaalde SWOV publicatie 1969-4 nader aangeduid als "een voertuigbeweging, waarbij glijden van één of meer wielen optreedt".

Het is duidelijk dat een dergelijk verschijnsel zich bij een verkeersongeval achteraf niet altijd even duidelijk meer laat constateren. Bovendien kent de Nederlandse ongevallenregistratie niet de categorie "slipongevallen", al wordt veelal wel onder de "korte omschrijving van het ongeval" op het CBS-statistiekformulier aangetekend als er "kennelijk" van "slippen" sprake was. De omvang van het verschijnsel slippen, en dientengevolge ook de betekenis van de wegdekstroefheid voor de veiligheid van het wegverkeer, bleven daarmee goeddeels verborgen.

Dat de stroefheid van het wegdek dikwijls een belangrijke rol zal spelen in het ontstaan van ongevallen kon niettemin in verschillende reeds eerder uitgevoerde studies worden aangetoond. Dit heeft mede bevorderd dat de beheerder van de rijkswegen reeds vele jaren geleden een richtwaarde voor de minimumstroefheid van een (nat) wegdek kon gaan hanteren. Omtrent het wenselijke niveau van deze richtwaarde verkeerde hij echter in het onzekere.

Genoemde omstandigheden hebben ertoe geleid dat een omvangrijk onderzoek van de grond kwam, waarin niet alleen de stroefheid van het wegdek, maar ook de eigenschappen van autobanden en de aard van het contact tussen wegdek en autoband in hun onderlinge samenhang objecten van studie werden.

De onderhavige studie is onderdeel V van dit onderzoek. Zij heeft de opdracht na te gaan op welke wijze met bestaande gegevens een statistisch verband kan worden gevonden tussen de stroefheid van het wegdek en de onveiligheid per miljoen voertuigkilometers. In aansluiting hierop dient zij tevens dit verband vast te stellen

Voor het bepalen van de relatieve onveiligheid zijn zowel ongevallen- als expositie- (in dit geval intensiteits- en weglengte-, uiteindelijk dus voertuigkilometer-)gegevens nodig. Op andere gegevens, zoals voertuigtype en overige wegkenmerken wordt in het volgend hoofdstuk nog teruggekomen.

De ongevallengegevens moeten worden ontleend aan de door de politie opgemaakte statistiekformulieren van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Sinds 1967 is met nog onbekende gevolgen voor de kwaliteit van de ongevallenstatistiek dit formulier veelal niet meer ingevuld voor ongevallen met uitsluitend lichte materiële schade. De onderhavige studie heeft zich dan ook willen richten op vollediger ongevallengegevens van vóór deze wijziging in het registratiebeleid, zoals die voor rijkswegen direct toegankelijk aanwezig zijn bij de Rijkswaterstaat.

De beschikbare intensiteitsgegevens werden in hoofdzaak verkregen bij de vijfjaarlijkse algemene verkeerstellingen van de Rijkswaterstaat, laatstelijk gehouden in 1965 en in 1970. Op beperkter schaal is op de belangrijkste rijkswegen ook gedurende de tussenliggende jaren stelselmatig telmateriaal verzameld.

De stroefheidsgegevens voor de studie zijn afkomstig van het Rijkswegenbouwlaboratorium, dat jaarlijks systematisch op de rijkswegen en de belangrijkste wegen van het provinciale en gemeentelijke wegennet metingen verricht naar o.a. de stroefheid van natte wegdekken. Tenslotte worden de neerslaggegevens die een belangrijke rol moeten spelen bij het bepalen van de periode waarover de wegdekken nat zullen zijn geweest, permanent door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut geregistreerd.

Op grond van de beschikbare gegevens is het onderzoekgebied bepaald op de belangrijkste Nederlandse rijkswegen over de jaren 1965 en 1966.

Hierbij is aangenomen dat voor de vorm van de in het onderzoek gezochte relatie en voor de relatieve betekenis van de beschouwde invloedsfactoren de gemaakte keuze weinig essentieel zal zijn.

2. GRENZEN AAN HET ONDERZOEK

De studie is erop gericht uit aantallen verkeersongevallen inzichten af te leiden omtrent de feitelijke betekenis van de wegdekstroefheid voor het wegverkeer.

Het is daarbij aannemelijk dat een ongeval eerder gebeurt bij lagere dan bij hogere stroefheid van het wegdek. Doorgaans echter zullen vele andere factoren het ontstaan van ongevallen mede beïnvloeden, met het gevolg dat de rol van de wegdekstroefheid als zodanig verborgen blijft. Het is derhalve noodzakelijk zich van alle relevante invloeden rekenschap te geven. Tegelijk met de wegdekstroefheid zullen nog enige factoren feitelijk mede in het onderzoek moeten worden betrokken. Ten aanzien van andere al dan niet geregistreeerde of imponderabele factoren zouden in eerste aanleg passende veronderstellingen kunnen volstaan.

Het aantal ongevallen dat op een bepaald wegvak plaatsvindt, zal onder overigens gelijke omstandigheden enerzijds met de lengte van dat wegvak, anderzijds met het aantal passerende voertuigen, en uiteindelijk dus met het aantal verreden voertuigkilometers, toenemen.

Om wegvakken te kunnen vergelijken wordt dan ook niet van het aantal ongevallen, maar van de relatieve onveiligheid gesproken.

Een tweede factor, die grote invloed heeft op het ontstaan van ongevallen, is de aanwezigheid van kruisingen, bochten en andere onderbrekingen in het wegverloop. Daar het moeilijk valt aan te geven in welke mate een weg een onderbreking vertoont, is in de studie volstaan met onderscheid te maken tussen minder en meer discontinuëtypen.

Wegtype I omvat de wegen met twee gescheiden rijbanen van elk twee of drie stroken en ongelijkvloerse kruisingen (autosnelwegen). De overige onderzoekswegen zijn van wegtype II. Hiertoe behoren alle wegen met gelijkvloerse kruisingen, maar tevens de wegen met ongelijkvloerse kruisingen voorzover deze slechts één rijbaan hebben (autowegen en wegen met één rijbaan).

Ook de uurintensiteit van het verkeer is van niet te verwaarlozen betekenis voor het ontstaan van ongevallen. Samen met het wegtype bepaalt

zij in hoge mate verkeersstroomkarakteristieken als gemiddelde volgafstanden, rij snelheden en aantallen inhaalmanoeuvres. Van principiële aard is de overweging, dat zij tot op zekere hoogte met de wegdekstroefheid verstrengeld kan zijn. De Rijkswaterstaat zal immers de neiging kunnen hebben, bij voorrang op de zwaarbelaste autosnelwegen de wegdekstroefheid op een hoog niveau te handhaven. Lagere stroefheden treden dan verhoudingsgewijs vaker op bij de lagere uurintensiteiten van minder druk bereden rijkswegen. Omgekeerd zouden door de polijstende werking van het verkeer ook juist de zwaarbelaste wegdekken relatief vaak minder stroef kunnen zijn.

Het vrachtautoverkeer doet, naar mag worden verwacht, een geheel ander beroep op de wegdekstroefheid dan het personenautoverkeer. Zowel met betrekking tot bandeigenschappen en bandbelastingen als bewegingskenmerken en afmetingen verschillen de beide betreffende voertuigcategorieën. In deze studie is er dan ook de voorkeur aangegeven, niet slechts de ongevallenquotiënten, maar tevens per voertuigcategorie de betrokkenheidsquotiënten te beschouwen. De categorie van de vrachtauto's omvat daarbij alle soorten vrachtauto's van bestelauto's met of zonder aanhangwagens tot trucks met of zonder aanhangwagens of oplegger, inclusief autobussen.

Microbussen, combinatieauto's en personenauto's, alle met of zonder aanhangwagens, behoren tot de categorie van de personenauto's. Andere voertuigsoorten (bijv. motorfietsen) hebben een gevoeglijk te verwaarlozen aandeel in de verkeersintensiteiten.

Tot nu toe hebben in de studie algemene wegfactoren, verkeersgedragfactoren en voertuigfactoren, zij het wat schematisch, nadere aandacht gekregen. Het is daarbij mede van wezenlijk belang dat de beschreven factoren aanknopingspunten kunnen bieden voor gedifferentieerde beleidsmaatregelen terzake van de wegdekstroefheid.

Ook de weersomstandigheden zullen echter van invloed zijn op het ontstaan van ongevallen. Op een nat wegdek en dus ook tijdens neerslag ligt bovendien de stroefheid beduidend lager dan op een droog wegdek. Van de stroefheid van droge wegdekken is slechts bekend dat zij meer bedraagt dan wat doorgaans op natte wegdekken als hoogste waarde wordt

gevonden. Deze hoge stroefheden zijn in de studie evenwel niet van groot belang en zullen derhalve slechts terloops worden beschouwd. Het moeten voorts open vragen blijven, hoe lang het duurt voor een wegdek van een gegeven verhardingskwaliteit mede onder invloed van zon, wind en verkeer is opgedroogd, wanneer het droog mag worden geacht na een regenbui van een bepaalde hevigheid en of het voordien al dan niet weer is gaan regenen.

Voertuigkilometers kunnen dientengevolge alleen berekend worden voor zover ze tijdens dan wel juist niet tijdens neerslag zullen zijn verreden.

Eveneens om technische redenen bepaalt de studie zich aldus in hoofdzaak tot weersomstandigheden van regen.

Met de genoemde factoren kunnen in ruwe lijnen de voorkomende algemene verkeerssituaties worden gekenschetst vanuit het gezichtspunt van de aantallen ongevallen waartoe zij aanleiding plegen te geven. De overige omstandigheden van het ongeval en het ongevalsproces zelf, zouden zij al te achterhalen zijn en toegankelijk voor beleidsmaatregelen, blijven daarbij onaangeroerd. Binnen ruime grenzen moet immers de wegdekstroefheid juist ook in bijzondere omstandigheden voldoende bestuurbaarheid van voertuigen mogelijk maken en aldus bijdragen tot het vermijden van ongevallen.

3. ENIGE BEGRIPPEN

3.1. Stroefheid

In de studie wordt als maat voor de stroefheid gebruikt de langskracht-coëfficiënt (het quotiënt van de remkracht en de verticale wielbelasting) zoals deze op nat wegdek volgens de standaardmeetmethode "vertraagd wiel" wordt gevonden tussen een standaardmeetband en een wegdek. De drifthoek is 0° . De meetband van maat 5.60 x 13'' heeft een natuurrubber loopvlak met profiel V83. Bij een bandbelasting van 200 kgf draagt de bandspanning 2 kgf/cm^2 (eenheden conform het gebruik in de praktijk).

Op het te meten wegdek wordt een waterlaag gesproeid ter dikte van 0,5 mm. Het meetwiel sleept met een constante snelheid van 50 km/h over het natte wegdek. Daarbij krijgt het door middel van een tandwielbak een zodanige hoeksnelheid opgedrongen dat de stroefheidsmeting kan worden verricht met een langsslip van 86%.

Het Rijkswegenbouwlaboratorium beschikt voor het uitvoeren van zijn jaarlijkse systematische stroefheidsonderzoek op rijkswegen over de meetwagen SW 8. De metingen daarmee vinden voornamelijk plaats in de maanden augustus en september. De stroefheid van het wegdek bereikt in deze periode van het jaar doorgaans haar laagste waarde.

Bij alle wegen met in totaal drie of meer rijstroken wordt de stroefheid in de rechterraijsporen van het verkeer bepaald. De inhaal- en overhaalstroken, die buiten het meetprogramma blijven, zijn in het algemeen één stroefheidsklasse hoger, maar krijgen de stroefheden van de ernaast liggende rijstroken (zie voor klasse-indeling blz. 18). Bij enkelbaanswegen met twee rijstroken vindt de stroefheidsmeting plaats in één rijrichting. Het meetresultaat wordt dan ook op de andere rijstrook toegepast. Dit is toelaatbaar wanneer het daarbij, zoals doorgaans mag worden verwacht, gaat om een weg van één soort verharding, die overal even lang aan de inwerking van het klimaat en van vergelijkbaar verkeer bloot stond.

In het systematische stroefheidsonderzoek zal al naar gelang de lengte van de weg, steekproefsgewijze aan één of meer vakken van een bepaalde ter lengte van 100 meter worden gemeten. Op deze wijze verrichtte het

Rijkswegenbouwlaboratorium in de onderzoeksperiode op de meer dan 3500 kilometer rijksweg jaarlijks over ruim 2000 vakken stroefheidsmetingen.

Na wegreconstructies en wijzigingen daarbij in de wegdekverhardingen werden tussentijds jaarlijks op nog eens zo'n 2000 vakken stroefheden gemeten. Vanaf de maand van de reconstructie gold voor het betreffende weggedeelte de nieuwe stroefheid.

3.2. Uurintensiteit

Het totale aantal voertuigen dat in een zeker uurinterval een bepaalde wegdoorsnede met eenzelfde rijrichting passeert, heet in de studie de uurintensiteit ter plaatse, in die rijrichting en voor dat uurinterval.

Als enige voertuigen elk een gegeven afstand rijden, leggen zij gezamenlijk hun aantal maal die gegeven afstand aan voertuigkilometers af.

Bij de algemene verkeerstellingen van 1965 is door Rijkswaterstaat aan 38 basistelpunten uitgebreid het verkeer van de rijkswegen geteld. Alle basistelpunten waren het gehele jaar uitgerust met pneumatische telapparatuur. Deze registreerde de aantallen passerende voertuigassen op een mechanisch telwerk, dat dagelijks op een vast tijdstip werd afgelezen. Bovendien zijn aan elk basistelpunt gedurende ruim 40 dagen in dat jaar ieder uur visueel de deelintensiteiten van de belangrijkste voertuigcategorieën geteld.

Met behulp van het verzamelde materiaal, voor 1966 op beperkte schaal aangevuld, konden een aantal mechanismen (veronderstelde wetmatigheden) worden gekwantificeerd, volgens welke het verkeer zich in een wijd gebied rond het beschouwde basistelpunt zou voltrekken. Deze mechanismen zijn:

1. De procentuele verdelingen van de jaargemiddelde verkeersintensiteiten over de 24 uurintervallen van een werkdag, een zaterdag en een zondag. Deze drie uurverdelingen zijn onveranderlijk voor beide onderzoekjaren gehanteerd. Bij wegen met gescheiden rijbanen, waar over elke rijbaan een aparte telslang lag, werden de uurverdelingen voor elk van de beide rijrichtingen bepaald.
2. De relatieve niveaus van de jaargemiddelde verkeersintensiteiten van een zaterdag en een zondag ten opzichte van de jaargemiddelde verkeersintensiteit van een werkdag. De twee niveaufactoren zijn onveranderlijk voor beide onderzoekjaren gehanteerd.
3. De procentuele verdeling van de jaargemiddelde deelintensiteit van vrachtauto's over de 24 uurintervallen van een werkdag. De uurverdeling is onveranderlijk voor beide onderzoekjaren gehanteerd. Op zaterdager en op zondagen was de omvang van het vrachtverkeer te verwaarlozen.
4. De relatieve niveaus van de gemiddelde dagintensiteiten in elk van de 12 maanden. Deze maandcoëfficiënten golden niet voor het vrachtverkeer afzonderlijk, dat zich binnen een jaar op nagenoeg eenzelfde niveau bleef afwickelen.
5. Het relatieve niveau van de gemiddelde dagintensiteit in 1966 ten opzichte van die in 1965.

De genoemde mechanismen werden voor een te beschouwen wegvak op een absoluut niveau vastgelegd met twee kerncijfers:

1. Het absolute niveau van de jaargemiddelde verkeersintensiteit van een werkdag in 1965 op dat wegvak.
2. Het absolute niveau van de jaargemiddelde deelintensiteit van vrachtauto's van een werkdag in 1965 op dat wegvak, gegeven als een gemiddeld vrachtauto-aandeel in de jaargemiddelde totale verkeersintensiteit van een werkdag.

Deze kerncijfers zijn voor de wegvakken van de basistelpunten verkregen uit de reeds beschreven tellingen.

Onder een wegvak moet hier worden verstaan een aaneengesloten weggedeelte dat wordt toegewezen aan een meetvak van een stroefheidsmeting. Het wegvak wordt dan geacht overal dezelfde stroefheid te hebben.

Ten behoeve van de andere wegvakken werd in de loop van 1965 aan een kleine 800 gewone telpunten een aanvullend telprogramma gerealiseerd. Daarbij verrichtte de Rijkswaterstaat op elk telpunt ofwel gedurende twee volle weken mechanisch, ofwel gedurende één volle week dan wel

drie hele dagen visueel tellingen van het verkeer op rijkswegen.

3.3. Duur van de neerslag

Nederland is in de studie opgedeeld in 21 neerslaggebieden. Binnen elk gebied zouden twee mechanismen het voorkomen van neerslag gedeels beheersen. Deze veronderstelde wetmatigheden zijn:

1. De procentuele verdeling van de gemiddelde dagelijkse duur van de neerslag over de 24 uurintervallen van een etmaal
2. De tijdsduur gedurende welke, gerekend met totaalcijfers, gemiddeld neerslag moet vallen om 1 millimeter neerslag te verkrijgen.

Voor het centrumgebied en voor de vier hoekgebieden konden deze mechanismen voor elke onderzoekmaand rechtstreeks worden gekwantificeerd. In deze gebieden liggen de basisweerstations De Bilt, Den Helder, Vlissingen, Beek (L) en Eelde. Aan deze stations, die alle zijn toegerust met zelfschrijvende neerslagmeters, verzamelt het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut in een continu meetprogramma uitgebreid gegevens over de duur en de hoeveelheid van de neerslag. Bij alle andere weerstations wordt alleen dagelijks op een vast tijdstip de hoeveelheid neerslag opgemeten.

De beide mechanismen zijn voor elk van de overige neerslaggebieden door lineaire interpolatie gekwantificeerd uit de gevonden wetmatigheden van de twee of drie naastliggende basisgebieden.

De absolute niveaus, waarop de uurverdelingen van de duur van de neerslag speelden, maakten voor de basisweerstations deel uit van het pakket meetgegevens. Voor elk van de overige 82 weerstations, die voor de studie uit de waarnemingsplaatsen van het KNMI waren gekozen, werden schattingen voor deze niveaus verkregen uit de ter plaatse gemeten hoeveelheden neerslag. Daarbij werd gebruik gemaakt van het tweede mechanisme, zoals dat in het desbetreffende neerslaggebied voor de beschouwde maand gold.

3.4. Ongevallen

Alle ongevallen die in 1965 en 1966 op onderzoekvakken van het Nederlandse rijkswegennet plaatsgevonden hebben, voor zover ze door de politie werden geregistreerd, zijn in de studie verwerkt. De rijstrook is daarbij doorgaans onbekend. Bij de politieregistratie zal om praktische redenen sprake kunnen zijn geweest van enige selectie op basis van de aanwezigheid van lichamelijk letsel bij het ongeval, de omvang van de materiële schade of juridische ernst van de overtreding. In 1967 was dit mede achtergrond voor een officiële beperking van de registratieactiviteit van de politie in Nederland.

Bij elk afzonderlijk ongeval kunnen verscheidene voertuigen betrokken zijn; dit aantal wordt mede bepaald door het feit of hun betrokkenheid door de politie wordt geacht volgens plaats, tijd en omstandigheden dezelfde "oorzaak" te hebben.

De relatieve onveiligheid is in de studie op twee verschillende manieren uitgedrukt. Onder het ongevallenquotiënt wordt verstaan het aantal ongevallen per miljoen verreden voertuigkilometers. Het betrokkenheidsquotiënt voor een bepaalde voertuigcategorie is het aantal bij ongevallen betrokken voertuigen van die categorie per miljoen door die voertuigcategorie verreden kilometers.

4. UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

4.1. Verzamelen van de gegevens

Elke onderzoekweg is zodanig in vakken verdeeld dat overal binnen de sectiegrenzen bij goede benadering dezelfde intensiteits- en stroefheidsgegevens gelden. Een wegvak ligt duidelijk vast door zijn wegtype, wegnummer, wegvaknummer en hectometrering. Uit de hectometrering volgt ook zijn lengte.

Het basismateriaal aan stroefheidsgegevens bevat van elk wegvak de stroefheid bij nat wegdek. Voor zover het een tweebaansweg betreft, is het vak opgesplitst in twee deelvakken van tegengestelde rijrichting met elk een eigen stroefheid.

De langskrachtcoëfficiënten van natte wegdekken werden ingedeeld in negen stroefheidsklassen met een breedte van 0,05. De laagste stroefheidsklasse 1 heeft betrekking op coëfficiënten kleiner dan 0,36. Droge wegdekken worden geacht te vallen in stroefheidsklasse 9 met langskrachtcoëfficiënten gelijk aan of groter dan 0,71 (zie bijlage 6.2.).

Het basismateriaal aan intensiteitsgegevens bevat van elk wegvak de twee eerder ter sprake gebrachte kerncijfers betreffende het intensiteitsniveau. Aan elk vak is bovendien een basistelpunt toegevoegd, waardoor toegang ontstaat tot de ook reeds beschreven mechanismen in het intensiteitsverloop. Is het wegvak tweebaans, dan heeft elk van de beide deelvakken van tegengestelde rijrichting eigen uurverdelingen van de totale intensiteit.

De totale uurintensiteit als invloedsfactor bij het ontstaan van ongevallen werd voor wegen van wegtype I ingedeeld in 20 klassen met een breedte van 100 voertuigen per uur per rijrichting. Voor wegtype II zijn er 15 klassen met een breedte van 200 voertuigen per uur, over beide rijrichtingen samen bij éénbaanswegen en per rijrichting als het een tweebaansweg betreft. De hoogste klassen hebben geen bovengrens (zie bijlage 7.1.1. resp. 7.2.1.).

Aan elk wegvak werd een weerstation toegevoegd, terwijl ieder weerstation zelf weer verbonden is met een gegeven neerslaggebied.

Op deze wijze zijn de eerder beschreven neerslaggegevens voor de studie toegankelijk gemaakt.

De ongevalgegevens behelzen, voor zover daarvan gebruik is gemaakt:

1. Het wegvak van het ongeval.
2. De weersgesteldheid in termen van neerslag of geen neerslag ten tijde en op de plaats van het ongeval.
3. De vochtigheidstoestand van het wegdek in termen van nat of droog ten tijde op de plaats van het ongeval.
4. Datum en tijdstip van het ongeval.
5. De aantallen personenauto's, vrachtauto's en andere voertuigen, die bij het ongeval waren betrokken.

4.2. Verwerken van de gegevens

De onderzoekgegevens zijn in hoofdzaak in drie fasen verwerkt:

1a. De ongevallen werden ingedeeld in de stroefheidsklasse van het wegvak waarop zij plaatsvonden. De maand waarin het ongeval plaatsvond was daarbij, zoals eerder is uiteengezet, soms en het jaar altijd van betekenis.

Voor ongevallen op droog wegdek gold de hoogste stroefheidsklasse 9, voor ongevallen tijdens neerslag de klasse van natte wegdekstroefheid. Viel er geen neerslag ten tijde van het ongeval, maar was het wegdek wel nat, dan kreeg het ongeval de hoogste stroefheidsklasse 9 toegewezen. Daarnaast zijn alle ongevallen op een nat wegdek maar niet tijdens regen apart nog eens onderverdeeld in de klassen van natte stroefheid. Op deze wijze kan een vergelijking worden gemaakt tussen ongevallen op nat wegdek tijdens regen en ongevallen op nat wegdek niet tijdens regen.

Gebeurde het ongeval op een tweebaanswegvak in een niet bekende rijrichting, dan viel het voor de helft toe aan elk van de stroefheidsklassen van de beide deelvakken.

De aantallen personenauto's, vrachtauto's en het totale aantal voertuigen, betrokken bij het ongeval, kregen elk afzonderlijk ook de gevonden stroefheidsklasse aangewezen.

1b. De ongevallen werden tegelijk ingedeeld in de uurintensiteitsklasse van het uurinterval, waarin zij plaatsvonden. Zowel het wegvak, als de dag van de week, de maand en het jaar van het ongeval waren daarbij, zoals eerder is uiteengezet, van betekenis. Algemene feestdagen golden

als zondagen.

Gebeurde het ongeval op een tweebaanswegvak in een niet bekende rijrichting, dan viel het voor de helft toe aan elk van de uurintensiteitsklassen van de beide deelvakken.

De aantallen personenauto's, vrachtauto's en het totale aantal voertuigen, betrokken bij het ongeval, kregen elk afzonderlijk ook de gevonden uurintensiteitsklasse aangewezen.

2. Successievelijk werd voor alle wegvakken van het onderzoek voor in principe elk uurinterval van de beide onderzoekjaren de totale uurintensiteit berekend. Enerzijds is deze totale uurintensiteit telkens toegewezen aan een uurintensiteitsklasse, anderzijds gaf zij tegelijk, vermenigvuldigd met de wegvaklengte, het totale aantal voertuigkilometers, dat op het gegeven wegvak in een beschouwd uurinterval moet zijn verreden.

Bovendien is voor het wegvak en voor het desbetreffende uurinterval de deelintensiteit van vrachtauto's bepaald. Vermenigvuldigd met de wegvaklengte gaf deze het aantal vrachtautokilometers dat verreden moet zijn. Van de voertuigkilometers blijven dan nog slechts personenautokilometers over.

Tenslotte zijn de drie soorten verreden kilometers, die reeds een uurintensiteitsklasse toegevoegd kregen, ingedeeld in de stroefheidsklasse van het wegvak. Daartoe werd voor het wegvak en voor het beschouwde uurinterval de duur van de neerslag berekend. Het gedeelte van het uur, waarover er neerslag viel en waarover het wegdek zeker nat is geweest, moet tevens het gedeelte van de kilometers zijn, dat zeker op nat wegdek verreden werd. Voor de desbetreffende aantallen kilometers gold de (natte) stroefheidsklasse van het wegvak. De overige kilometers zijn toegewezen aan stroefheidsklasse 9.

3. Tot dusverre zijn drie soorten kruistabellen verkregen. De eerste soort omvat per wegtype vier tabellen van aantallen ongevallen of aantallen bij ongevallen betrokken voertuigen.

De tabellen van de tweede soort zijn uitsluitend samengesteld aan de hand van gegevens over ongevallen, die niet tijdens neerslag plaats-

vonden maar wel op een nat wegdek, voor zover zij in de klasse van werkelijke (natte) wegdekstroefheid werden ingedeeld. De derde soort heeft per wegtype drie tabellen met verreden kilometers.

De horizontale variabele in de tabellen is de wegdekstroefheidsklasse, de verticale de uurintensiteitsklasse.

De gezochte vierde soort kruistabellen van per wegtype vier tabellen met ongevallen- en betrokkenheidsquotiënten, ontstaat nu uit celsgewijze deling van tabellen van de eerste door overeenkomstige tabellen van de derde soort (bijlage 1).

5. RESULTATEN

5.1. Algemene beschouwing

Uitgaande van de 36.364 geregistreeerde verkeersongevallen, die in de periode van twee jaar op de onderzoekwegvakken van het Nederlandse rijkswegennet plaatsvonden, zijn voor wegtype I bij 2.360 en voor wegtype II bij 5.243 ongevallen die tijdens neerslag plaatsvonden de wegdekstroefheidsklassen en de uurintensiteitsklassen gevonden (Bijlage 2.1). De circa 4% ongevallen op door sneeuw, ijzel of vuil extra glad wegdek zijn buiten het onderzoek gelaten.

De ongevallen tijdens neerslag vormden meer dan 20% van het totale aantal ongevallen (Bijlage 2.2), terwijl nauwelijks 8½% van alle voertuigkilometers tijdens neerslag werd verreden (Bijlage 2.3). In totaal vond ruim 35% van alle ongevallen op een nat wegdek plaats.

De aantallen ongevallen hebben betrekking op ruim 1100 km afzonderlijke rijbaan van wegtype I en op ruim 2300 van wegtype II (Bijlage 3).

Meer dan 40% van alle voertuigkilometers werd verreden op wegen van wegtype I. Op deze wegen gebeurde evenwel nog geen 30% van alle ongevallen uit het onderzoek.

Het gemiddelde aantal bij een ongeval betrokken voertuigen nam bij oplopende uurintensiteit van het verkeer globaal toe van ongeveer 1,5 tot ongeveer 2,5 (Bijlage 4). In totaal kwam het op bijna 2.

Het aandeel van de vrachtauto's lag daarbij, behalve voor wegtype I waar het onder omstandigheden van neerslag beneden de 16% bleef, ruwweg tussen 20 en 23%. Het vrachtverkeer nam echter slechts 15 à 17% van de verreden voertuigkilometers voor zijn rekening.

Vergeleken met de ongevallen tijdens neerslag kwamen de ongevallen op een nat wegdek maar niet tijdens neerslag, relatief minder vaak voor bij hogere dan bij lagere uurintensiteiten (Bijlage 5). Waar de uurintensiteit van het verkeer van grote betekenis is in het opdroogproces van een nat wegdek na neerslag, zullen bij hogere uurin-

tensiteiten en geen neerslag relatief ook minder voertuigkilometers op een nat wegdek verreden zijn dan bij lagere. Gegevens hierover zijn evenwel niet beschikbaar.

5.2. Uitkomsten van het onderzoek

Bij een lagere stroefheid hoort een grote relatieve onveiligheid. Aldus is de relatie gekenschetst, die involge de opdracht tussen de wegdekstroefheid en de relatieve onveiligheid uit het onderzoek is gevonden (Bijlage 6).

In hoofdstuk 2 is erop gewezen dat vele factoren op deze relatie van invloed kunnen zijn. In de studie is de werking van de wellicht belangrijkste nader onderzocht.

Zowel voor wegen van een meer discontinu type als voor voertuigen van een zwaardere categorie is, zoals in paragraaf 5.1 reeds staat aangegeven, doorgaans een grotere relatieve onveiligheid gevonden.

De relatieve onveiligheid neemt, behoudens voor de allerlaagste en voor de allerhoogste klassen, tevens globaal toe met de totale uurintensiteit van het verkeer (Bijlage 7).

De grilligheid van sommige gevonden vormen is daarbij toe te schrijven aan toevalsfluctuaties in de ongevallen- en betrokkenheidsquotiënten (vgl. Bijlage 8).

Het blijkt nu dat de in het onderzoek gezochte relatie tussen de wegdekstroefheid en de relatieve onveiligheid, afgezien van het niveau, steeds de boven beschreven, algemene vorm heeft (Bijlage 7.1.1 en 7.2.1).

5.3. Kanttekeningen

Zoals gesteld in hoofdstuk 3 zijn de wegdekstroefheden gemeten in die periode van het jaar, dat deze gemiddeld een relatief laag niveau zullen bereiken. Op de vorm van de relatie tussen de stroefheid van het wegdek en de relatieve onveiligheid zal dit weinig invloed hebben. De vorm van een enkele stroefheidsklasse zal echter wel in de richting van een lagere stroefheid verschoven zijn. Inhaalstroken, en dit speelt

vooral bij wegen van wegtype I, hebben in de studie een te lage stroefheid gekregen. Voor zover er ongevallen op plaatsvonden - en een aanwijzing in die richting ontbreekt bij de ongevalgegevens - leidt dit ertoe dat de kromming van de gezochte relatie in feite wat groter moet zijn.

Het resultaat in stroefheidsklasse 9 onderscheidt zich daarbij van de overige resultaten door het merendeels afwezig zijn van neerslagcondities.

In stroefheidsklasse 9 zijn ook de ongevallen ingedeeld die op een nat wegdek doch niet tijdens neerslag plaatsvonden. Bij het ontbreken van voldoende inzicht in het opdroogproces voor natte wegdekken moest, hetzelfde immers gebeuren voor alle kilometers, die niet tijdens neerslag, maar wel op een nat wegdek zijn verreden. De relatieve onveiligheid zal aldus in klasse 9 van werkelijke stroefheid te hoog berekend kunnen zijn.

Bij niet-gescheiden rijbanen is in de studie de uurintensiteit van het verkeer over beide richtingen gemiddeld. Het is echter goed denkbaar dat de ochtendpiek in de ene richting en de avondpiek in de andere zich duidelijk aftekent. De invloed hiervan op het onderzoekresultaat voor wegtype II waarvoor het verschijnsel speelt, zal niet groot zijn. De hoogste uurintensiteiten worden bepaald door het woon-werkverkeer, de laagste hebben tevens betrekking op avond- en nachtverkeer. Tegelijk met de uurintensiteit zijn in het onderzoek aldus impliciet andere factoren gemeten, die van invloed zullen zijn op het ongevalsgebeuren. Het is denkbaar dat in de laagste stroefheidsklasse daarmee een wat te hoge relatieve onveiligheid wordt bepaald, gegeven een grotere relatieve onveiligheid bij duisternis.

Opgemerkt zij nog dat, globaal genomen, in de studie de uurintensiteiten voor beide wegtypen I en II zijn ondergebracht in klassen met een breedte van 100 voertuigen per uur per rijrichting. Het zal duidelijk zijn dat aldus met eenzelfde klasse van uurintensiteit geheel andere verkeersomstandigheden zijn aangegeven voor wegen van wegtype II (met in het algemeen één strook per rijrichting) dan voor wegen van wegtype I (met in het algemeen twee stroken per rijrichting).

Overigens is ook de onderscheiding in twee wegtypen niet meer dan een ruw middel om enigermate de invloed zichtbaar te maken van bepaalde op de relatieve onveiligheid inwerkende factoren. Hetzelfde geldt voor het onderscheid in personen- en vrachtauto's, dat eveneens in hoofdstuk 2 werd aangegeven.

Tenslotte moet er nog op worden gewezen, dat ongevallen op weggedeelten als af- en toeritten buiten het onderzoek moesten blijven. Op deze ongevallen, die - zij het in geringe aantallen - voornamelijk bij wegtype I voorkomen, is het verkregen ongevallenbeeld uiteraard niet rechtstreeks van toepassing. Voor het verschil in onveiligheid tussen wegen van wegtype I en II heeft het meer betekenis, dat juist ter uitdrukking van grotere discontinuïteit bij wegtype II ongevallen op kruispunten wel in het onderzoek zijn opgenomen.

6. AANBEVELINGEN

Met het onderzoek, dat op de beschreven wijze tot resultaat heeft geleid, is een procedure aangegeven volgens welke met bestaande gegevens zoals dat in routineverzamelprogramma's nog doorlopend wordt aangevuld, een statistische relatie kan worden gevonden tussen de stroefheid van het wegdek en de relatieve onveiligheid. Als zodanig zou de procedure mede een instrument kunnen zijn in handen van de overheid bij het bepalen van een stuk verkeersveiligheidsbeleid.

Een dergelijk gebruik van de procedure is echter slechts beperkt mogelijk. Allereerst treden er veranderingen op in het verkeer, die buiten de sfeer van de wegdekstroefheid liggen en die vergelijking en interpretatie van onderzoekresultaten in de weg kunnen staan. Als voorbeeld geldt hier de beperking in de registratie-activiteit van de politie terzake van verkeersongevallen. Na te gaan is, of in dit opzicht betere en eventueel meer gedifferentieerde onderzoekprocedures mogelijk zijn.

Vervolgens ontbreken in de studie sociaal-economische overwegingen. In eerste instantie zou reeds kunnen worden getracht de gegeven aantallen ongevallen en bij ongevallen betrokken voertuigen nader volgens schade-ernst uit te splitsen. Tevens valt daarbij te onderzoeken op welke wijze dan conclusies mogelijk worden en hoe deze binnen een beslissingsmodel in algemene zin zouden kunnen functioneren.

Tenslotte bestaan er vanuit methodisch gezichtspunt grenzen aan de bruikbaarheid van de procedure. Inherent aan de statistische benaderingswijze is immers dat geen "oorzakelijke" relaties als zodanig kunnen worden blootgelegd. Steeds is het effect dat een wijziging van de wegdekstroefheid gaat hebben op aantallen en ernst van de ongevallen, in principe onvoorspelbaar.

Bovendien kan een verandering in de stroefheid van een wegdek tevens van invloed zijn op nog andere verkeersomstandigheden en aldus indirect van betekenis zijn voor het ongevallenbeeld.

De stroefheden van wegdekken, zoals die door het Rijkswegenbouwlaboratorium worden gemeten, zijn evenwel kennelijk statistisch indicatief voor de relatieve onveiligheid. Als zodanig zijn de resultaten in overeenstemming met de verwachting dat een verhoging van de wegdekstroefheid in het algemeen tot een vermindering van het aantal ongevallen zal leiden.

Het onderzoek leidt dan ook tot de algemene gevolgtrekking, dat de verkeersveiligheid vooralsnog wordt gediend met elke verhoging van de stroefheid van natte wegdekken buiten de bebouwde kom.

Om beleidstechnische redenen zou deze conclusie moeten worden vertaald in de aanbeveling, als algemene maatregel van verkeersveiligheid te komen tot de vaststelling van een zo hoog mogelijke minimumstroefheid.

Met nadruk zij er bovendien nog op gewezen, dat het onderzoekresultaat een globaal karakter heeft. Het is zeer goed denkbaar dat plaatselijk niet zozeer de wegdekstroefheid als wel andere voor beleidsmaatregelen grijpbare factoren belangrijk bijdragen tot het ontstaan van ongevallen.

De hierboven gedane aanbeveling omtrent een minimumstroefheid behoeft voor andere wegtypen dan de onderzochte een nadere ondersteuning. Op de overige wegen is het echter veel moeilijker onderzoek te doen omdat op deze wegen geen systematisch onderzoek wordt gedaan naar de stroefheid van het wegoppervlak.

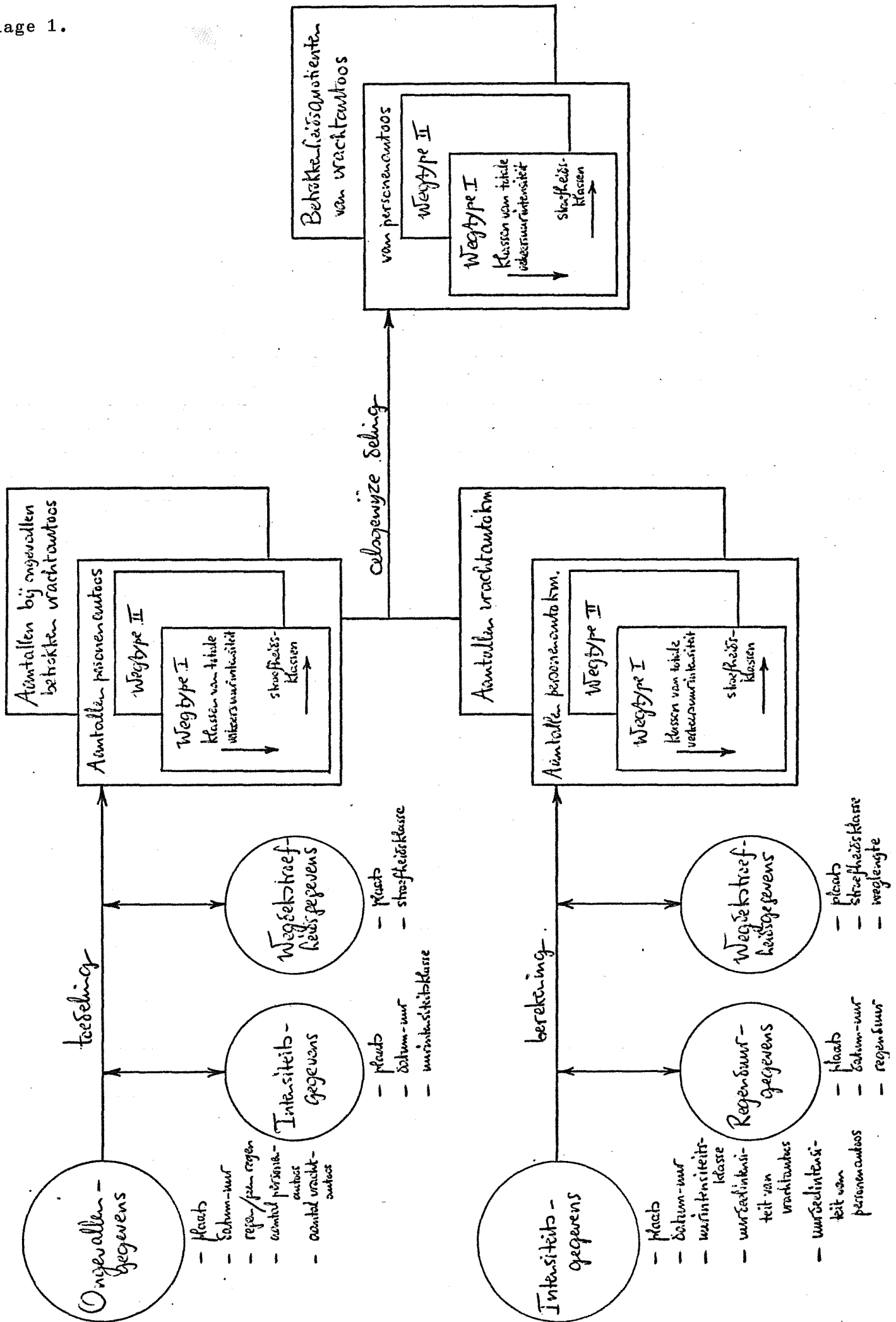
Het is niet onaannemelijk dat met name ook op wegen binnen de bebouwde kom de stroefheid eenzelfde rol speelt bij het ontstaan van ongevallen als op wegen buiten de bebouwde kom. Dit dient echter nader onderzocht te worden.

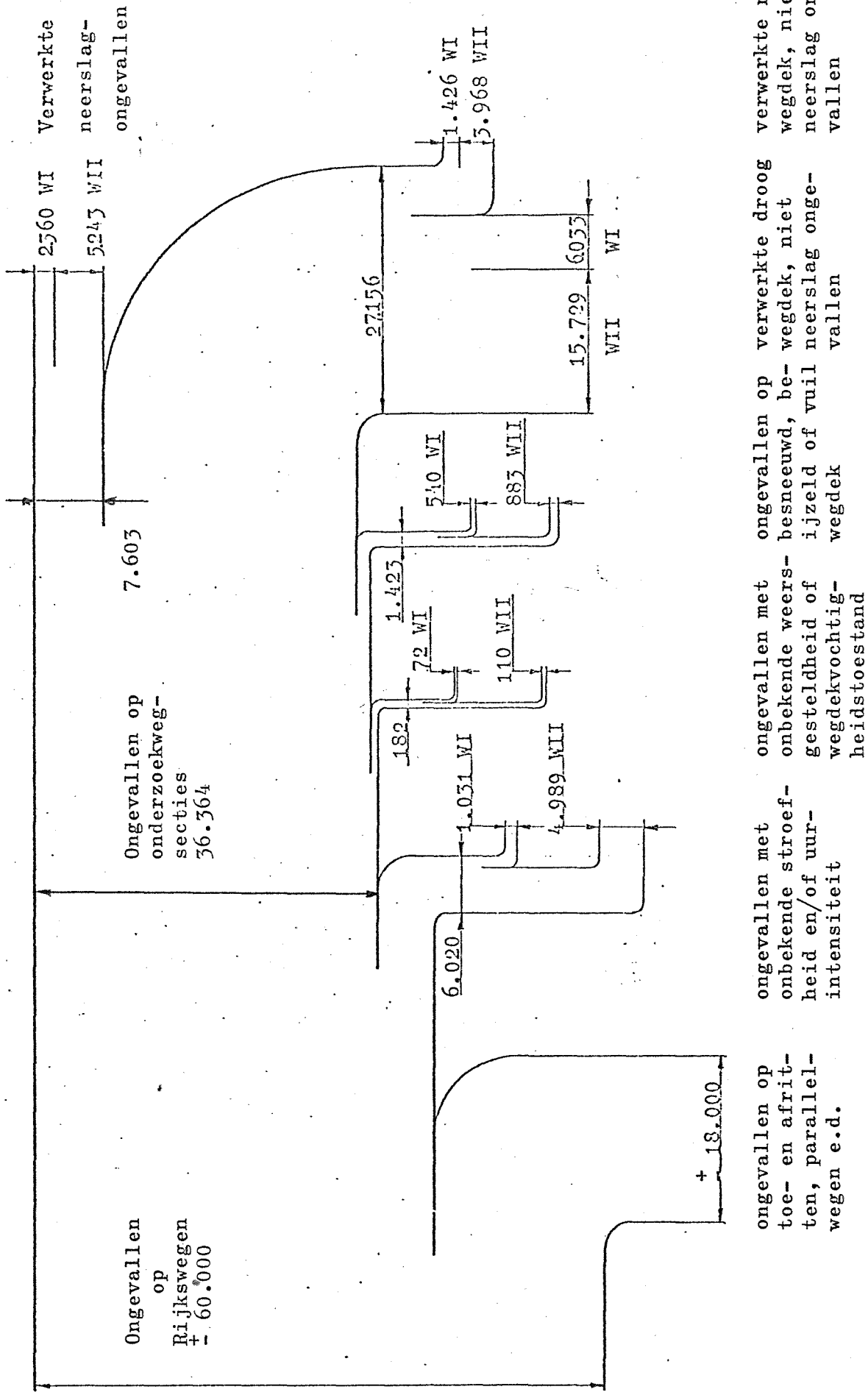
Voor de te verwachten vermindering van het aantal ongevallen op de onderzochte wegtypen door verhoging van de stroefheid is een beter inzicht in het causale verband tussen stroefheid en ongevallenquotiënt gewenst. Op basis van het gevonden verband kan berekend worden wat de vermindering is van het aantal ongevallen bij een verhoging van de stroefheid op een bepaald wegvak. De resultaten van de berekening zouden met praktijkonderzoek geverifieerd moeten worden.

BIJLAGEN

1. Structuurschema van de verwerkingsprocedure.
- 2.1. Sankey-diagram van aantallen ongevallen op Rijkswegen over de jaren 1965 en 1966.
- 2.2. Verwerkte aantallen op onderzoekwegvakken plaatsgevonden ongevallen en daarbij betrokken voertuigen, per vochtigheidstoestand van het wegdek naar wegtype.
- 2.3. Aantallen op onderzoekwegvakken verreden voertuigkilometers ($\times 10^6$) per vochtigheidstoestand van het wegdek naar wegtype.
3. Totale stroefheidsweglengte van de onderzoekwegvakken in procenten van het (gemiddelde) jaartotaal per wegtype.
- 4.1. Gemiddelde aantallen bij ongevallen betrokken voertuigen volgens uurintensiteits-/stroefheidsklasse bij wegtype I.
- 4.2. Gemiddelde aantallen bij ongevallen betrokken voertuigen volgens uurintensiteits-/stroefheidsklasse bij wegtype II.
- 5.1. Genormeerde verhoudingen tussen aantallen ongevallen op nat wegdek niet en wel tijdens neerslag, volgens uurintensiteits-/stroefheidsklasse bij wegtype I.
- 5.2. Genormeerde verhoudingen tussen aantallen ongevallen op nat wegdek niet en wel tijdens neerslag, volgens uurintensiteits-/stroefheidsklasse bij wegtype II.
- 6.1. Totale ongevallen- en betrokkenheidsquotiënten per wegdekstroefheidsklasse.
- 6.2. Het ongevallenquotiënt per klasse van wegdekstroefheid.
- 6.3. Het betrokkenheidsquotiënt per klasse van wegdekstroefheid voor autosnelwegen.
- 6.4. Het betrokkenheidsquotiënt per klasse van wegdekstroefheid voor rijkswegen met uitzondering van autosnelwegen.

- 7.1.1. Ongevallenquotiënten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype I.
 - 7.1.2. Ongevallenquotiënten per oneven uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype I.
 - 7.1.3. Ongevallenquotiënten per even uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype I.
 - 7.2.1. Ongevallenquotiënten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype II.
 - 7.2.2. Ongevallenquotiënten per oneven uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype II.
 - 7.2.3. Ongevallenquotiënten per even uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype II.
 - 7.3.1. Betrokkenheidsquotiënten voor personenauto's per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype I.
 - 7.3.2. Betrokkenheidsquotiënten voor personenauto's per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype II.
 - 7.3.3. Betrokkenheidsquotiënten voor vrachtauto's per stroefheidsklasse bij wegtype I.
 - 7.3.4. Betrokkenheidsquotiënten voor vrachtauto's per stroefheidsklasse bij wegtype II.
 - 7.3.5. Totale betrokkenheidsquotiënten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype I.
 - 7.3.6. Totale betrokkenheidsquotiënten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype II.
8. Iets over toevalsfluctuaties in de ongevallenquotiënten.





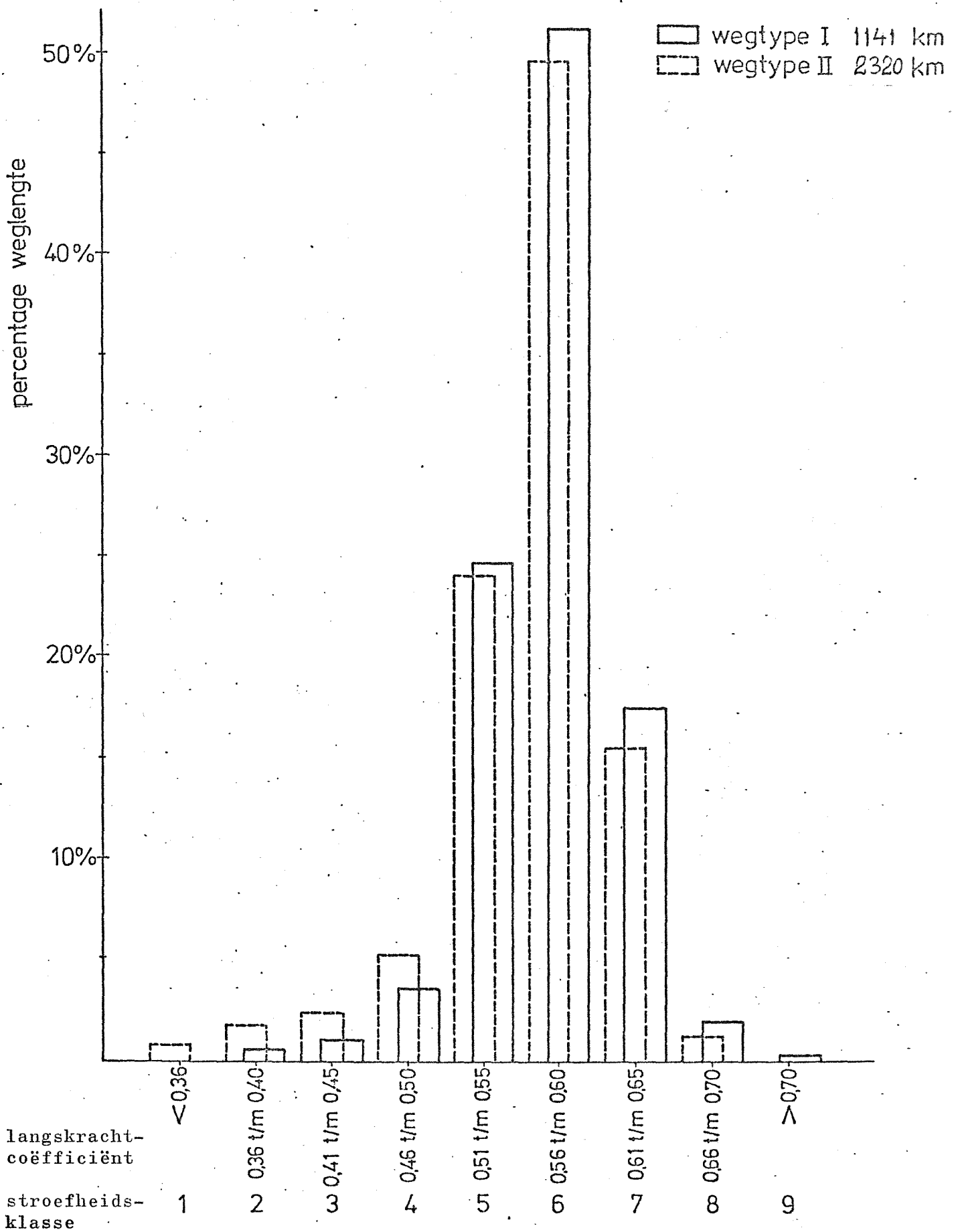
Bijlage 2.1. Sankey-diagram van aantallen ongevallen op Rijkswegen over de jaren 1965 en 1966

Vochtigheidstoestand van het wegdek	Neerslag		Geen neerslag, nat wegdek		Droog wegdek		Totaal	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Wegtype								
Ongevallen	2.360	5.243	1.426	3.968	6.033	15.729	9.819	24.940
% van wegtype-totaal	24,0	21,0	14,5	15,9	61,5	63,1	100,0	100,0
Betrokken personenauto's	3.932	8.207	2.424	5.845	9.402	22.308	15.758	36.360
vrachtauto's	729	2.110	626	1.785	2.648	6.790	4.003	10.685
voertuigen totaal	4.661	10.317	3.050	7.630	12.050	29.098	19.761	47.045
Gemiddeld aantal voertuigen, betrokken bij een ongeval	1,98	1,97	2,14	1,92	2,00	1,85	2,01	1,89
% vrachtauto's hiervan	15,6	20,5	20,5	23,4	22,0	23,3	20,3	22,7

Bijlage 2.2. Verwerkte aantallen op onderzoekwegvakken plaatsgevonden ongevallen en daarbij betrokken voertuigen, per vochtigheidstoestand van het wegdek naar wegtype.

Vochtigheidstoestand van het wegdek	Neerslag		Geen neerslag		Totaal	
	I	II	I	II	I	II
Wegtype.						
Kilometers van personenauto's	518,7	698,8	5.607,2	7.734,8	6.125,9	8.433,6
vrachtauto's	93,9	138,8	988,6	1.488,8	1.082,5	1.627,6
% van voertuigen totaal	15,3	16,6	15,0	16,1	15,0	16,2
voertuigen totaal	612,6	837,6	6.595,8	9.223,6	7.208,4	10.061,2
% van wegtype-totaal	8,5	8,3	91,5	91,7	100,0	100,0
Gemiddeld aantal ongevallen per 10 ⁶ voertuigkilometer (ongevallen quotiënt)	3,85	6,26	1,13	2,14	1,36	2,48

Bijlage 2.3. Aantallen op onderzoekwegvakken verreden voertuigkilometers ($\times 10^6$) per vochtigheidstoestand van het wegdek naar wegtype.



Bijlage 3. Totale stroefheidsweglengte van de onderzoekwegvakken in percenten van het (gemiddelde) jaartotaal per wegtype

Uurintensi- teitsklasse	Stroefheids- klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	totaal	1 t/m 8
1				1,14	1,50	1,55	1,24	1,53		1,36	1,37	1,38
2		1,67	1,54	2,00	1,54	1,43	1,35	1,83	1,00	1,64	1,61	1,46
3			1,48		1,45	1,72	1,30	1,66	1,00	1,66	1,63	1,49
4			1,75	2,11	2,24	1,61	1,57	1,52		1,84	1,79	1,64
5		2,33	1,75	1,75	1,72	1,65	1,56	1,96		1,81	1,77	1,65
6		1,29	1,33	1,33	1,92	1,84	1,77	1,38		1,90	1,87	1,75
7		2,27	2,00	2,00	2,12	1,81	1,86	2,10		1,96	1,95	1,91
8		2,00	2,53	2,53	2,18	2,13	1,88	2,44		2,00	2,01	2,05
9		2,06	2,00	2,00	2,36	2,02	1,80	1,93		2,13	2,09	1,96
10		1,45	1,90	1,90	2,21	2,06	1,98	2,16		2,12	2,10	2,03
11		2,50	2,73	2,73	2,20	2,16	1,95	2,57	3,00	2,22	2,19	2,11
12		2,40	2,00	2,00	2,00	2,01	2,31	1,86	2,00	2,22	2,19	2,11
13			2,00	2,00	2,13	2,15	2,31	2,00		2,26	2,24	2,19
14	2,28		2,00	2,00	2,08	2,33	2,25	2,55		2,19	2,22	2,29
15			2,00	2,00	1,98	2,47	2,48	2,00		2,31	2,33	2,39
16			2,33	2,33	2,16	2,58	2,40	3,00		2,31	2,35	2,45
17			2,00	2,00	2,48	2,77	1,87			2,39	2,43	2,57
18					2,82	2,65	2,00			2,28	2,38	2,62
19					1,89	2,51	1,85			2,51	2,46	2,24
20			2,00	2,00	2,00	2,63	2,31	3,00		2,35	2,38	2,49
totaal		2,02	2,10	2,05	2,10	2,07	1,84	1,93	1,86	2,02	2,01	1,98

Bijlage 4.1. Gemiddelde aantallen bij ongevallen betrokken voertuigen volgens uurintensiteits-/stroefheidsklasse bij weftype I

Uurintensi- teitsklasse	Stroefheids- klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	totaal	1 t/m 8
1	1,63	1,63	1,30	1,47	1,61	1,63	1,64	2,00	1,59	1,59	1,59	1,61
2	2,07	2,00	2,09	1,76	1,88	1,86	1,87	1,89	1,81	1,80	1,81	1,88
3	2,19	1,97	2,05	1,93	2,00	2,02	1,88	1,00	1,93	1,92	1,93	1,99
4	2,00	2,14	2,08	2,02	2,06	1,98	2,04	1,00	1,95	1,93	1,95	2,02
5	1,75	2,05	2,12	2,19	2,13	2,00	2,16		1,97	1,94	1,97	2,09
6	2,50	2,08	2,07	2,08	2,13	2,13	2,08		2,05	2,02	2,05	2,12
7	2,00	1,78	2,08	2,19	2,22	2,16	2,50	1,50	2,03	1,99	2,03	2,17
8		2,86	2,00	2,23	2,20	2,17	1,33		2,11	2,08	2,11	2,20
9	2,33	2,00	2,50	2,64	2,24	2,19	3,00		2,16	2,11	2,16	2,30
10	3,00		1,00	1,75	2,42	2,35	2,00		2,17	2,11	2,17	2,33
11	3,00			2,75	2,49	2,44			2,33	2,27	2,33	2,49
12	3,00	2,00		2,67	2,39	2,50			2,34	2,27	2,34	2,50
13	2,00	2,00		2,00	2,50	2,00			2,19	2,15	2,19	2,28
14					2,67	2,00			2,33	2,27	2,33	2,50
15						3,50			2,37	2,07	2,37	3,50
totaal	2,02	2,00	2,02	1,97	2,02	1,93	1,87	1,79	1,89	1,87	1,89	1,97

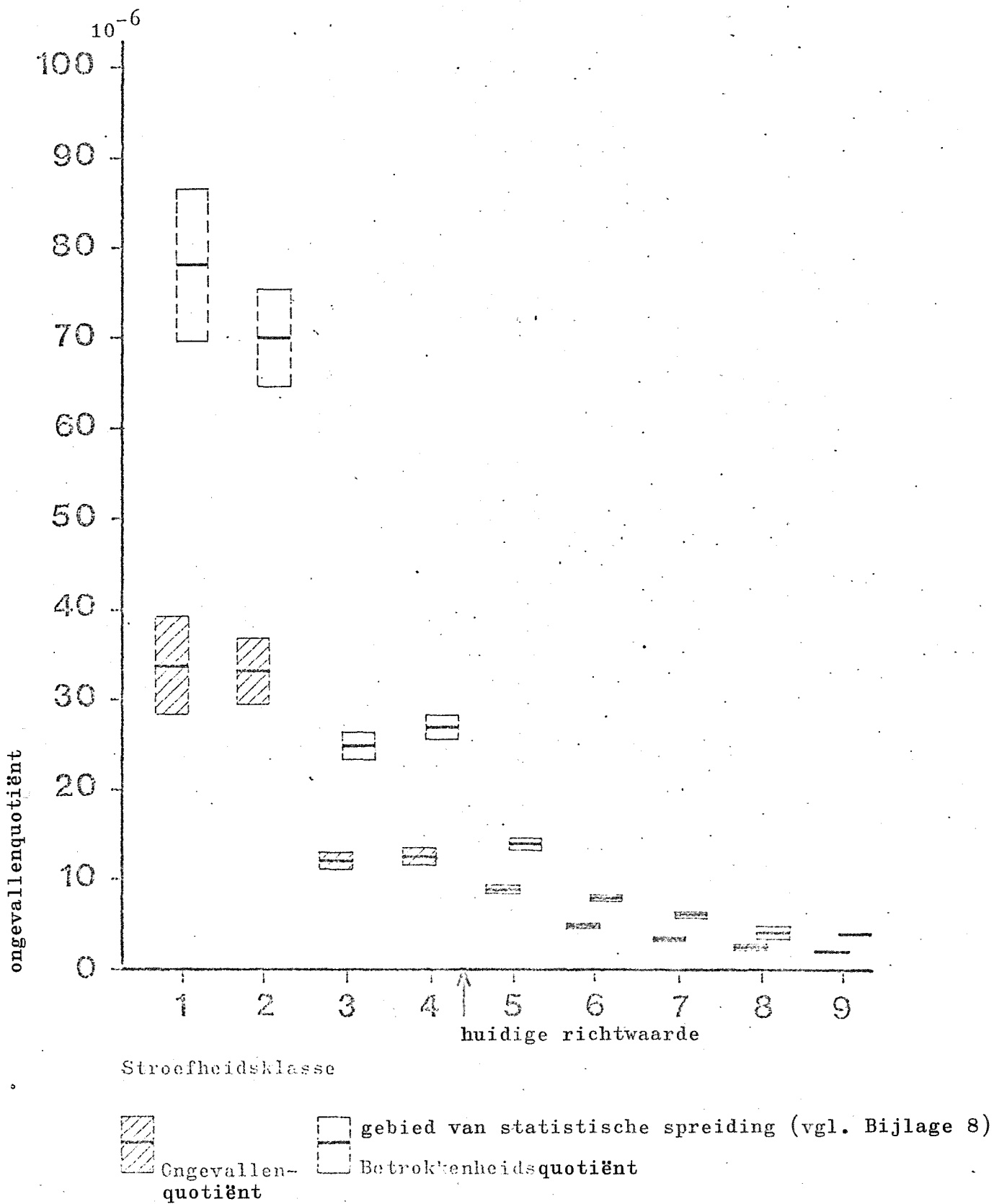
Bijlage 4.2. Gemiddelde aantallen bij ongevallen betrokken voertuigen volgens uurintensiteits-/stroefheids-
klasse bij wegtype II

Stroefheidsklasse	2	3	4	5	6	7	8	totaal
1	-	,24	1,16	1,27	1,53	2,32	-	1,46
2	,55	1,66	1,02	1,27	1,18	1,42	3,31	1,21
3	,83	-	1,13	1,27	1,26	,77	,33	1,18
4	,41	,46	,44	,83	1,20	,85		,92
5	-	,83	,93	,59	1,11	1,69		,91
6	,95	1,38	1,66	1,02	1,25	1,13	-	1,18
7	,99	1,16	2,43	1,11	,97	1,37	-	1,13
8	,92	1,32	,81	1,30	1,12	,63	-	1,11
9	1,03	2,65	,91	,96	,89	1,44		,98
10	,55	1,42	1,33	1,13	1,09	,72		1,10
11	1,66	,99	,92	,91	,81	,47	-	,87
12	,99	1,10	,46	,95	1,04	,91	-	,89
13		16,55	,67	,88	,94	1,61		,94
14	,95	1,10	1,37	,89	,85	,23		,89
15	-	1,10	1,46	,87	,43	-		,82
16		,55	,19	1,01	,45	1,66		,70
17		-	,33	,43	1,29	-		,62
18			,24	,63	,55			,55
19		-	,92	1,42	,89			1,22
20			,85	,52	2,21			,82
totaal	,93	1,21	,90	,95	1,06	1,07	2,36	1,00

Bijlage 5.1. Genormeerde verhoudingen tussen aantallen ongevallen op nat wegdek niet en wel tijdens neerslag, volgens uurintensiteits-/stroefheidsklasse bij wegtype I

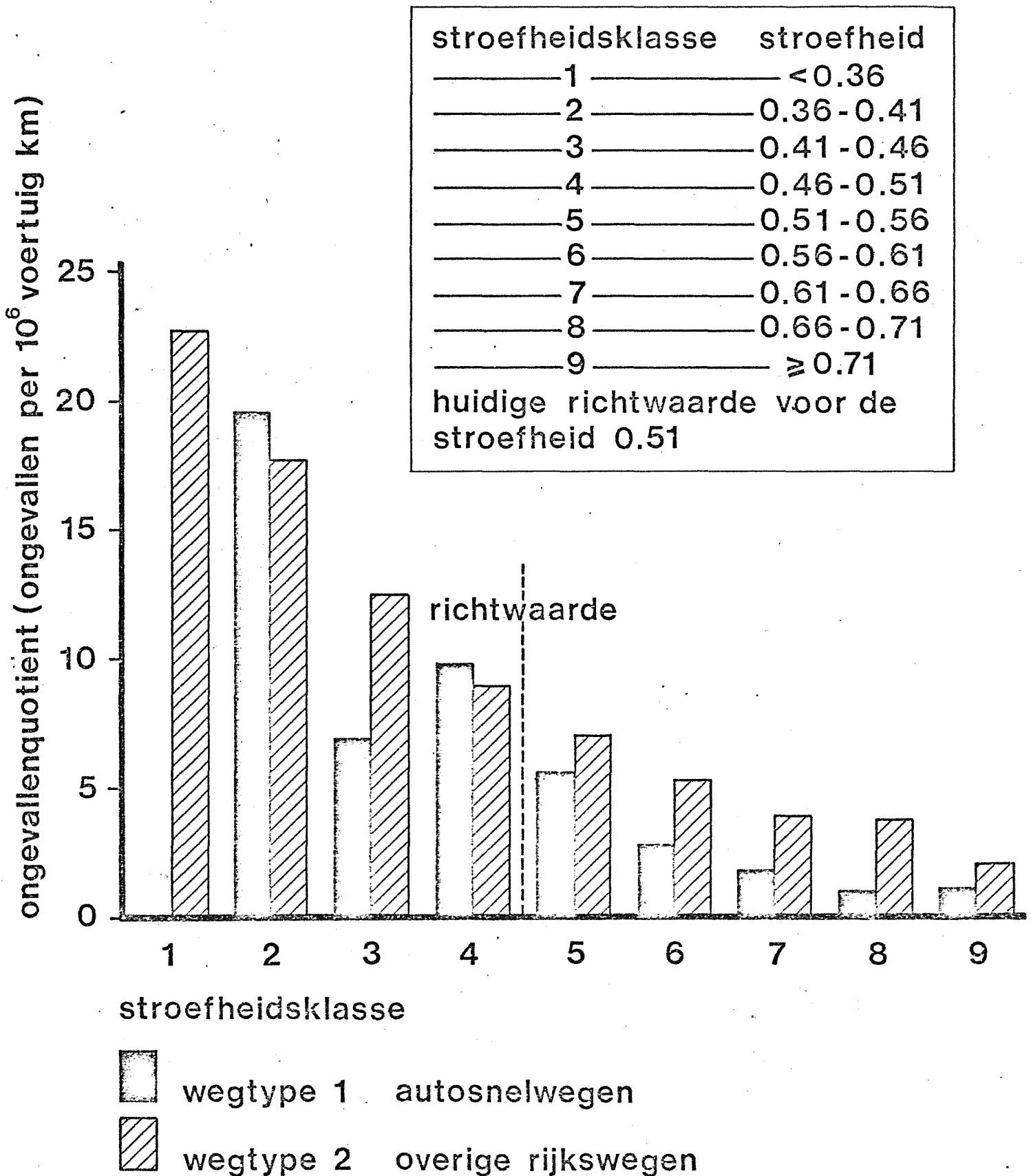
Stroefheidsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	totaal
1	,17	1,21	2,51	1,10	1,18	1,31	1,45	1,98	1,31
2	1,32	1,16	,72	1,22	1,03	1,23	1,34	,59	1,16
3	,74	1,13	1,06	1,11	1,05	1,08	,80	1,32	1,05
4	,84	1,13	,66	,99	,89	,85	1,39	1,32	,90
5	,33	,50	,76	,79	,81	,86	1,25	-	,83
6	-	,22	,64	1,04	,61	,84	,53	-	,71
7	-	,88	,51	,73	,77	,93	1,54	-	,81
8	-	,38	,66	,71	,74	,61	1,32	-	,73
9	,44	2,64	,22	,84	,42	,85	5,29	-	,68
10	,66		1,32	,66	,41	,78	2,64	-	,61
11	-			,66	,57	,50		-	,26
12	-	-		,22	,51	,50		-	,40
13	-	-	-	-	,17	,88		-	,38
14						1,32			,33
15						,66			1,65
totaal	,74	,97	,89	1,00	,90	1,06	1,24	1,11	1,00

Bijlage 5.2. Genormeerde verhoudingen tussen aantallen ongevallen op nat wegdek niet en wel tijdens neerslag, volgens uurintensiteits-/stroefheidsklasse bij wegtype II



Bijlage 6.1. Totale ongevallen- en betrokkenheidsquotiënten per wegdekstroefheidsklasse

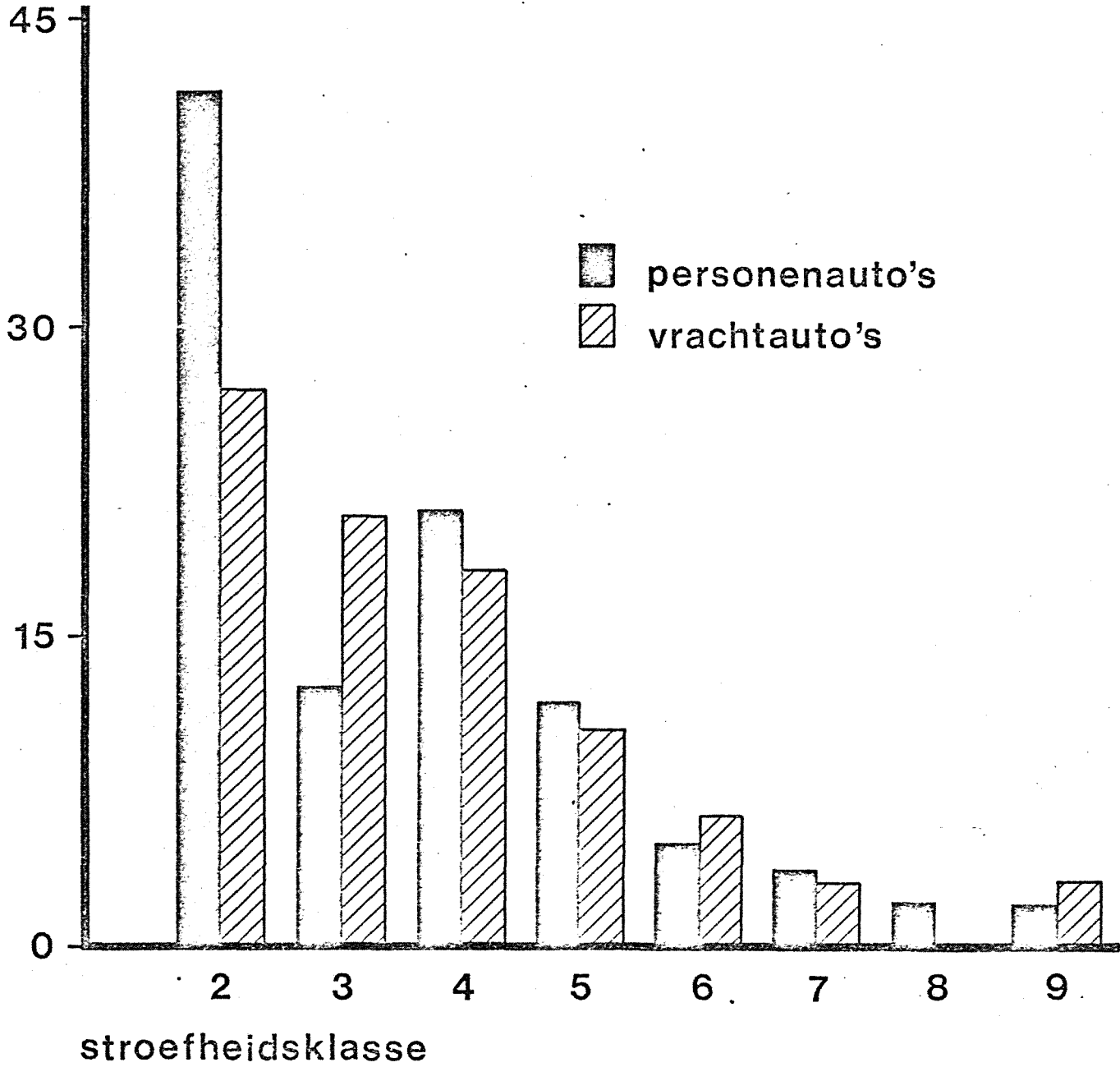
Bijlage 6.2. Het ongevallenquotiënt per klasse van wegdekstroefheid.



Bijlage 6.3. Het betrokkenheidsquotiënt per klasse van wegdekstroefheid voor autosnelwegen.

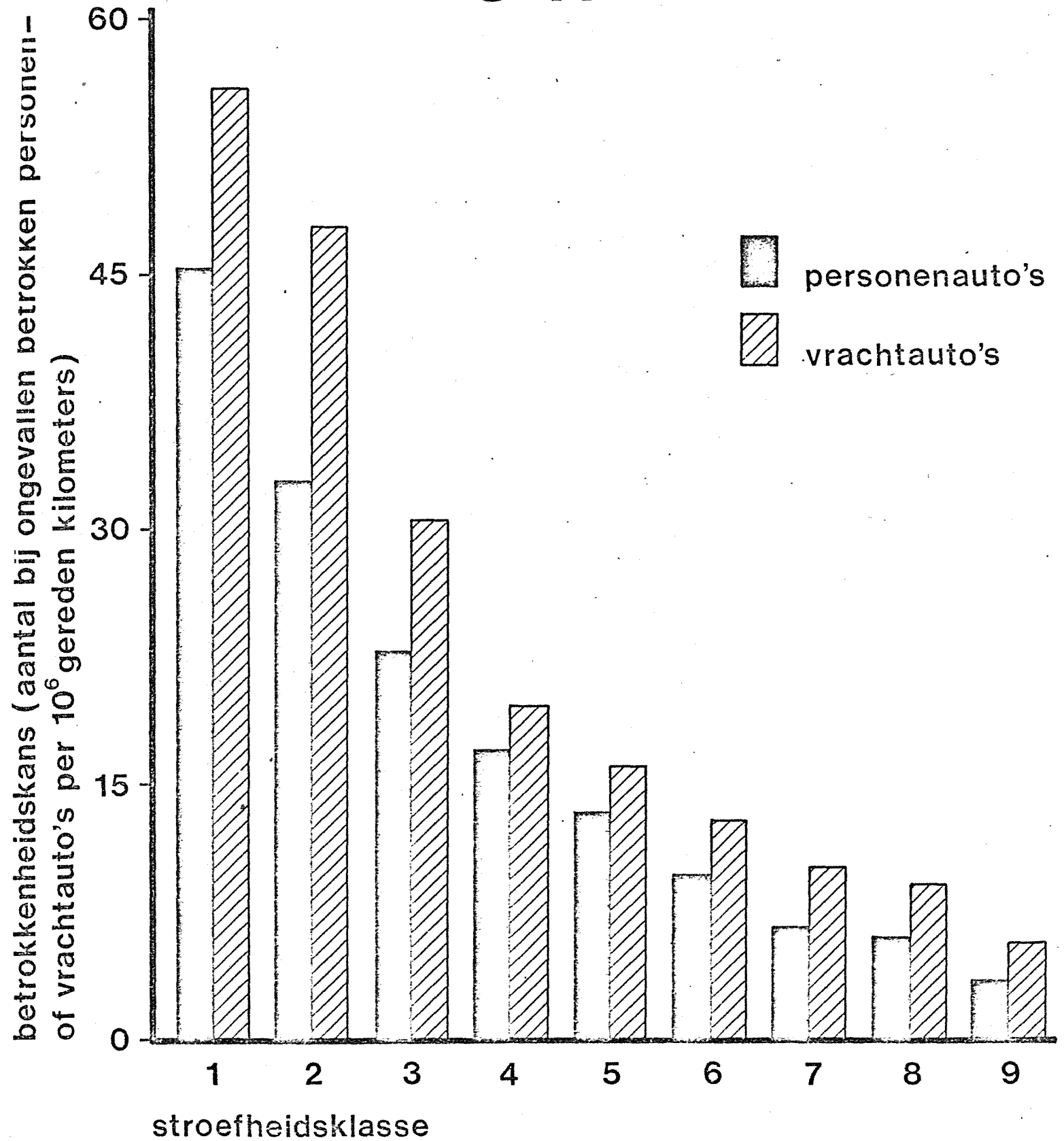
Wegtype I

betrokkenheidskans (aantal bij ongevallen betrokken personen - of vrachtauto's per 10⁶ gereden kilometers)

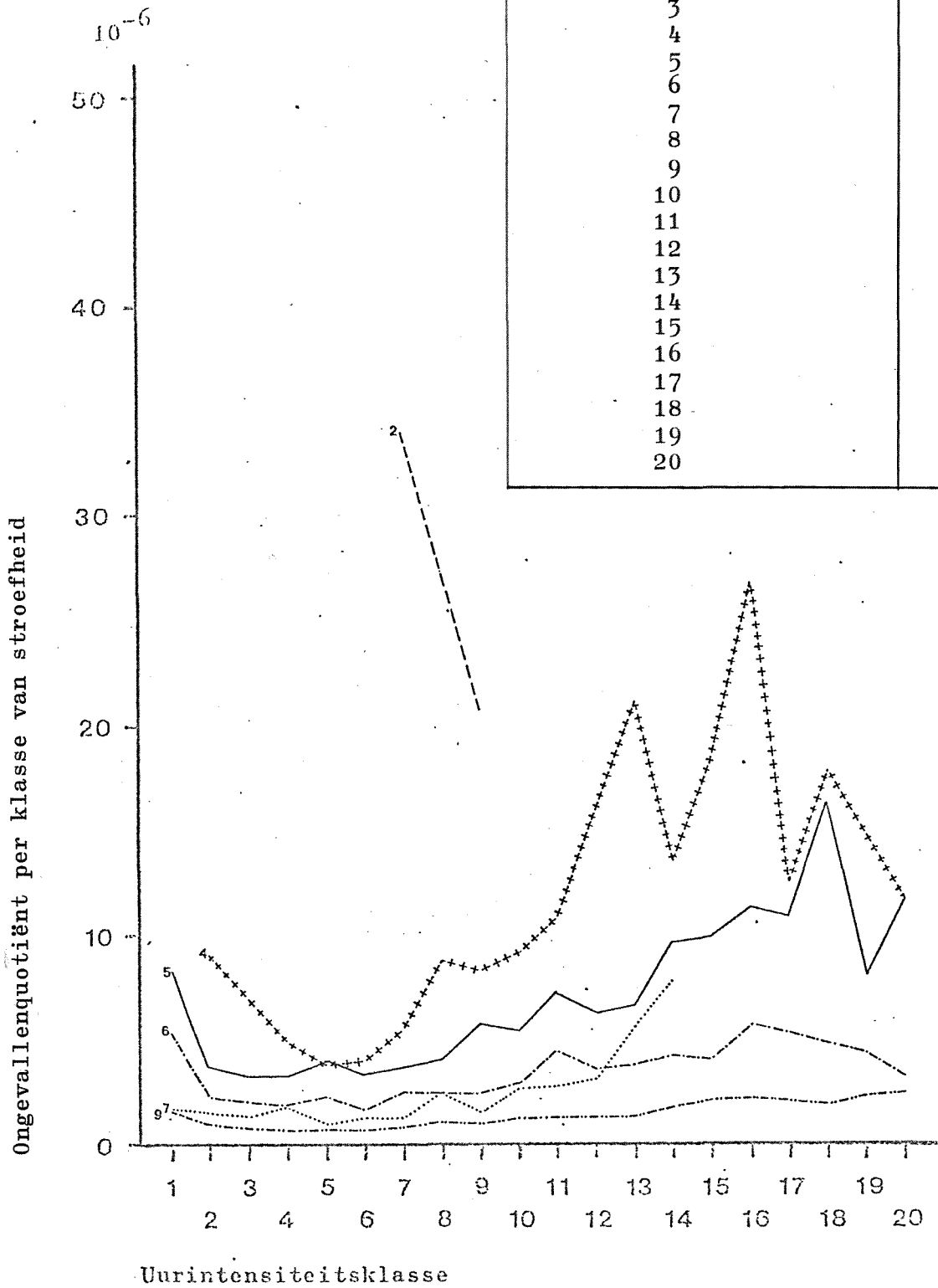


Bijlage 6.4. Het betrokkenheidsquotiënt per klasse van wegdekstroefheid voor rijkswegen met uitzondering van autosnelwegen.

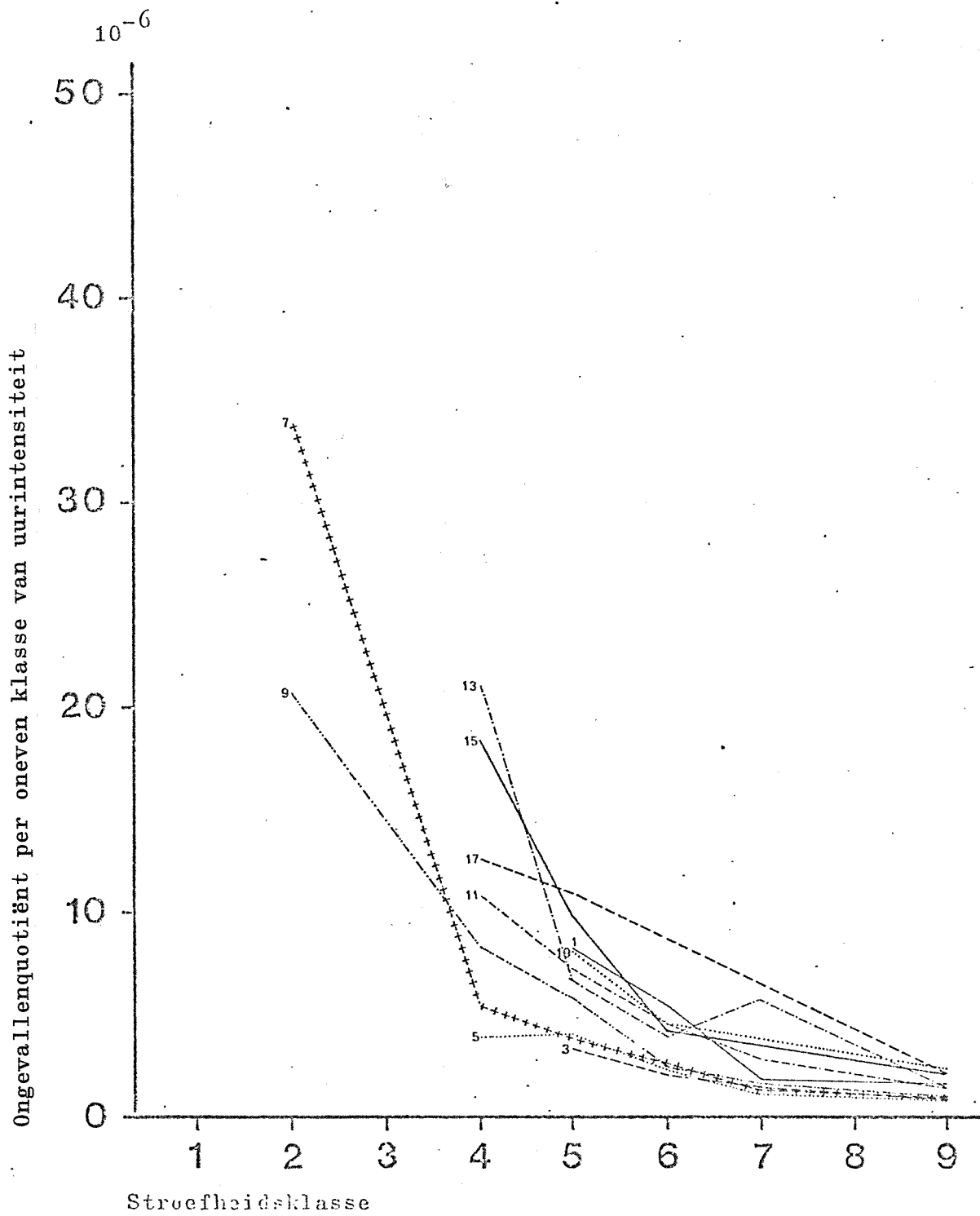
Wegtype III



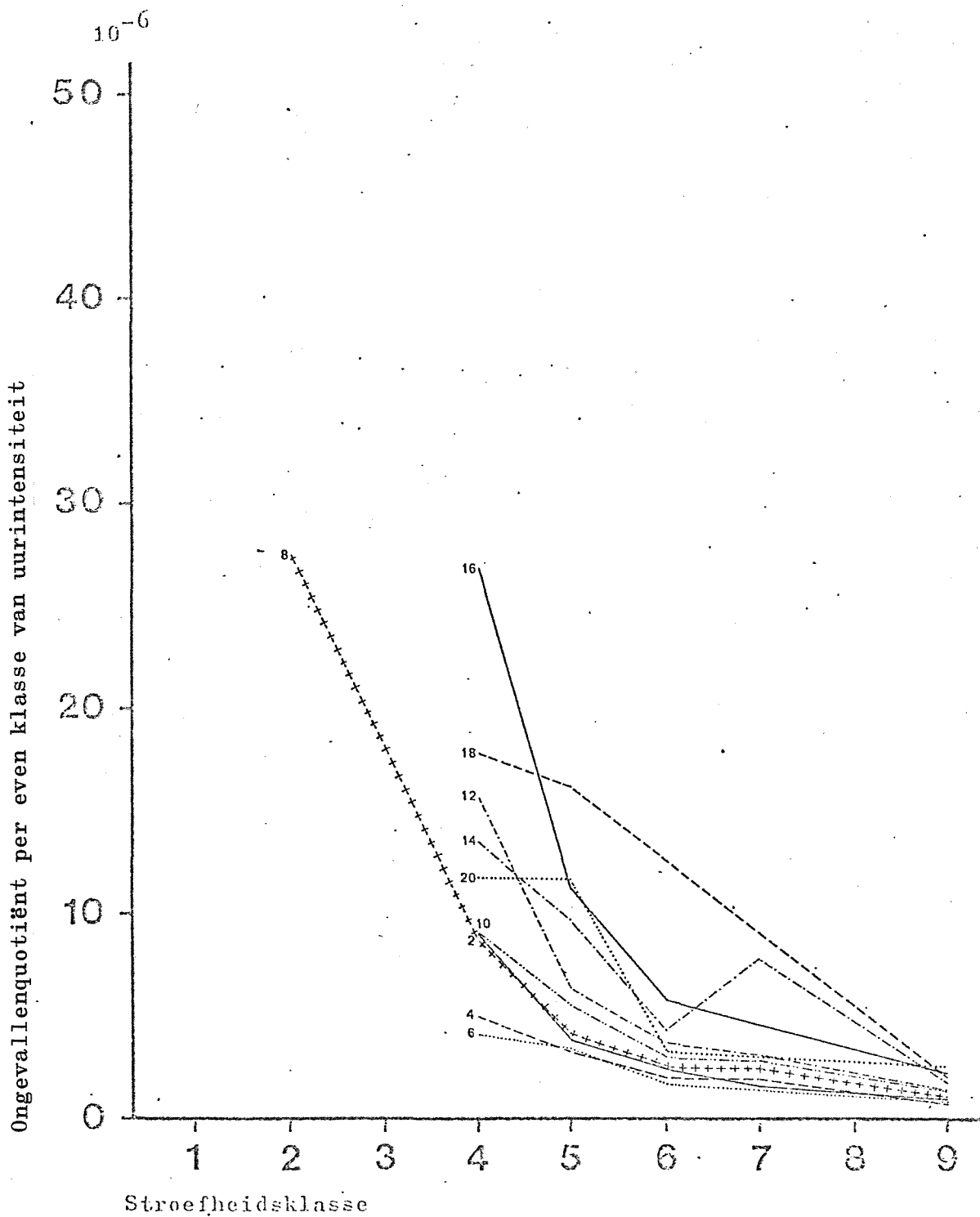
Klasse van uurintensiteit bij wegtype I	aantal voertuigen per uur
1	0-100
2	101-200
3	201-300
4	301-400
5	401-500
6	501-600
7	601-700
8	701-800
9	801-900
10	901-1000
11	1001-1100
12	1101-1200
13	1201-1300
14	1301-1400
15	1401-1500
16	1501-1600
17	1601-1700
18	1701-1800
19	1801-1900
20	>1900



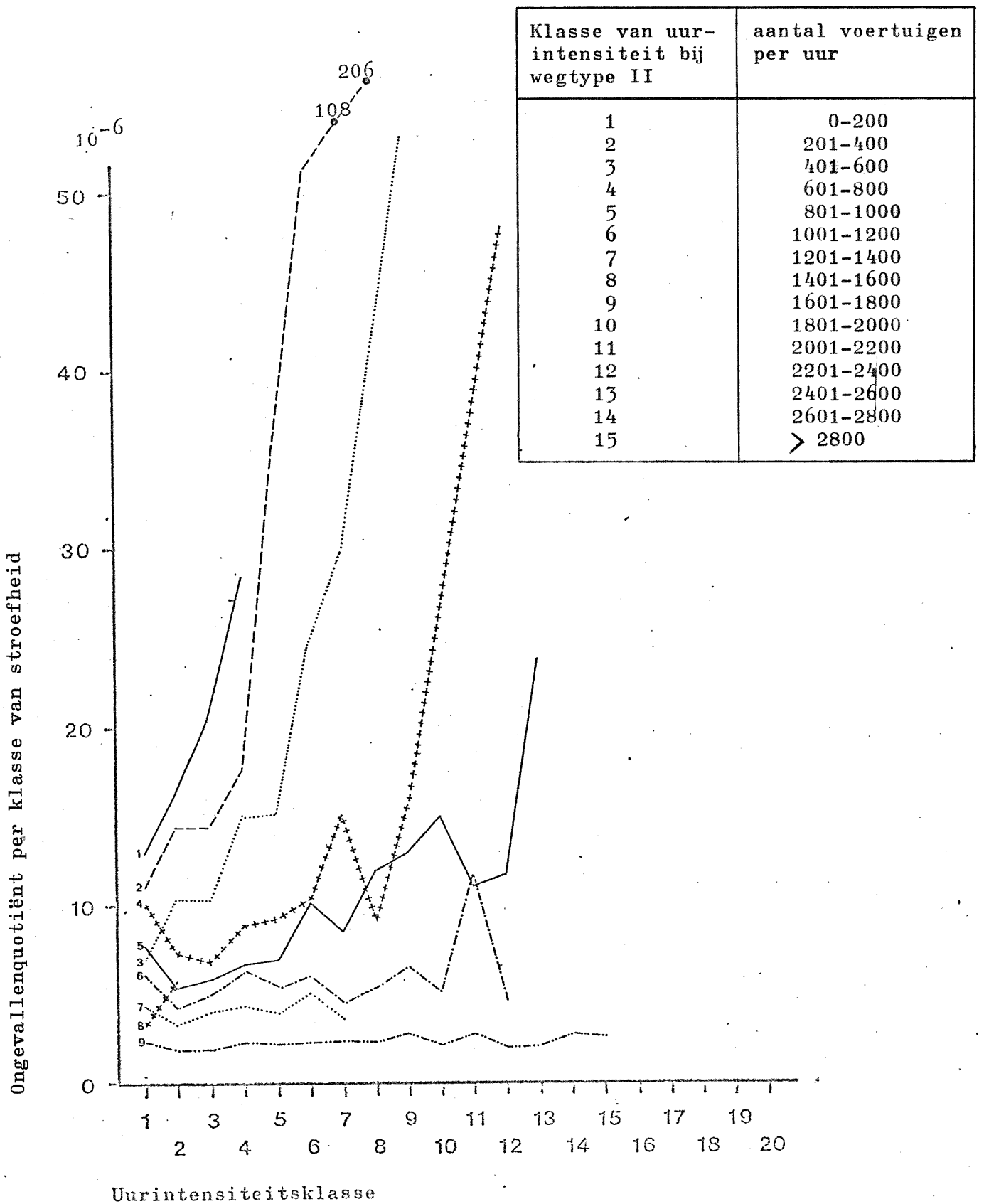
Bijlage 7.1.1. Ongevallenquotienten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype I



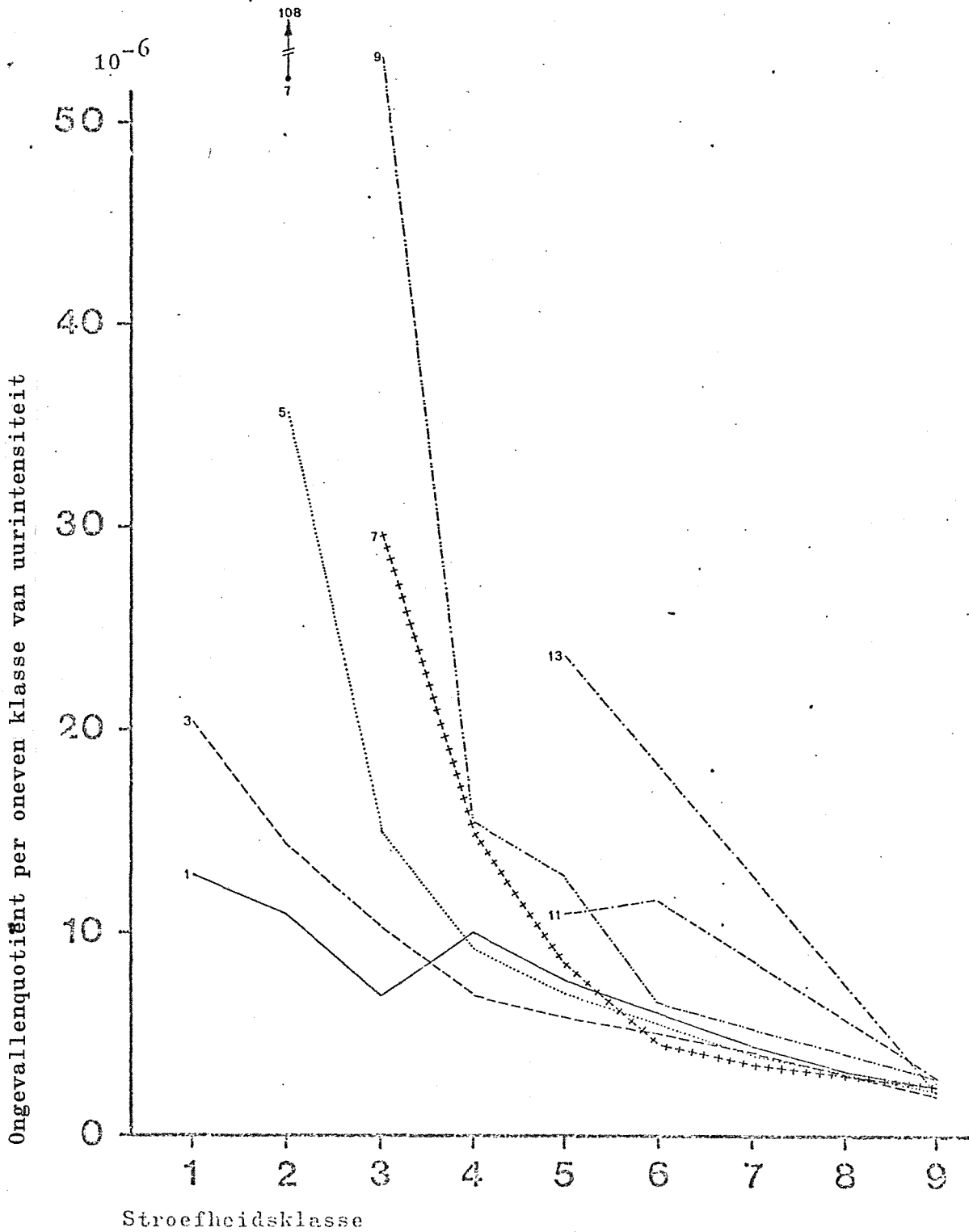
Bijlage 7.1.2. Ongevallenquotiënten per oneven uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype I



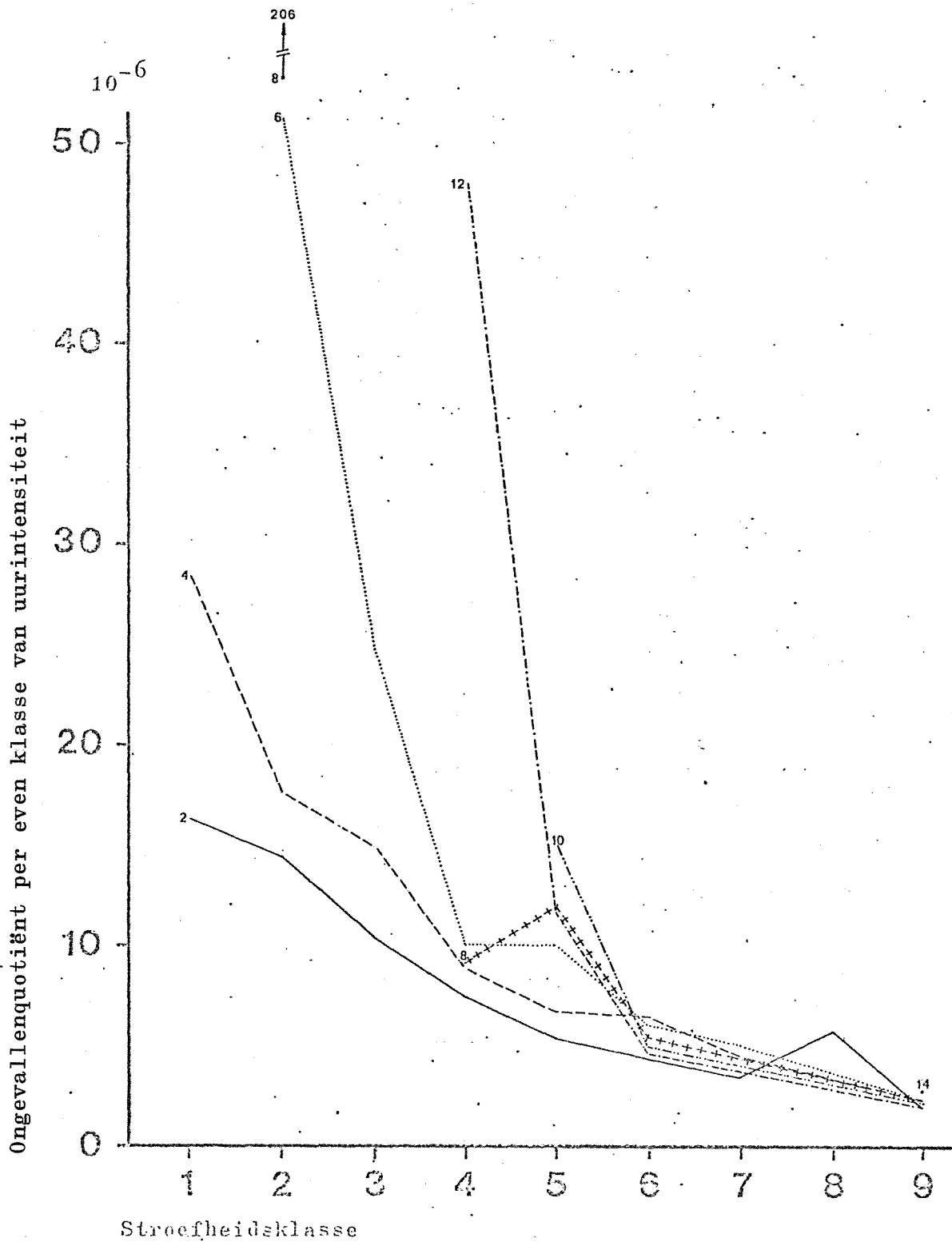
Bijlage 7.1.3. Ongevallenquotiënten per even uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype I



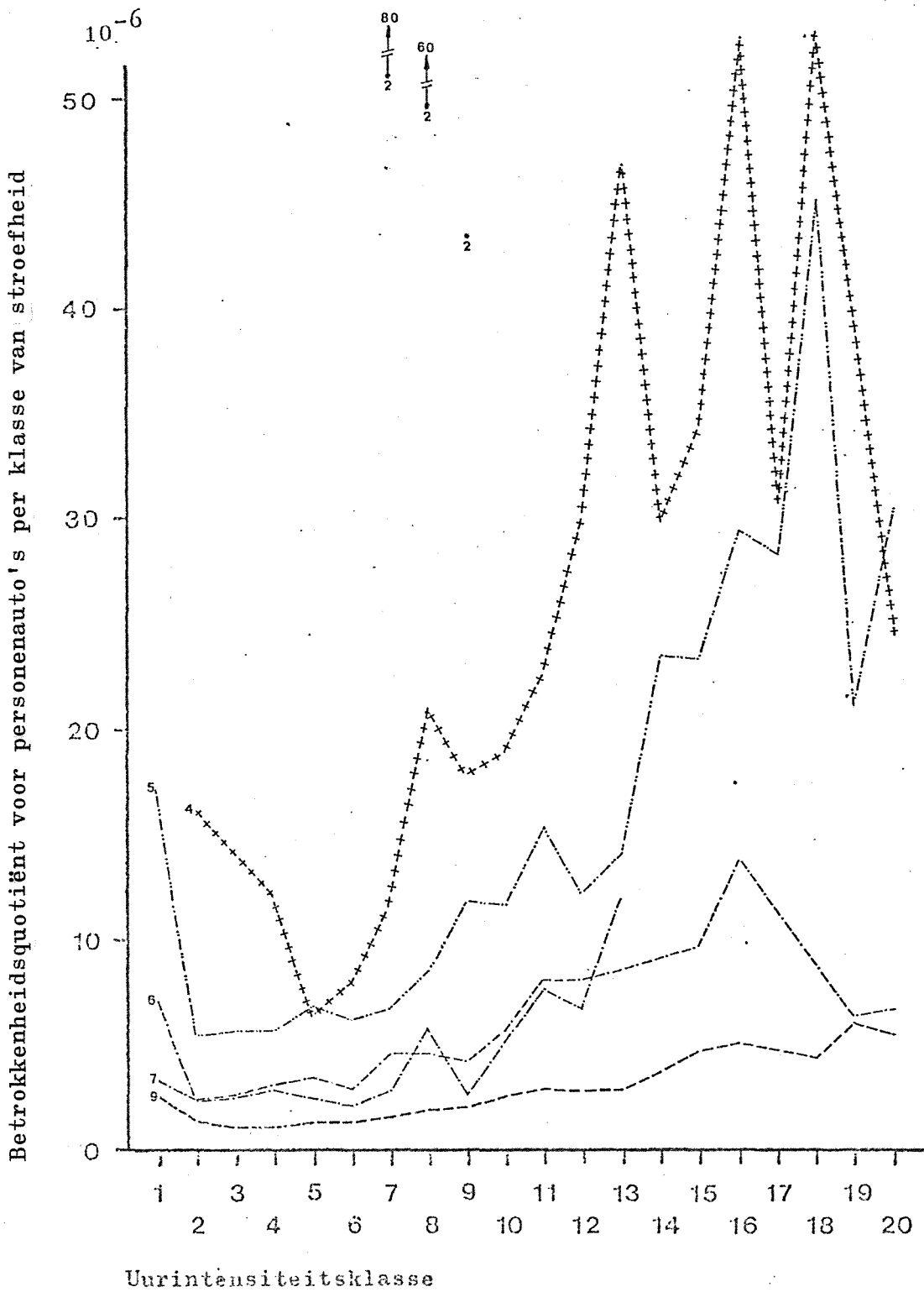
Bijlage 7.2.1. Ongevallenquotiënten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype II



Bijlage 7.2.2. Ongevallenquotiënten per oneven uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype II

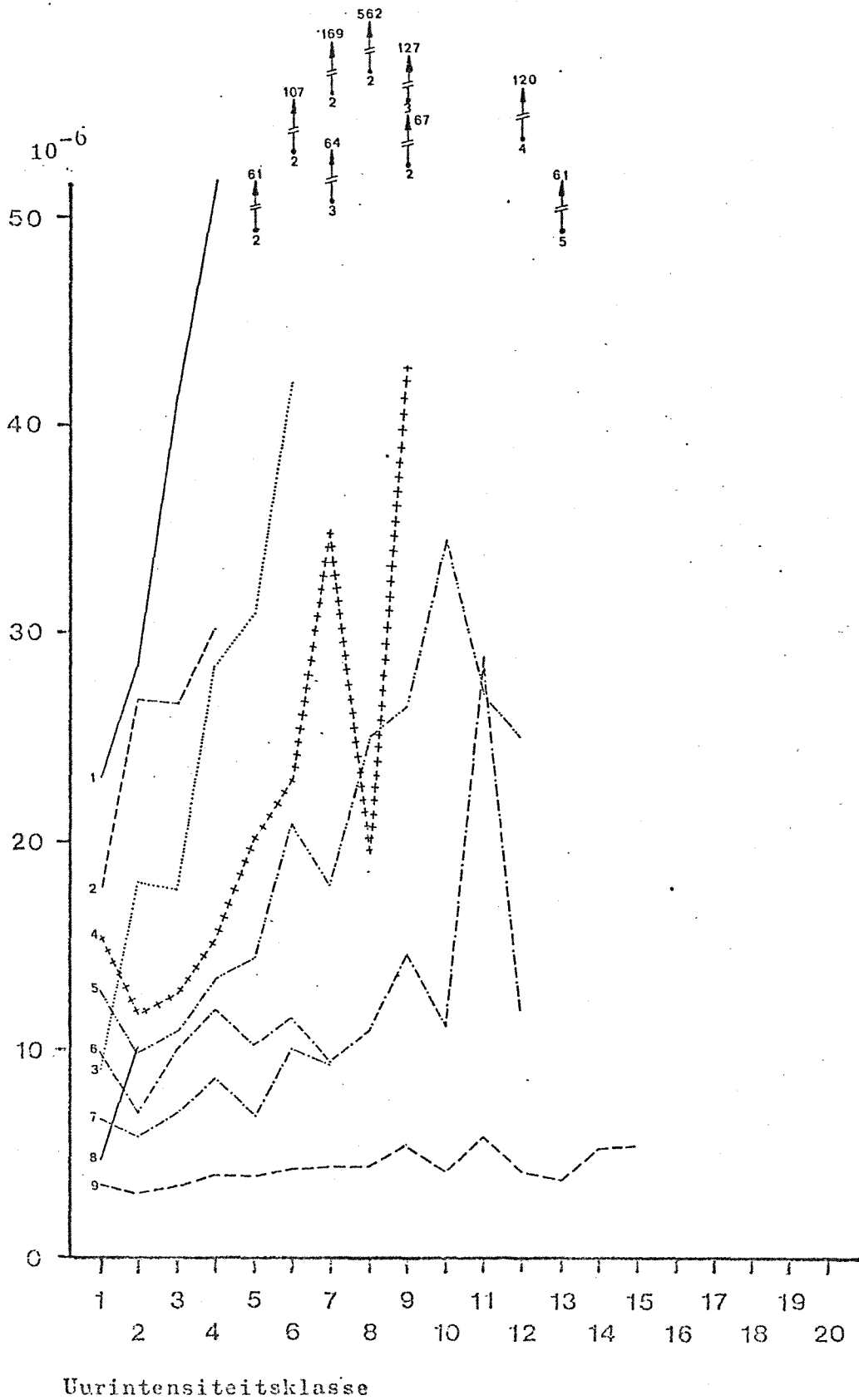


Bijlage 7.2.3. Ongevallenquotiënten per even uurintensiteitsklasse naar stroefheidsklasse bij wegtype II

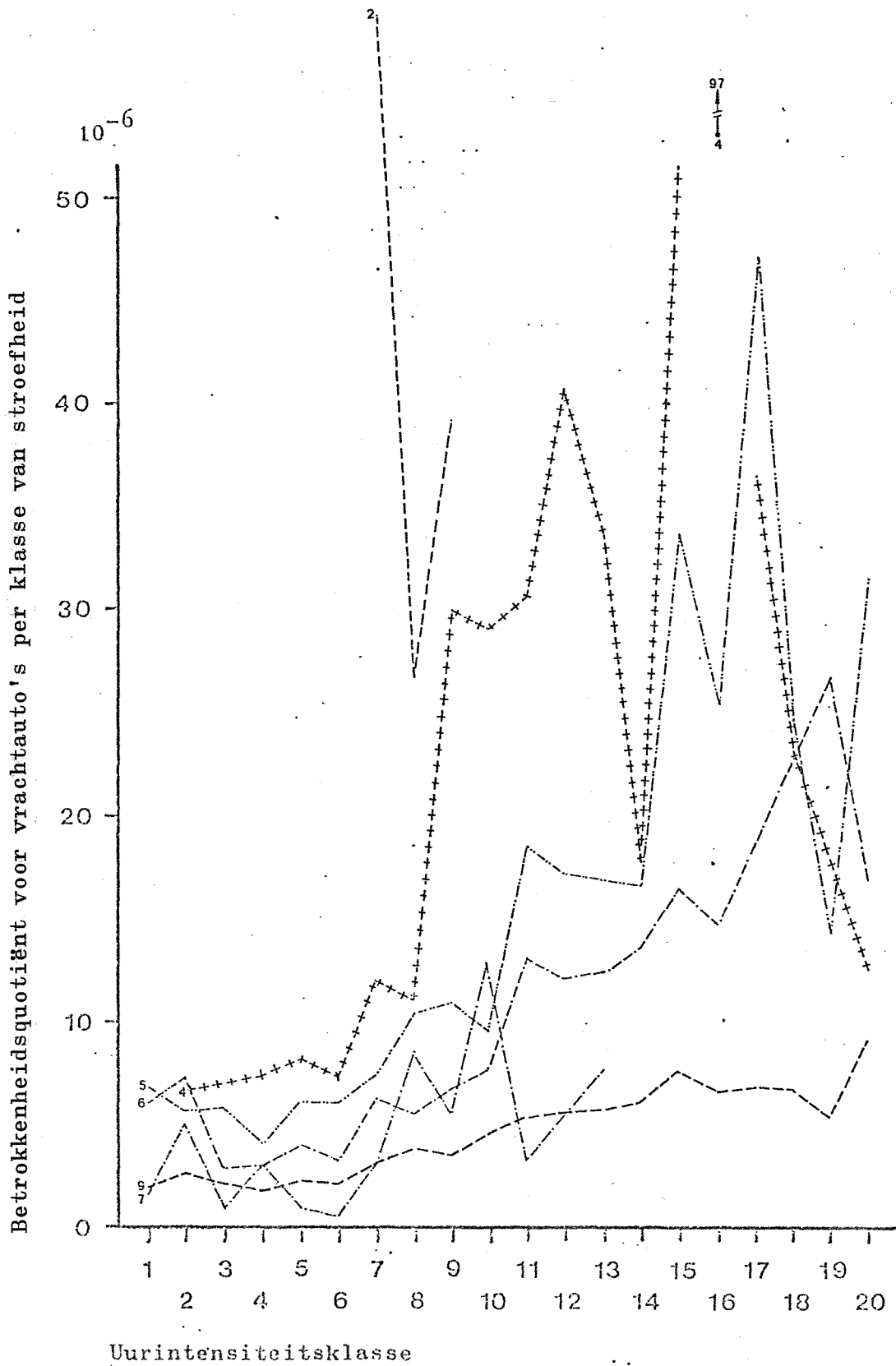


Bijlage 7.3.1. Betrokkenheidsquotiënten voor personenauto's per stroefheidsklass naar uurintensiteitsklasse bij wegtype I

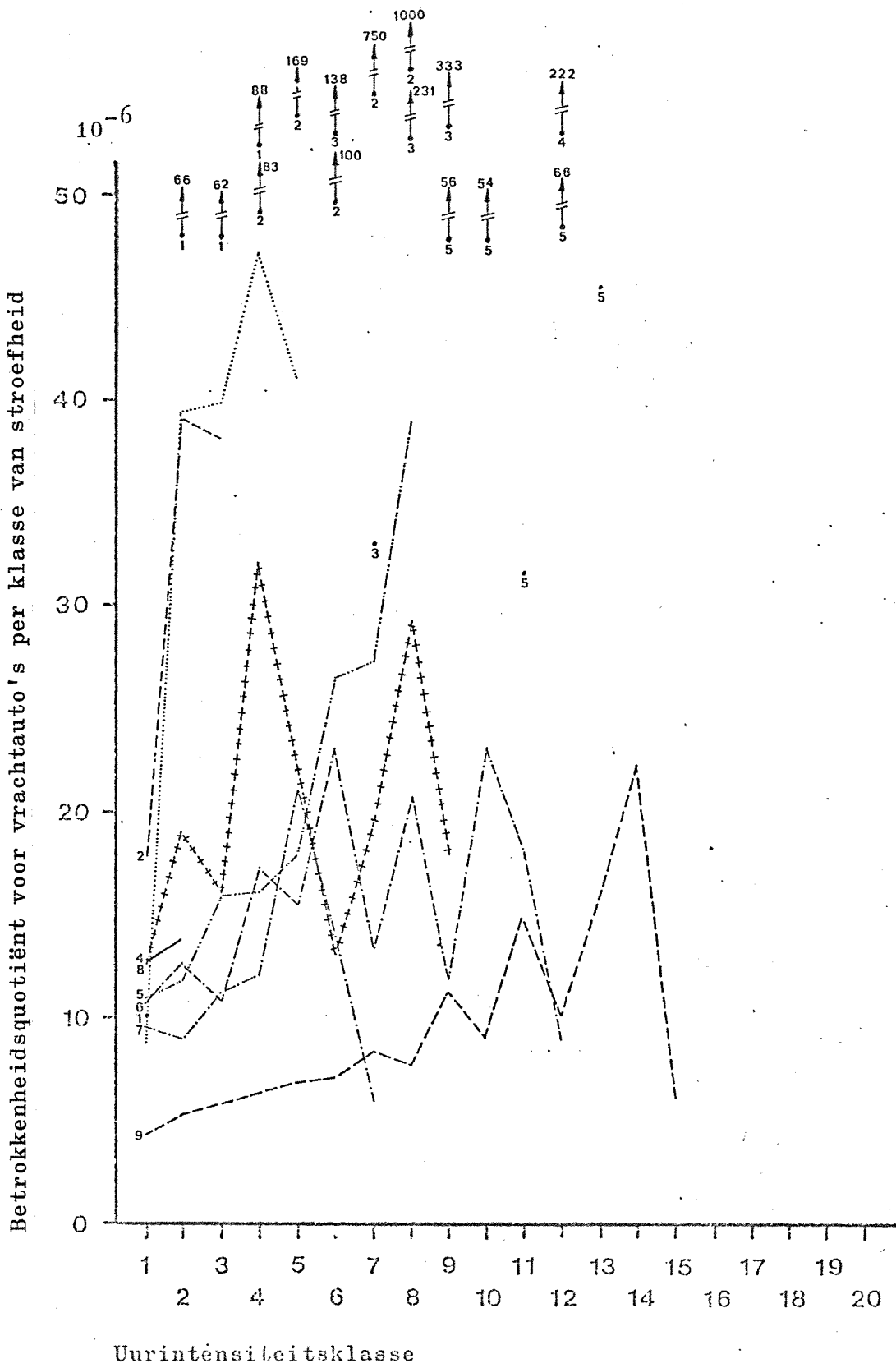
Betrokkenheidsquotiënt voor personenauto's per klasse van stroefheid



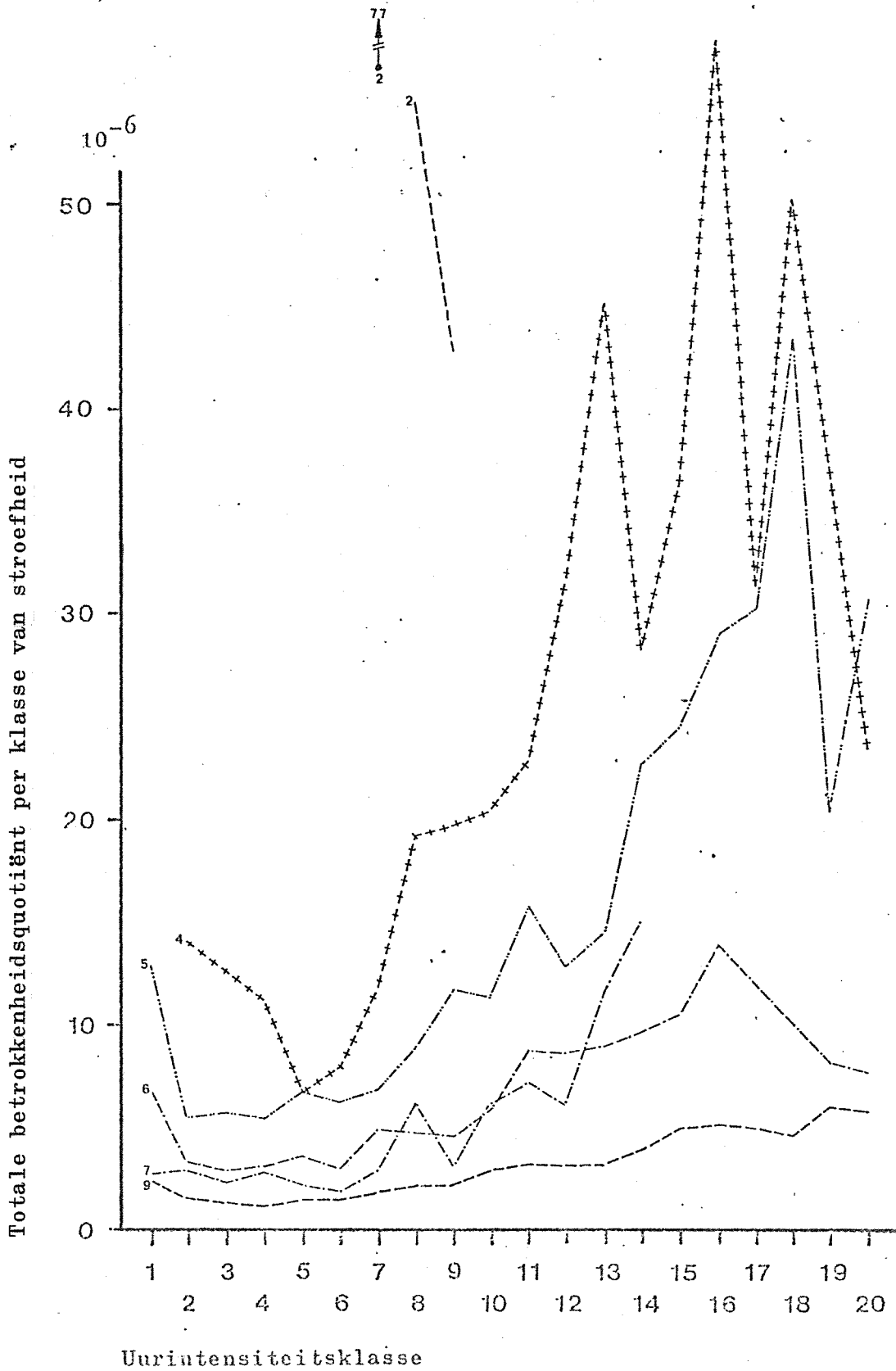
Bijlage 7.3.2. Betrokkenheidsquotiënten voor personenauto's per stroefheidsklas naar uurintensiteitsklasse bij wegtype II



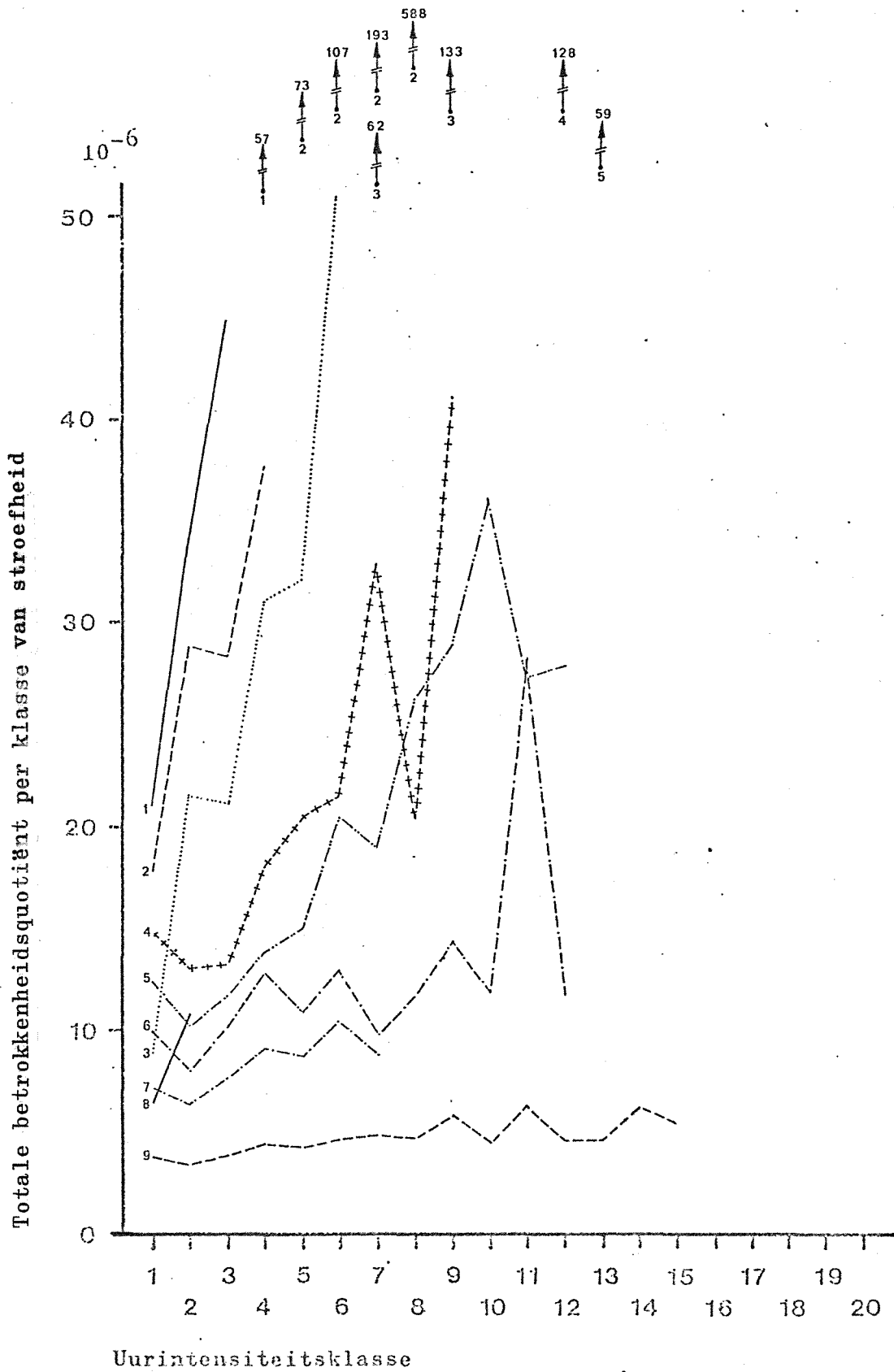
Bijlage 7.3.3. Betrokkenheidsquotienten voor vrachtauto's per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype I



Bijlage 7.3.4. Betrokkenheidsquotiënten voor vrachtauto's per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype II



Bijlage 7.3.5. Totale betrokkenheidsquotiënten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype I



Bijlage 7.3.6. Totale betrokkenheidsquotienten per stroefheidsklasse naar uurintensiteitsklasse bij wegtype II

Bijlage 8

Iets over toevalsfluctuaties in de ongevallenquotiënten

Onder de redelijke veronderstelling, dat ten aanzien van de aantallen ongevallen A_{ij} en de aantallen verreden voertuigkilometers V_{ij} bij goede benadering binomiale kansmodellen gelden, is de spreiding $S_{(P_{ij})}$ in de onderzoekwaarden voor de ongevallenquotiënten P_{ij} in stroefheidsklasse i en uurintensiteitsklasse j :

$$S_{(P_{ij})} = \sqrt{P_{ij} / V_{ij}}$$

Het 80% - betrouwbaarheidsinterval om P_{ij} wordt begrensd door de beide waarden $P_{ij} (1 \pm 1,3 S_{(P_{ij})} / P_{ij}) = P_{ij} (1 \pm 1,3 / \sqrt{A_{ij}})$.

In de grafieken van Bijlagen 7 zijn meetpunten, die op grond van deze beschouwing meer dan de helft van een werkelijke waarde zouden kunnen afwijken, niet ingetekend. Deze meetpunten hebben betrekking op minder dan 6 ongevallen.

Bij de wel ingetekende meetpunten gaat het soms om ongevallen, waarbij in totaal slechts een klein aantal vrachtauto's betrokken was.

De betreffende betrokkenheidsquotiënten zullen ruimer om een werkelijke waarde kunnen schommelen.

In bijlage 6 is de spreiding $S_{(P_{.j})}$ ingetekend. De invloed van de uurintensiteit blijft daarbij buiten beschouwing.