

KENGIJFERS VAN KRUISPUNTEN IN HET TWEEDE- EN DERDE-ORDE WEGENNET

R-89-32

V. Kars

Leidschendam, 1989

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



SAMENVATTING

In deze studie is het tweede- en derde-orde wegennet doorgelicht op de veiligheid van de verschillende soorten kruispunten. Daartoe zijn in een steekproef die qua omvang 5% van dit wegennet omvat, gegevens verzameld over locatie-, verkeers- en ongevallenkenmerken. De veiligheid wordt tot uitdrukking gebracht in het quotiënt van ongevallen en het gebruik dat van deze kruispunten gemaakt wordt. Als typologie bij de indeling van de kruispunten is de categorisering volgens de commissie RONA gehanteerd. Hoewel de omvang van de steekproef een gedetailleerde analyse van verschillen tussen RONA-kruispuntypen niet toelaat, is er een indicatie dat zowel bij T-kruisingen als kruisingen met vier aansluitingen de volgens de RONA-richtlijn uitgevoerde locaties qua aantallen ernstige ongevallen significant veiliger zijn dan kruispunten die van deze richtlijn afwijken.



INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding

2. Beschouwing

3. Analyse

4. Conclusies

Literatuur

Afbeeldingen 1 t/m 2

Tabellen 1 t/m 8

Bijlagen 1 t/m 2

VOORWOORD

In het SWOV-project "Kencijfers voor de verkeersveiligheid van wegen" wordt de veiligheid van wegennetten onderzocht.

Eerder zijn reeds het hoofdwegennet als vastgesteld in het Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV) en wegdelen in het tweede- en derde-orde wegennet geanalyseerd. Onderhavig rapport heeft betrekking op de kruispunten in het tweede- en derde-orde wegennet. De veiligheid van deze kruispunten is tot uitdrukking gebracht in relatie tot verkeers- en ongevalkenmerken en gedifferentieerd naar de te onderscheiden typen. De veiligheid wordt tot uitdrukking gebracht in een gekwantificeerde grootte (kencijfer). Waar mogelijk is voor de aanduiding van het type kruispunt gebruik gemaakt van de typologie als voorgesteld door de commissie RONA.

Het onderzoek is verricht in opdracht van de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat. Daarbij werd samengewerkt met de Landinrichtingsdienst en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, beide ressorterend onder het Ministerie van Landbouw en Visserij. De ongevalgegevens zijn aangeleverd door de Dienst Verkeersongevallenregistratie, de inventarisatie van het wegennet is uitgevoerd door het Bureau voor Ruimtelijke Ordening van Heesewijk B.V.

1. INLEIDING

In het kader van het project "Kencijfers voor de verkeersveiligheid van wegen" worden gegevens verzameld en verwerkt om te komen tot een beschrijving van de verkeersonveiligheid op het Nederlandse wegennet. Deze beschrijving beperkt zich niet tot een opsomming van absolute aantallen, maar wil ook de veiligheid van het wegennet tot uitdrukking brengen in gekwantificeerde kwaliteitsindicatoren. Aangezien het wegennet is samengesteld uit weggedelen en kruispunten die qua vormgeving en functie verschillen, wordt daarbij gedifferentieerd naar categorieën van locaties. Met voornoemde grootheden is het mogelijk om:

- voorspellingen te doen omtrent landelijke ontwikkelingen;
- locaties voor maatregelen en/of onderzoek te selecteren aan de hand van hun score op deze grootheden;
- effecten van veranderingen in de verkeersinfrastructuur te berekenen;
- de verkeersonveiligheid te relateren aan andere (schadelijke) aspecten van het verkeersproces of andere maatschappelijke processen.

In hetgeen volgt zal nader worden ingegaan op kruispunten in het tweede- en derde-orde wegennet. Daartoe zijn locatie-, verkeers- en ongevalkenmerken verzameld. Gegeven de omvang van dit wegennet, maar vooral vanwege het ontbreken van een "gegevensbank" voor locatie- en verkeerskenmerken, waardoor een arbeidsintensieve handmatige verzameling van gegevens noodzakelijk is, is volstaan met een naar omvang beperkte steekproef. In overleg met de Landinrichtingsdienst zijn daartoe 20 over het land verspreide gebieden gekozen. Het oogmerk daarbij was uiteraard om een representatieve steekproef te verkrijgen. De selectie van deze gebieden is beschreven door Van Minnen (1987), de inventarisering is te vinden in Bueninck e.a. (1988).

Het volgende hoofdstuk zal gaan over de kwantificering van de verkeersonveiligheid op wegen binnen het tweede- en derde-orde wegennet.

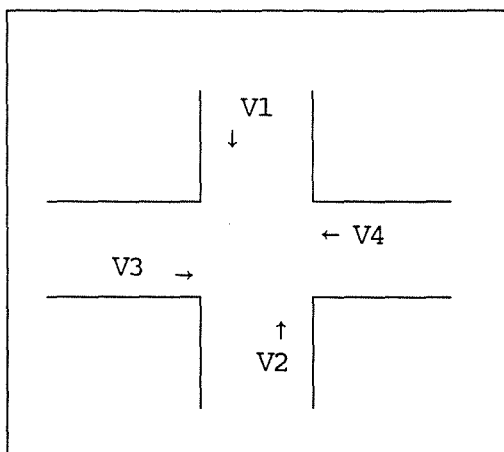
2. BESCHOUWING

In het rapport over kencijfers van tweede- en derde-orde-wegen is uitvoerig ingegaan op de overwegingen die aan de keuze voor een kencijfer bestaande uit het quotiënt van ongevallen en een gebruiksmaat ten grondslag liggen (Kars, 1989). In het kort is de redenering als volgt. Ongevallen zijn op te vatten als een stochastisch proces. Toevallige samenloop van kritieke omstandigheden bepalen of er al dan niet een ongeval plaats vindt. De mens, hier gedefinieerd als een fouten makend wezen, heeft een belangrijk aandeel in dit stochastische karakter. Ongevallen op een bepaalde locatie zijn dan ook te beschrijven middels een bepaalde kansverdeling. De hoogte van het gemiddelde wordt mede door twee belangrijke grootheden gevormd. Uit het voorafgaande volgt dat het aantal bestuurders (het aantal potentiële foutbronnen) dat van een bepaalde voorziening gebruik maakt een belangrijke grootheid is. Daarnaast is bekend dat omstandigheden de kans op het maken van fouten kunnen beïnvloeden. Gezien de doelstelling van dit onderzoek, bepalen wat de invloed is van structurele kenmerken van de infrastructuur op de verkeersveiligheid, ligt de keuze voor structurele kenmerken van de locatie als expressie van die omstandigheden voor de hand. Zo gezien wordt de onveiligheid van kruispunten tot uitdrukking gebracht middels een kencijfer bestaande uit het quotiënt van een onveiligheidsmaat en een gebruiksmaat gedifferentieerd naar het type kruispunt. Het gebruik van ongevallen als maat voor de onveiligheid zal weinig discussie oproepen. De keuze voor het aantal passerende voertuigen als gebruiksmaat is wat meer omstreden. Zijn V_1 t/m V_4 de instromende volumes van een kruispunt met vier aansluitingen dan is het aantal passerende voertuigen P :

$$P = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \quad (1)$$

In de literatuur zijn modificaties op deze formule voorgesteld om de voornaamste kritiek op deze methode, het niet verdisconteren van de verhoudingen tussen de kruisende takken, te ondervangen.

In de literatuur zijn modificaties op deze formule voorgesteld om de voornaamste kritiek op deze methode, het niet verdisconteren van de verhoudingen tussen de kruisende takken, te ondervangen.



O.a. Surti (1969) gebruikt het produkt van de kruisende stromen en vindt daarbij in een kleine steekproef een goede correlatie met het aantal ongevallen. In formule :

$$P = (V1+V2) * (V3+V4) \tag{2}$$

Diverse onderzoekers zijn van oordeel dat formule (2) inhoudelijk gezien een betere maat geeft maar in de praktijk sterk aan predictieve waarde te wensen overlaat (bijv. Bennett & Blackmore, 1970). Zij zwakken het effect van dit "kruisprodukt" af door de wortel uit de som te nemen, in formule :

$$P = (V1+V2)^{0.5} * (V3+V4)^{0.5} \tag{3}$$

Andere onderzoekers komen bijvoorbeeld met op hun steekproef toegesneden verfijningen door in plaats van 0.5, 0.45 resp. 0.63 te gebruiken. De kritiek op deze berekeningswijze is o.a. dat geen rekening wordt gehouden met de verschillen tussen de mogelijke bewegingen op een kruispunt zowel qua frequentie als qua ongevalsvatbaarheid. Hakkert & Mahalel (1978) differentieerden naar 24 mogelijke conflicten. De maat voor het gebruik wordt dan de som van de produkten van de stromen per conflictpunt. De tendens is evident, middels het steeds expliciter tot expressie brengen van het potentiële conflict, hoopt men tot een betere voorspelling per individueel kruispunt te komen. Of de verschillen tussen formules (1), (2) en (3) daadwerkelijk groot zijn wordt o.a. door Duff betwijfeld (in Chapman, 1973). Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat alle drie de formules onbepaald zijn, met andere woorden: binnen de randvoorwaarde dat de instroom uitgedrukt wordt in een geheel positief getal, zal iedere

waarde van P ingevuld kunnen worden met een veelheid aan combinaties van waarden voor de instromen. Gaande van formule (1) naar (3) wordt de range steeds breder waardoor een contraproductief effect ontstaat, men streeft via het tot expressie brengen van het conflict naar een betere voorspeller, maar tegelijkertijd neemt de homogeniteit van de groep af. Een tweede verklaring is gelegen in het toespitsen op conflicten. Dit mag geacht worden een betere voorspeller van meervoudige ongevallen te zijn, maar is daarmee tegelijkertijd een slechtere voorspeller van enkelvoudige ongevallen. Deze laatste zullen meer gerelateerd zijn aan het aantal passerende voertuigen dan aan het aantal ontmoetingen. Gezien de binnen deze steekproef geconstateerde aantallen enkelvoudige kruispuntongevallen (23% op T-kruisingen, 10% op vier-arms kruisingen; Michels & Meijer, 1988) een effect waarmee rekening gehouden dient te worden.

Recapitulerend : De doelstelling van dit project is te komen tot een kwantificering van de veiligheid van voorzieningen in de verkeersinfrastructuur. De primaire noemer waarop voorzieningen aangemerkt worden als behorende tot een en de zelfde groep zijn de structurele vormgevingskenmerken. Voor een goede vergelijkbaarheid met andere voorzieningen wordt genormeerd voor het gebruik. Deze normering is dus gericht op het vergelijkbaar maken van verzamelingen van elementen en niet op het zo exact mogelijk voorspellen van de onveiligheid op een specifieke locatie. Dat wil niet zeggen dat er geen convergentie tussen beide invalshoeken mogelijk is. Door binnen een type te differentiëren naar frequentie van gebruik, door binnen een bepaalde gebruiksklasse te differentiëren naar verhoudingen van instromen, worden normen voor steeds specifiekere groepen vastgesteld en daarmee in laatste instantie de mogelijkheid tot exactere voorspellingen van individuele locaties gecreëerd. Door bij kruispunten het gebruik te definiëren als het aantal passerende voertuigen wordt vermeden dat zeer extreme verhoudingen in een en de zelfde groep terecht komen zoals dat bij formules (2) en vooral (3) het geval is. Een nadere differentiatie binnen een groep kan bewerkstelligd worden door de instromen in klassen op te delen en de onveiligheid te beschouwen aan de hand van combinaties van klassen. Op deze wijze kunnen uitspraken gedaan worden over de onveiligheid in relatie tot de verschillende instromen zonder enigerlei transformaties op de oorspronkelijke data te hoeven toepassen.

3. ANALYSE

De steekproef bevat 2364 kruispunten, het merendeel van het RONA-type 2A (zie Bijlage 1 voor RONA-typologie). Bij de evaluatie van de veiligheid van kruispunten is het aantal takken een relevant gegeven. Binnen een type dient het aantal takken gelijk te zijn om van een enigszins homogene groep te kunnen spreken. De RONA-indeling kent geen kruispunt van het type 1 met drie aansluitingen. Aangezien echter in de praktijk veel kruispunten voorkomen met de kenmerken van type 1 maar met drie aansluitingen, is een type 1A geconstrueerd.

In het kader van het tweede- en derde-orde wegennet zijn de verschillende RONA-typen niet relevant en zullen dan ook verder buiten beschouwing blijven, evenals RONA-type 5 vanwege de geringe aantallen.

De instroom wordt bepaald uit de intensiteit van de aansluitende wegen. Deze moet bekend zijn om te kunnen normeren voor het aantal passerende voertuigen. In een aantal gevallen ontbreekt dit gegeven. Voornaamste redenen zijn dat één van de takken een aansluiting op een bebouwde kom is en dat het aansluitingen betreft die buiten het steekproefgebied liggen. Na deze selectie blijven van RONA-typen 3 en hoger erg weinig observaties over (Tabel 1). Verkeerskenmerken en aantallen ongevallen zijn opgenomen in Tabel 2. Tabel 3 geeft kencijfers voor UMS- en ernstige ongevallen. Vooral de cijfers van de kruispunttypen 3, 4 en 3A (A= met drie aansluitingen) dienen met grote terughoudendheid gebruikt te worden wegens het geringe aantal observaties. Het belangrijkste verschil wordt veroorzaakt door het aantal aansluitingen. Drie of vier aansluitingen scheelt globaal een factor twee. Daarnaast zijn er gegeven het aantal aansluitingen verschillen tussen de typen. Er is er een tendens naar een stijging van het kencijfer in hogere categorieën.

De hier gemaakte vergelijking is echter onzuiver. Lang niet alle kruispunten voldoen volledig aan de RONA-normen. Een uitsplitsing naar het al-dan-niet afwijken van de RONA-typologie per kruispuntsoort is echter wegens te geringe celvullingen niet zinvol. Volstaan dient te worden met een meer globale opdeling naar het aantal aansluitingen gedifferentieerd naar het al-dan-niet voldoen aan de RONA-richtlijn. Tabel 4 geeft verkeerskenmerken en aantallen ongevallen, alsmede de kencijfers. Het aantal aansluitingen levert een significant verschil op in veiligheid. Of gegeven het aantal aansluitingen het kruispunt voldoet aan de RONA-richtlijn geeft alleen bij ernstige ongevallen een significant verschil te zien bij kruispunten met

drie aansluitingen. Dit ten faveure van de volgens RONA-richtlijnen uitgevoerde kruispunten (zie Bijlage 2).

De kencijfers in het voorgaande zijn berekend over alle in het bestand aanwezige locaties en daarmee over een zeer breed gebruiksgebied. Uitgaande van de representativiteit van de steekproef zijn deze kencijfers maatgevend voor kruispunten in het tweede- en derde-orde wegennet. Voor meer specifieke toepassingen, bijvoorbeeld het formuleren van een verwachting omtrent het aantal ongevallen gegeven het aantal passerende motorvoertuigen, dient vastgesteld te worden of de relatie tussen ongevallen en gebruik lineair is. Gegeven een bepaald aantal passerende voertuigen dient vervolgens vastgesteld te worden of deze relatie constant is ongeacht de verhoudingen van de instromen. Gegeven de eerder geconstateerde geringe verschillen tussen de kruispunten die wel en die niet aan de RONA-richtlijnen voldoen, gecombineerd met de omstandigheid dat het aantal locaties en/of het aantal ongevallen beperkt is, zal in hetgeen volgt alleen het onderscheid naar aantal aansluitingen gehanteerd worden.

Drie aansluitingen

In Afbeelding 1 is het aantal ernstige ongevallen en de intensiteit in doorgaande richting en op T-aansluiting per locatie weergegeven. De aard van het tweede- en derde-orde wegennet is goed zichtbaar, het zijn vooral de lage intensiteiten die goed vertegenwoordigd zijn. Een eerste kwalitatieve conclusie is gemakkelijk te trekken: ongeacht de intensiteit van de doorgaande richting vinden bij zeer geringe intensiteit op de T-aansluiting (vrijwel) geen ongevallen plaats. Een tweede conclusie is dat de aantallen passerende voertuigen op de doorgaande richting en op de T-aansluiting niet onafhankelijk zijn. Een indeling van het aantal instromende voertuigen in klassen dient vanwege de celvulling betrekkelijk grof te blijven. Voor de T-aansluiting zijn genomen: < 100 , $100-249$, $250-499$ en ≥ 500 , voor de doorgaande richting: < 1000 , $100-2499$, $2500-4999$ en ≥ 5000 passerende motorvoertuigen op een weekdag. Een overzicht van het aantal locaties alsmede het aantal ongevallen met hun gemiddelde en standaarddeviatie is te vinden in Tabel 5B. Het gemiddelde aantal ongevallen uit deze tabel is op een wat inzichtelijker wijze weergegeven in Tabel 5B. Gegeven een bepaalde intensiteit op de T-aansluiting neemt het aantal ongevallen toe met de toename van de intensiteit op de doorgaande richting. Tevens geldt dat gegeven een bepaalde intensiteit op de doorgaande richting het aantal

ongevallen toeneemt met de stijging van het aanbod op de T-aansluiting. In de klassen 1000-2499 en 2500-4999 is een redelijk overeenkomst tussen gemiddelde en standaarddeviatie te constateren. Deze locaties ogen daarmee als een redelijk homogene groep voor zover het UMS-ongevallen betreft. In de andere groepen en bij ernstige ongevallen is de standaarddeviatie vaak aanmerkelijk groter dan het gemiddelde. Dit moet gezien worden als inherent aan het ongevallenproces. Vooral bij geringe intensiteiten is ook een verzamelperiode van vier jaar niet toereikend om een stabiel ogend beeld van een relatief zeldzaam fenomeen te verkrijgen. Deze grote spreiding doet de vraag rijzen naar de betrouwbaarheid van kencijfers als de voorspelbaarheid van ongevallen zo problematisch is. Vertaal betrouwbaarheid in stabiliteit van de uitkomsten, dan kan deze worden vastgesteld door een ruim aantal malen het kencijfer te laten berekenen over een populatie qua omvang gelijk aan de steekproef, maar samengesteld uit deze steekproef via randomtrekking met teruglegging (bootstrap). De kencijfers vormen dan op hun beurt een serie waarnemingen waar o.a. een maat voor de spreiding uit te berekenen valt. De resultaten van 200 trekkingen zijn opgenomen in Tabel 6A. Gezien de spreiding is een alleszins stabiel geheel ontstaan. De kencijfers voor UMS- en ernstige ongevallen zijn op een wat andere wijze weergegeven in Tabel 6B. Gegeven een bepaalde intensiteitsklasse heeft het kencijfer de neiging om te stijgen met de toename van het aanbod op de T-aansluiting. Gegeven een bepaalde intensiteitsklasse van de T-aansluiting daalt het kencijfer met de toename van de intensiteit. Anders dan bij wegvakken resulteert hier normering voor gebruik niet in een constante waarde. Als eerder is gesteld is een uitsplitsing van deze aard niet per RONA-type uit te voeren. De genoemde daling bij hogere intensiteiten zijn echter vermoedelijk toe te schrijven aan het relatief grote aandeel van RONA-type 3 in deze groepen.

Vier aansluitingen

In Afbeelding 2 is het aantal (ernstige) ongevallen naar de intensiteit op de twee kruisende takken te zien. Het aantal observaties is beduidend geringer dan bij de T-kruisingen. Een opdeling in klassen moet zich hier beperken tot < 500, 500-1499 en > 1500 voor richting 1 (richting met de hoogste intensiteit) en < 200, 200-499 en > 500 voor richting 2. Een overzicht van het aantal locaties, verkeerskenmerken en ongevallen uitgesplitst naar combinaties van kruisende stromen is te vinden in Tabel 7A.

Ook hier zijn weer royale fluctuaties rond het gemiddelde aantal ongevallen te constateren. In de bootstrap-analyse blijkt dat ook hier ondanks het geringe aantal ongevallen en of gering aantal locaties een stabiel beeld te verkrijgen is (Tabel 8A). Indien op één van beide aansluitingen de intensiteit toeneemt nemen zowel het aantal ongevallen als het ken-cijfer toe. Ook hier geeft normeren voor het gebruik geen constante waarde voor het kencijfer te zien (Tabel 6B en 8B).

4. CONCLUSIES

De omvang van de steekproef is te gering om uitspraken te kunnen doen over de veiligheid van kruispunten gedifferentieerd naar RONA-type en de mate waarin aan de richtlijn voldaan wordt. Wel is een meer globale uitspraak mogelijk. Op kruispunten die voldoen aan de RONA-richtlijn gebeuren vooral minder ernstige ongevallen in relatie tot het gebruik dan op kruispunten die van deze richtlijn afwijken. Gebruik wordt hier gedefinieerd als het aantal passerende motorvoertuigen. Het aanwenden van andere gebruiksmaten, in het bijzonder die welke pogen het conflict tot uitdrukking te brengen, wordt afgeraden. Deze methoden houden geen rekening met een zeker op dit wegennet grote aandeel aan enkelvoudige ongevallen en hebben in de praktijk tot gevolg dat extreme combinaties van instromen in één en de zelfde groep terecht komen. Differentiëren naar verhoudingen van instromen is mogelijk door de instromen in klassen op te delen en per combinatie van klassen de veiligheid te beschouwen. Al hoewel deze uitsplitsing in geringe aantallen ongevallen en/of locaties resulteert is het beeld tamelijk stabiel. Het kencijfer: ongevallen genormeerd voor het gebruik, is geen constante, maar afhankelijk van vooral het aanbod op beide aansluitingen.

LITERATUUR

Bueninck, ir. P.; Janssen, ir. S.T.M.C. & Michels, ir. Th. (1988).
Inventarisering tweede en derde wegennet. Bureau voor Ruimtelijke Ordening
Van Heesewijk B.V., Vught, 1988

Bennett, G.T. & Blackmore, F.C.B. (1970). Accident risks and capacity of
single-level intersections. OTA Study week, Rotterdam.

Chapman, R. (1973). The concept of exposure. *Accid. Anal. & Prev.* 5 (1973):
95-110.

Del Mistro, R.F. (1979). Accidents at urban intersections. National
Institute for Transport and Road Research, 1979.

Del Mistro, R.F. (1981). Accidents at urban intersections; A second study.
National Institute for Transport and Road Research, 1981.

Hakkert, A.S. & Mahalel, D. (1978). Estimating the number of accidents at
intersections from a knowledge of the traffic flows on the approaches.
Accid. Anal. & Prev. 10 (1978) 1 : 69-79.

Janssen, ir. S.T.M.C. (1986). Veiligheidscriteria voor verkeersvoorzienin-
gen II. R-86-65. SWOV, Leidschendam, 1986.

Janssen, W.H. & Horst, A.R.A. van der (1978). Onderzoek naar rijgedrag op
Krimpenerwaardkruispunten. IZF-1978-C29. IZF-TNO, Soesterberg, 1978.

Kars, V. (1989). Kencijfers van weggedelen in het tweede- en derde-orde
wegennet. R-89-31. SWOV, Leidschendam, 1989.

Leeuw, J. de & Oppe, S. (1976). Analyse van kruistabellen: Loglineaire
Poisson modellen voor gewogen aantallen. R-76-8. SWOV, 1976.

Michels, Th. & Meijer, E. (1988). Onderzoek probleemsituaties 80 km/u-
wegen, Fase 2. Tussenrapportage kwantitatieve analyse. ICW Nota 1922. ICW,
Wageningen, 1988.

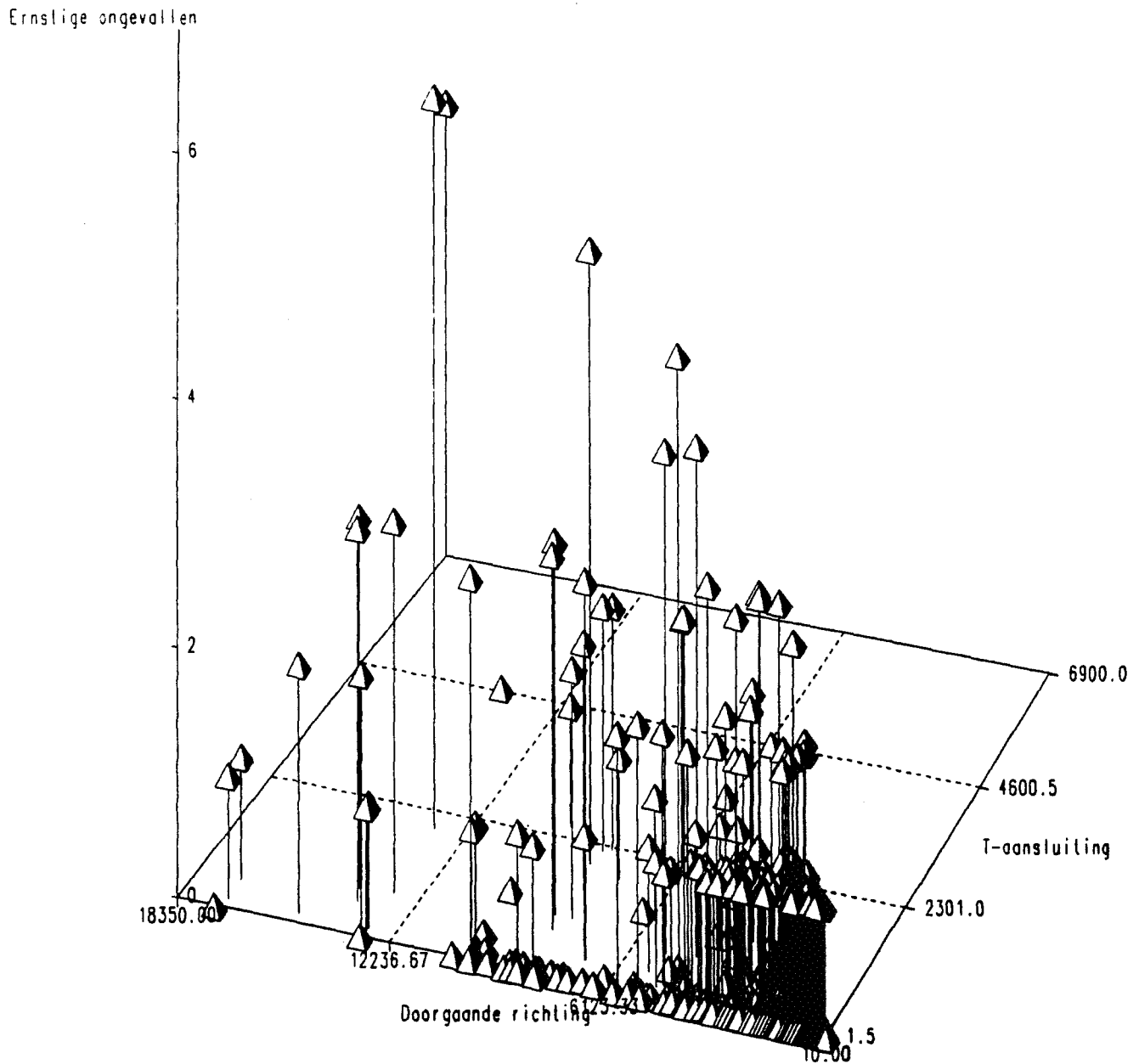
Minnen, J. van (1987). De keuze van de steekproef ten behoeve van het SWOV-project "Kencijfers voor de verkeersveiligheid van wegen". R-87-15. SWOV, Leidschendam, 1987.

Surti, V.H. (1969). Accident exposure and intersection safety for at-grade, unsignalized intersections. Highway Research Record 286, pp. 81-94.

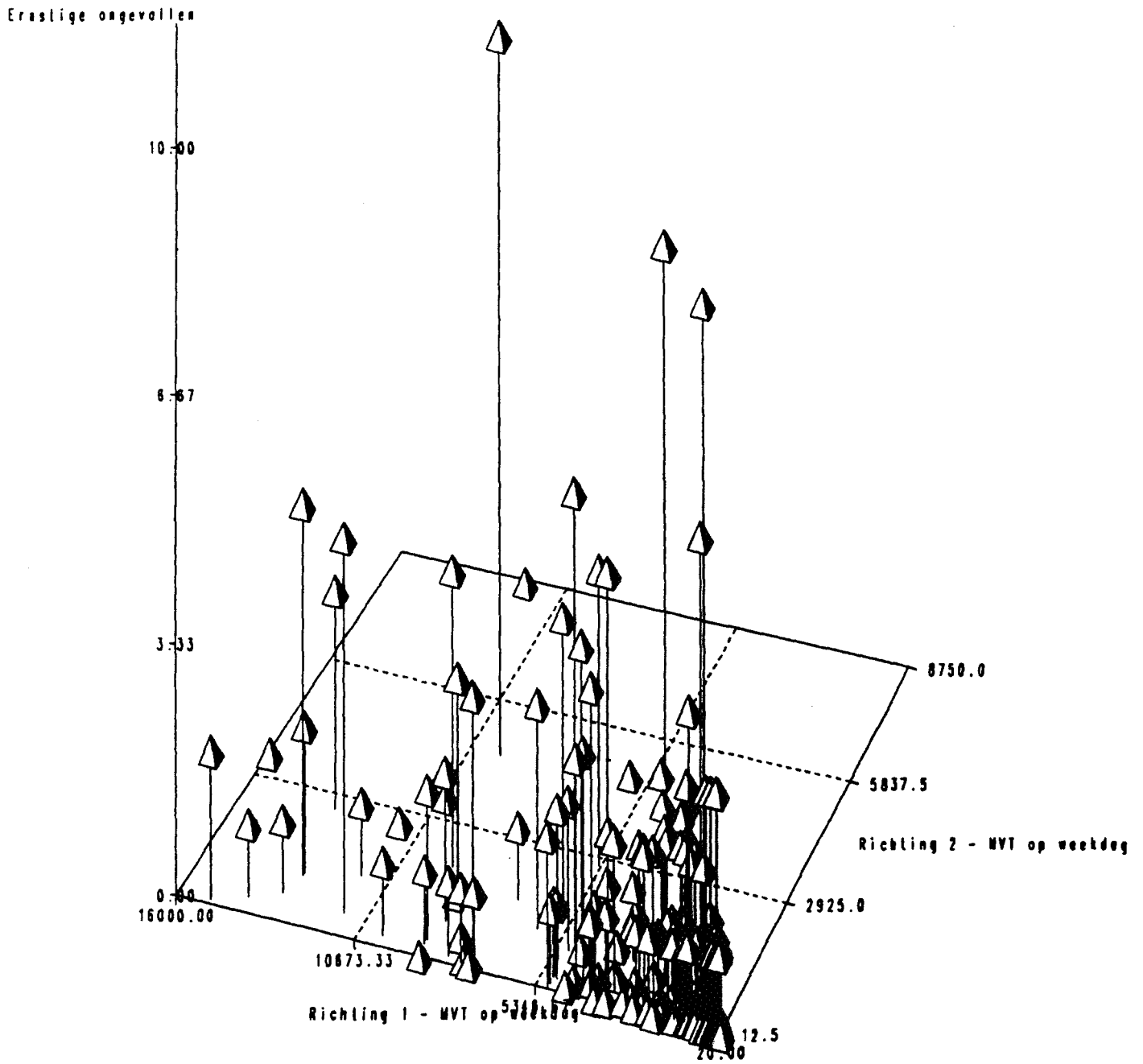
AFBEELDINGEN 1 T/M 2

Afbeelding 1. Ernstige ongevallen (totaal 4 jaar) en weekdagintensiteit van motorvoertuigen op kruisende takken bij kruispunten met drie aansluitingen in doorgaande richting en T-aansluiting.

Afbeelding 2. Ernstige ongevallen (totaal 4 jaar) en weekdagintensiteit van motorvoertuigen op kruisende takken bij kruispunten met vier aansluitingen in richting 1 en richting 2.



Afbeelding 1. Ernstige ongevallen (totaal 4 jaar) en wekdagintensiteit van motorvoertuigen op kruisende takken bij kruispunten met drie aansluitingen in doorgaande richting en T-aansluiting.



Afbeelding 2. Ernstige ongevallen (totaal 4 jaar) en weekdagintensiteit van motorvoertuigen op kruisende takken bij kruispunten met vier aansluitingen in richting 1 en richting 2.

TABELLEN 1 T/M 8

Tabel 1. Indeling kruispunten naar type.

Tabel 2. Kruispunt-, verkeers- en ongevallenkenmerken.

Tabel 3. Kencijfers naar RONA-categorie.

Tabel 4. Kencijfers naar aantal aansluitingen en RONA-richtlijn.

Tabel 5A. Ongevallen naar combinaties van kruisende stromen.

Tabel 5B. Gemiddeld aantal ongevallen op T-kruisingen naar intensiteit.

Tabel 6A. Kencijfers naar kruisende stromen op T-kruisingen (bootstrap op 200 samples).

Tabel 6B. Kencijfers ongevallen per 10^6 passerende motorvoertuigen op T-kruisingen.

Tabel 7A. Ongevallen naar combinaties van kruisende stromen op kruispunten met vier aansluitingen.

Tabel 7B. Gemiddeld aantal ongevallen op kruisingen met vier aansluitingen naar intensiteit.

Tabel 8A. Kencijfers naar kruisende stromen op kruispunten met vier aansluitingen (bootstrap op 200 samples).

Tabel 8B. Kencijfers ongevallen per 10^6 passerende motorvoertuigen op kruisingen met vier aansluitingen.

	1	2	3
RONA type 1	182	182	143
RONA type 2	229	229	146
RONA type 3	40	40	17
RONA type 4	52	52	25
RONA type 5	2		
RONA type 1A		1157	1050
RONA type 2A	1692	535	397
RONA type 3A	38	38	23
ROA Haarlemmermeer	18		
ROA half klaverblad	13		
ROA T-Haarlemmermeer	1		
ROA T-half klaverblad	1		
ROA T-knooppunt	2		
ROA Volledig	2		
Overig	77	131	57
Onbekend	15		
Totaal	2364	2364	1820

1 - Als verzameld in de steekproef.

2 - RONA-categorie met 1A.

3 - Idem met drie of vier aansluitingen waarvan de intensiteit bekend is.

Tabel 1. Indeling kruispunten naar type.

Indeling volgens RONA	Aantal locaties	Gem. mvt per week-dag	UMS onge-vallen	Letsel onge-vallen	Dodelijke onge-vallen
RONA-type 1	143	588	63	27	1
RONA-type 2	146	2772	309	115	8
RONA-type 3	17	5227	89	18	1
RONA-type 4	25	8922	231	64	4
RONA-type 1A	1050	589	231	51	2
RONA-type 2A	397	2740	422	139	8
RONA-type 3A	23	8752	104	33	1
Overig	57	4981	144	26	1

Tabel 2. Kruispunt-, verkeers- en ongevallenkenmerken.

UMS-ongevallen

Indeling volgens RONA	Aantal locaties	Gem. mvt per week-dag	UMS-ongevallen	UMS ongeval gem. per kruispunt per jaar	S.d.	UMS ongeval per 10 ⁶ passerende mvt	S.d.
RONA-type 1	143	588	63	0.11	0.27	0.47	1.15
RONA-type 2	146	2772	309	0.53	0.71	0.66	1.10
RONA-type 3	17	5227	89	1.31	1.25	0.79	0.79
RONA-type 4	25	8922	231	2.31	2.42	0.79	0.68
RONA-type 1A	1050	589	231	0.06	0.16	0.30	1.08
RONA-type 2A	397	2740	422	0.27	0.59	0.30	0.72
RONA-type 3A	23	8752	104	1.13	1.31	0.36	0.37
Overig	57	4981	144	0.63	1.34	0.50	0.96

Ernstige ongevallen

Indeling volgens RONA	Aantal locaties	Gem. mvt per week-dag	Ernstig ongeval	Ernstig ongeval gem. per kruispunt per jaar	S.d.	Ernstig ongeval per 10 ⁶ passerende mvt	S.d.
RONA-type 1	143	588	28	0.05	0.16	0.32	1.09
RONA-type 2	146	2772	123	0.21	0.33	0.31	0.63
RONA-type 3	17	5227	19	0.28	0.32	0.17	0.20
RONA-type 4	25	8922	68	0.68	0.67	0.24	0.29
RONA-type 1A	1050	589	53	0.01	0.06	0.05	0.36
RONA-type 2A	397	2740	147	0.09	0.23	0.10	0.29
RONA-type 3A	23	8752	34	0.37	0.40	0.12	0.16
Overig	57	4981	27	0.12	0.28	0.08	0.28

Tabel 3. Kencijfers naar RONA-categorie

UMS-ongevallen

Type aansluiting	Aantal locaties	Gem. mvt per week-dag per kruispunt	UMS-ongeval	UMS-ongev. per 10 ⁶ passerende mvt	Stand. dev.
3 tak standaard	985	793	301	0.29	1.02
3 tak afwijkend	507	2569	510	0.32	0.92
4 tak standaard	135	1951	245	0.60	1.12
4 tak afwijkend	185	2625	390	0.59	1.12

Ernstige ongevallen

Type aansluiting	Aantal locaties	Gem. mvt per week-dag per kruispunt	Ernstig ongeval	Ernstig ongev. per 10 ⁶ passerende mvt	Stand. dev.
3 tak standaard	985	793	72	0.05	0.35
3 tak afwijkend	507	2569	182	0.10	0.30
4 tak standaard	135	1951	74	0.34	1.07
4 tak afwijkend	185	2625	142	0.28	0.64

Tabel 4. Kencijfers naar aantal aansluitingen en RONA-richtlijn.

Motorv. op weekdag Doorgaande richting	T-aan- sluiting	Aantal loca- ties	Passe- rende mvt (10^6)	UMS-ongevallen			Ernstige ongevallen		
				Aan- tal	Gem.	S.d.	Aan- tal	Gem.	S.d.
< 1000	< 100	714	304	82	0.11	0.41	20	0.03	0.20
	100-249	264	225	70	0.27	0.62	16	0.06	0.25
	250-499	23	32	19	0.83	1.19	2		
1000 - 2499	< 100	113	250	40	0.35	0.64	11	0.10	0.38
	100-249	84	177	49	0.58	0.85	17	0.20	0.46
	250-499	47	114	37	0.79	1.06	17	0.36	0.64
	\geq 500	20	66	34	1.70	1.98	10	0.50	0.83
2500 - 4999	< 100	52	248	35	0.67	1.46	10	0.19	0.49
	100-249	44	210	54	1.23	1.78	19	0.43	0.76
	250-499	20	97	55	2.75	2.69	24	1.20	1.11
	\geq 500	28	171	85	3.04	2.86	25	0.89	1.20
\geq 5000	< 100	37	410	30	0.81	1.87	6	0.16	0.60
	100-249	25	342	30	1.20	2.10	12	0.48	0.65
	250-499	4	36	17	4.25	2.63	7	1.75	0.96
	\geq 500	22	359	157	7.14	6.47	48	2.18	1.65

Tabel 5A. Ongevallen naar combinaties van kruisende stromen.

UMS-ONGEVALLLEN

Doorgaande richting	T-aansluiting			
	< 100	100-249	250-499	≥ 500
< 1000	0.11	0.27	0.83	--
1000-2499	0.35	0.58	0.79	1.7
2500-4999	0.67	1.23	2.75	3.04
≥ 5000	0.81	1.2	4.25	7.17

Ernstige ongevallen

Doorgaande richting	T-aansluiting			
	< 100	100-249	250-499	≥ 500
< 1000	0.03	0.06	--	--
1000-2499	0.10	0.20	0.36	0.50
2500-4999	0.19	0.43	1.2	0.89
≥ 5000	0.10	0.48	1.75	2.18

Tabel 5B. Gemiddeld aantal ongevallen op T-kruisingen naar intensiteit.

Motorvoertuig op weekdag Doorgaande T-aansluiting richting	UMS-ong. per 10 ⁶ pass. mvt	S.d.	Ernstig ong. per 10 ⁶ pass. mvt	S.d.	
< 1000	< 100	0.322	0.046	0.056	0.016
	100-249	0.285	0.039	0.065	0.016
	250-499	0.541	0.174		
1000-2499	< 100	0.163	0.028	0.038	0.015
	100-249	0.281	0.045	0.100	0.027
	250-499	0.338	0.076	0.146	0.037
	≥ 500	0.489	0.125	0.176	0.064
2500-4999	< 100	0.152	0.052	0.043	0.015
	100-249	0.258	0.048	0.093	0.024
	250-499	0.566	0.102	0.242	0.043
	≥ 500	0.498	0.081	0.161	0.040
≥ 5000	< 100	0.072	0.030	0.016	0.010
	100-249	0.088	0.029	0.028	0.008
	250-499	0.502	0.198	0.195	0.048
	≥ 500	0.470	0.077	0.148	0.027

Tabel 6A. Kencijfers naar kruisende stromen op T-kruisingen (bootstrap op 200 samples).

UMS-ongevallen

Doorgaande richting	T-aansluiting			
	< 100	100-249	250-499	≥ 500
< 1000	0.32	0.28	0.54	--
1000-2499	0.16	0.28	0.34	0.49
2500-4999	0.15	0.26	0.57	0.50
≥ 5000	0.07	0.09	0.50	0.47

Ernstige ongevallen

Doorgaande richting	T-aansluiting				Totaal
	< 100	100-249	250-499	≥ 500	
< 1000	0.06	0.07	--	--	0.121
1000-2499	0.04	0.10	0.15	0.18	0.47
2500-4999	0.04	0.09	0.24	0.16	0.53
≥ 5000	0.02	0.03	0.19	0.15	0.39

Tabel 6B. Kencijfers ongevallen per 10^6 passerende motorvoertuigen op T-kruisingen.

Motorv. op weekdag		Aantal	Passe-	UMS-ongevallen			Ernstige ongevallen		
Richting 1	Richting 2	loca-	rende-	Aan-	Gem.	Stand	Aan-	Gem.	Stand.
		ties	mvt	tal		dev.	tal		dev.
			(10 ⁶)						
< 500	< 200	94	38	27	0.29	0.77	17	0.18	0.53
	200-499	20	18	10	0.50	0.69	2		
500 - 1499	< 200	40	49	26	0.65	1.23	15	0.38	0.87
	200-499	38	59	27	0.71	1.01	16	0.42	0.76
	≥ 500	14	33	32	2.29	3.89	19	1.36	2.73
≥ 1500	< 200	38	207	45	1.18	1.74	22	0.58	0.86
	200-499	29	175	95	3.28	3.39	28	0.97	0.94
	≥ 500	49	516	373	7.61	7.76	97	1.98	2.29

Tabel 7A. Ongevallen naar combinaties van kruisende stromen op kruispunten met vier aansluitingen.

UMS-ongevallen

Hoofdrichting	Nevenrichting		
	< 200	200-499	≥ 500
< 500	0.29	--	--
500-1499	0.65	0.71	2.29
≥ 1500	1.18	3.28	7.61

Ernstige ongevallen

Hoofdrichting	Nevenrichting		
	< 200	200-499	≥ 500
< 500	0.18	--	--
500-1499	0.38	0.42	1.36
≥ 1500	0.58	0.97	1.98

Tabel 7B. Gemiddeld aantal ongevallen op kruisingen met vier aansluitingen naar intensiteit.

Motorvoertuig op weekdag		UMS-ongev.	Stand.	Ernstig ong.	Stand.
Richting 1	Richting 2	per 10 ⁶	dev.	per 10 ⁶	dev.
		pass. mvt		pass. mvt	
< 500	< 200	0.568	0.154	0.466	0.148
	200 - 499	0.526	0.164	-	-
500 - 1499	< 200	0.588	0.183	0.296	0.113
	200 - 499	0.428	0.109	0.254	0.077
	≥ 500	0.948	0.458	0.555	0.321
≥ 1500	< 200	0.257	0.061	0.116	0.029
	200 - 499	0.580	0.085	0.189	0.035
	≥ 500	0.935	0.123	0.244	0.038

Tabel 8A. Kencijfers naar kruisende stromen op kruispunten met vier aansluitingen (bootstrap op 200 samples).

UMS-ongevallen

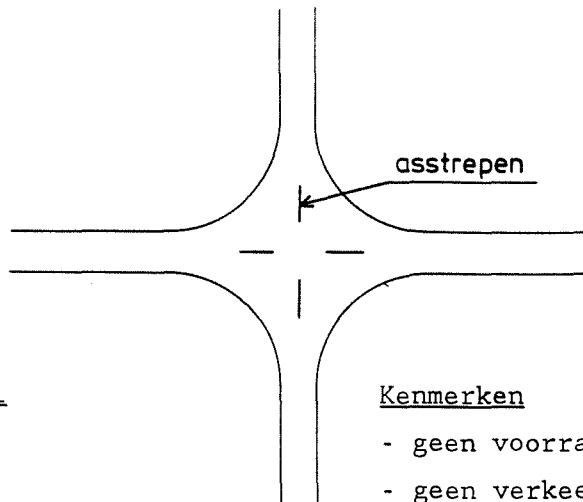
Hoofdrichting	Nevenrichting		
	< 200	200-499	≥ 500
< 500	0.57	0.53	--
500-1499	0.59	0.43	0.95
≥ 1500	0.26	0.58	0.94

Ernstige ongevallen

Hoofdrichting	Nevenrichting		
	< 200	200-499	≥ 500
< 500	0.47	--	--
500 - 1499	0.29	0.25	0.55
≥ 1500	0.12	0.19	0.24

Tabel 8B. Kencijfers ongevallen per 10^6 passerende motorvoertuigen op kruisingen met vier aansluitingen.

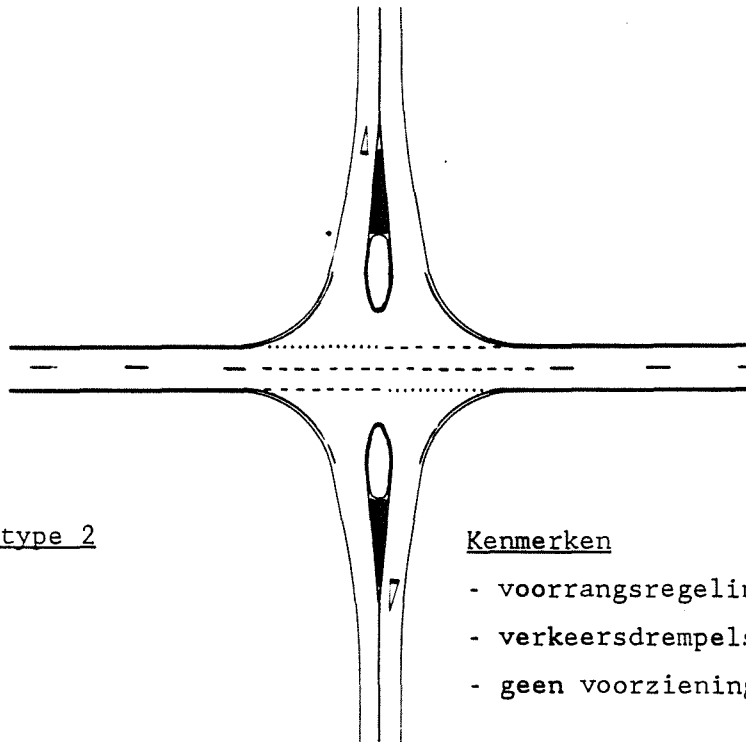
BIJLAGE 1. INDELING KRUISPUNTEN VOLGENS RICHTLIJNEN RONA



Kruispunttype 1
code 11

Kenmerken

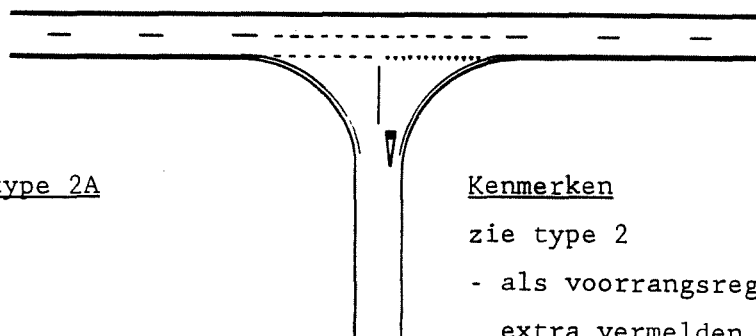
- geen voorrangsregeling
- geen verkeersdrempels



Kruispunttype 2
code 12

Kenmerken

- voorrangsregeling
- verkeersdrempels in de zijwegen
- geen voorzieningen voor afslaand verkeer

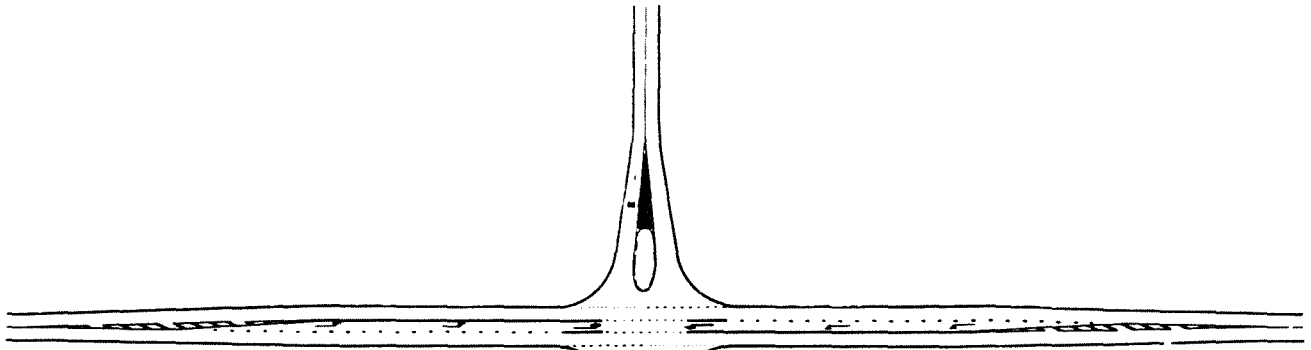


Kruispunttype 2A
code 13

Kenmerken

zie type 2

- als voorrangsregeling ontbreekt
extra vermelden dat markering ontbreekt

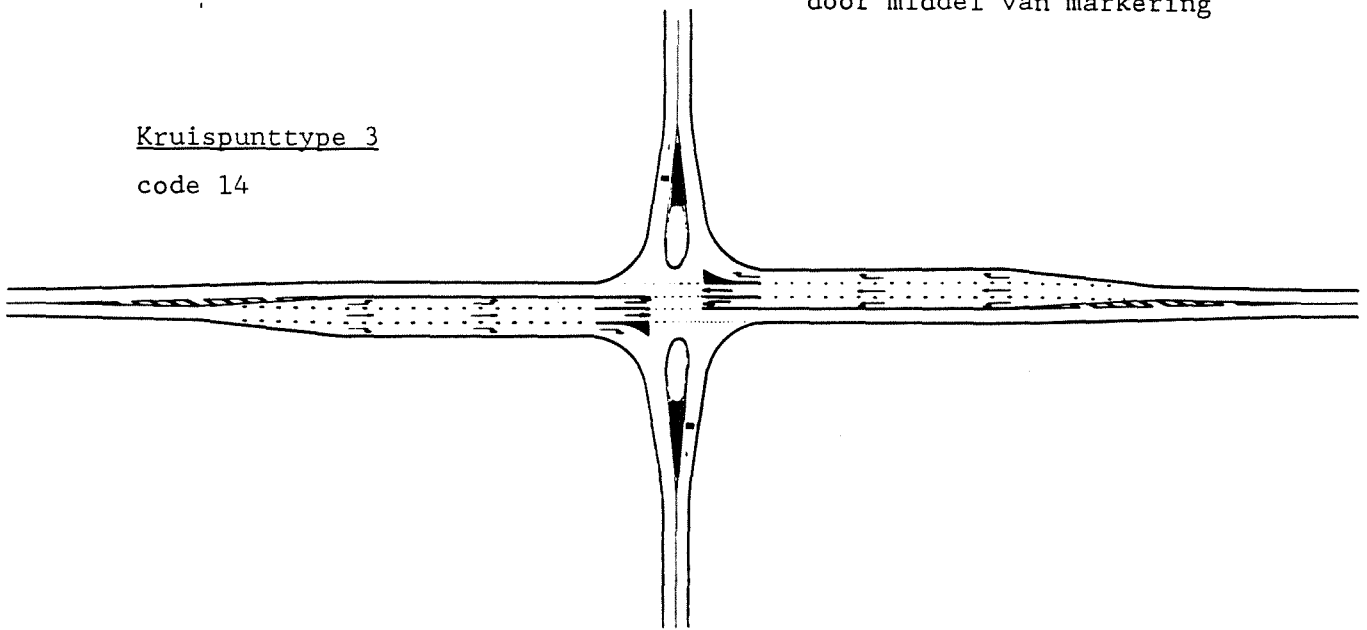


Kruispunt type 3

code 14

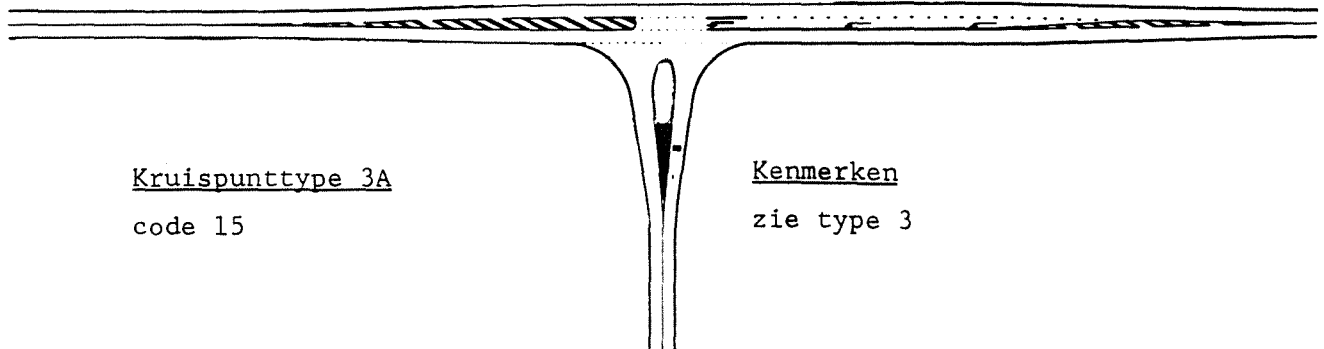
Kenmerken

- voorrangregeling
- verkeersdrempels in de zijwegen
- linksafvakken in de hoofdweg
- rijstrookindeling en -scheiding door middel van markering



Kruispunttype 3

code 14

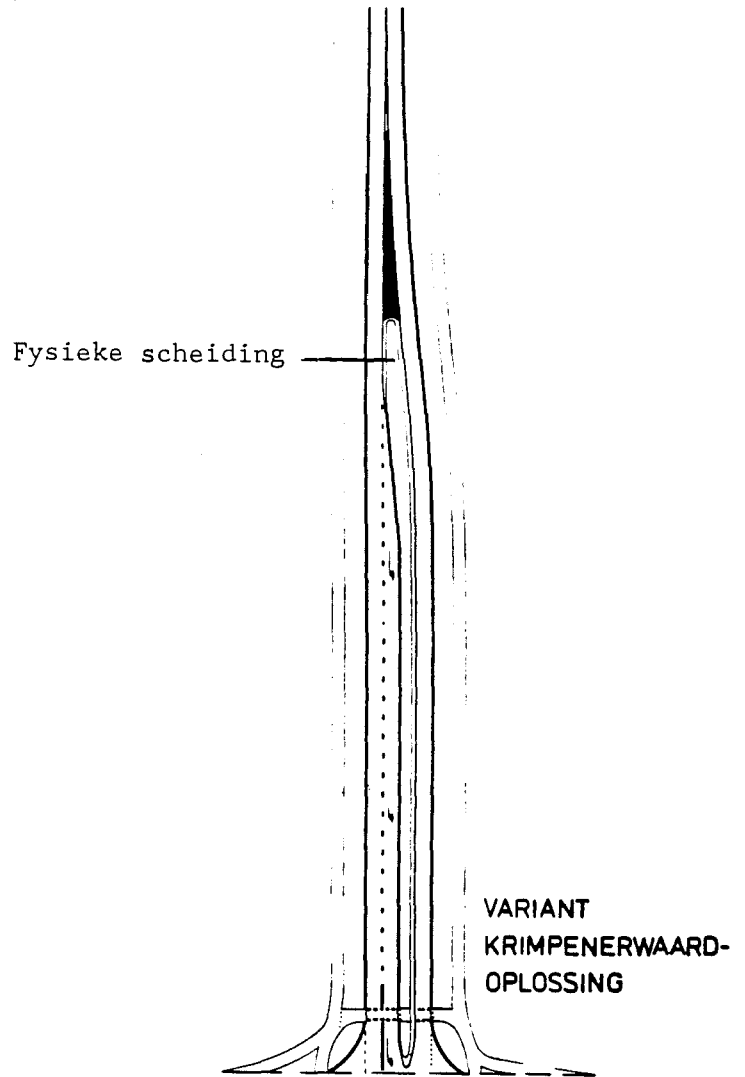
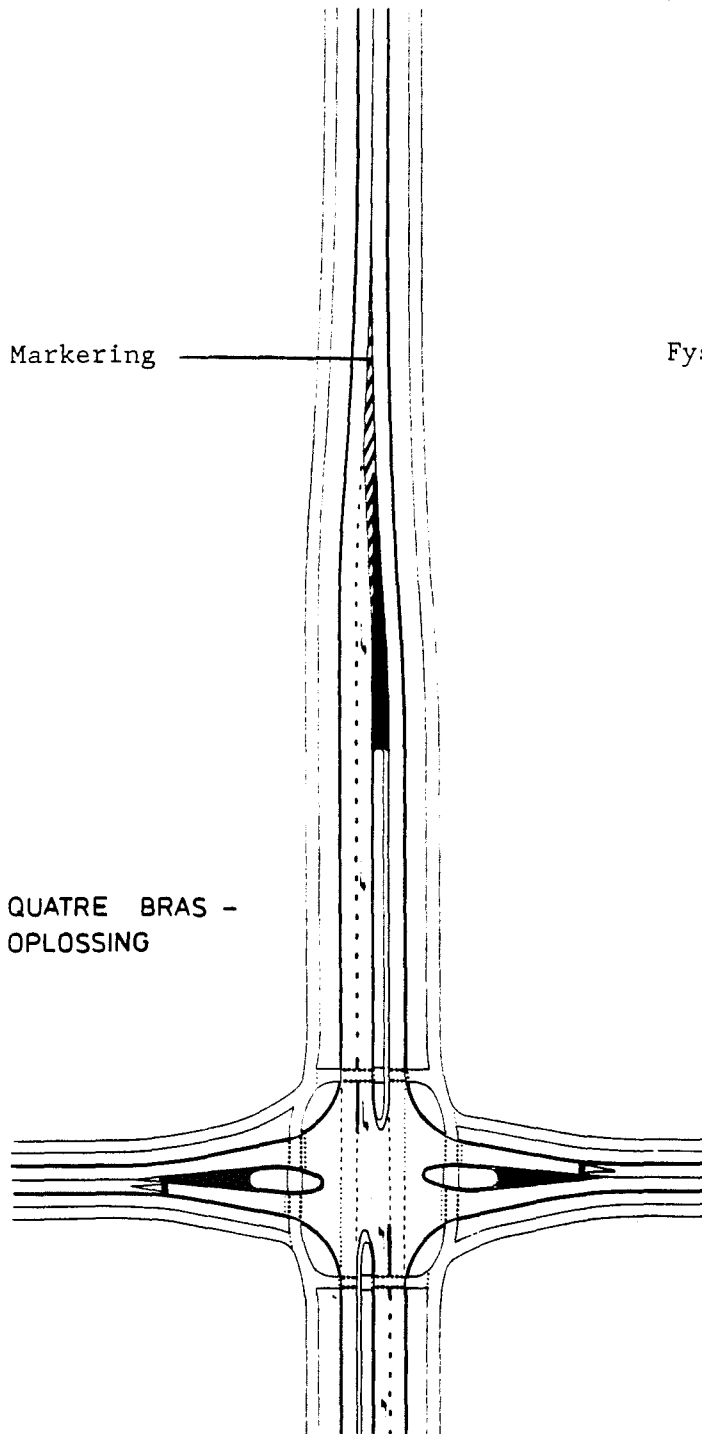


Kruispunttype 3A

code 15

Kenmerken

zie type 3

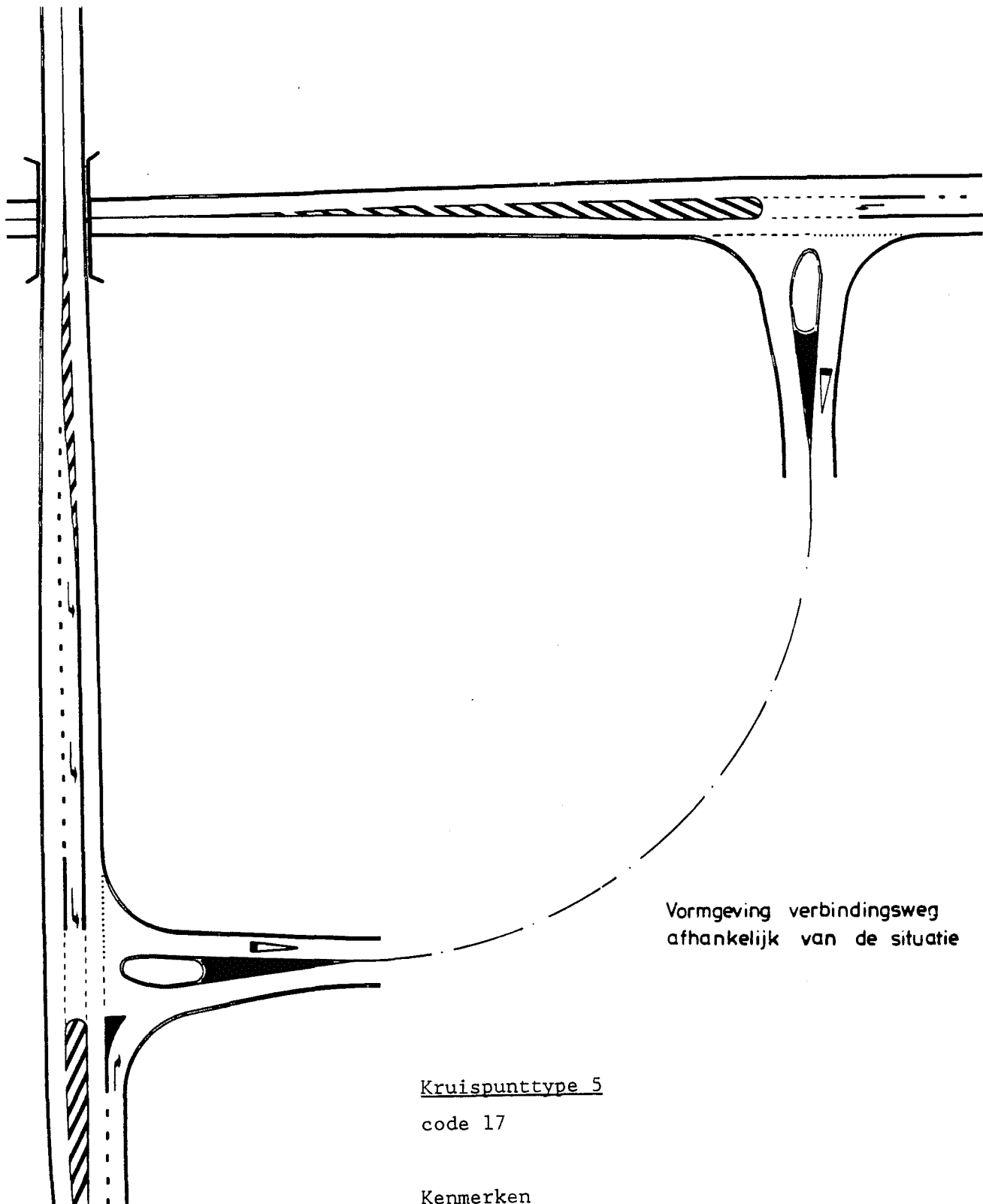


Kruispunttype 4

code 16

Kenmerken

- voorrangsregeling
- op hoofdweg fysiek gescheiden rijbanen
- per rijbaan één rijstrook voor doorgaand verkeer
- linksaf stroken in hoofdrijbaan
- verkeersdrempels in zijweg



Kruispunttype 5

code 17

Kenmerken

- gedeeltelijk ongelijkvloers met uitwisseling via een verbindingsweg
- verbindingsweg uitgevoerd als zijweg
- voorrangsregeling
- verkeersdruppels in verbindingsweg

BIJLAGE 2 : WPM-ANALYSE

Aantal ongevallen gewogen naar passerende motorvoertuigen
Kruispunten met drie of vier aansluitingen
Uitvoering wel/niet conform RONA-richtlijnen

Data (1983-1986):

Aantal aansluitingen	3	3	4	4
RONA	stand.	afwijk.	stand.	afwijk.
UMS-ongevallen	301	510	245	390
Ernstige ongevallen	72	182	74	142
Passerende mvt	1140	1902	384	709 (milj.)

UMS-ongevallen

Effecten	Ruwe scores	Stand.scores	Chi-kwadraten	Aantal vrijheidsgraden
0 Totaal	-1.8445	-33.8037	1143.69	1
1 3 vs. 4 aansluitingen	-0.8008	-14.6750	221.42	3
2 wel/niet RONA 3 aansl.	-0.0104	-0.2030		
3 wel/niet RONA 4 aansl.	0.1054	1.8303		

Ernstige ongevallen

Effecten	Ruwe scores	Stand.scores	Chi-kwadraten	Aantal vrijheidsgraden
0 Totaal	-4.1717	-41.8678	1752.92	1
1 3 vs. 4 aansluitingen	-0.9274	-9.3072	92.39	3
2 wel/niet RONA 3 aansl.	-0.2908	-2.9626		
3 wel/niet RONA 4 aansl.	0.0250	-0.2471		
