

HET SCHATTEN VAN INTENSITEITEN OP GROND VAN SAMENGESTELDE TRENDS

Artikel Verkeerskunde 35 (1984) 8 : 365 t/m 369

R-84-21

Drs. J. Stolk & Drs. S. Oppe

Leidschendam, 1984

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersonveiligheid SWOV

SAMENVATTING

Uiteenzetting van een methode voor het ophogen van verkeerstellingen van afzonderlijke perioden tot 12-uurs totalen met gebruikmaking van twee trends. De eerste en belangrijkste geeft het intensiteitsverloop over de hele periode weer. De tweede trend bevat de karakteristieken van wegen met veel ochtend-, respectievelijk avondspitsverkeer. De onderhavige schatting laat niet alleen zien hoe beschikbare, maar onvolledige gegevens kunnen worden opgehoogd, maar ook hoe men kan bezuinigen op verkeerstellingen die nog moeten worden uitgevoerd.

ABSTRACT

Estimating traffic intensities using composite trends

Presentation of a method for expanding traffic counts from individual periods to 12 hourly totals using two trends. The first and most important one represents the course of traffic intensities over the whole period. The second trend gives the characteristics for roads carrying heavy morning or evening peak flows. The present estimation shows not only how available but incomplete data can be expanded but also how one can save on traffic counts still to be carried out.

INHOUD

1. Inleiding
2. De Eckart-Young analyse
3. De reconstructie van matrix X
4. Het schatten van de ontbrekende intensiteiten
5. Enige algemene opmerkingen over de intensiteitsgegevens
6. Samenvatting en conclusies

Afbeeldingen 1 t/m 10

Tabellen 1 t/m 11

1. INLEIDING

De SWOV voert onderzoek uit naar het effect van de aanwezigheid van vrijliggende fietspaden en fietsstroken op de verkeersveiligheid. Over de opzet van dat onderzoek is eerder gerapporteerd (Welleman, 1982), evenals over de daaraan gekoppelde literatuurstudie (Welleman, 1983). Ten behoeve van dit onderzoek zijn gegevens verzameld van weggedeelten in veertien steden met meer dan 50.000 inwoners. Het betreft gegevens over ongeval- len, wegkenmerken en verkeerskenmerken. De groep verkeerskenmerken omvat intensiteiten van fietsers, bromfietzers, personenauto's (incl. bestel- auto's) en vrachtauto's (incl. bussen). Deze intensiteiten zijn in het najaar van 1977 of het voorjaar van 1978 voor elk weggedeelte éénmaal gemeten in beide richtingen. In Eindhoven, Rijswijk en Delft is, in het kader van het Demonstratieproject Herindeling en herinrichting stedelijke gebieden, geteld gedurende de gehele periode van 7.00 tot 19.00 uur. De tellingen in de overige elf steden, te weten in Almelo, Hengelo, Zwolle, Haarlem, Dordrecht, 's-Gravenhage, Leiden, Schiedam, Breda, 's-Hertogenbosch en Tilburg zijn slechts verricht gedurende de spits- perioden: 7-9 uur, 12-14 uur en 16-19 uur.

Uitgaande van de veronderstelling dat de intensiteitscurve over de uren van de dag in het algemeen betrekkelijk onafhankelijk is van meer plaats- gebonden factoren, werd besloten de ontbrekende niet-spitsintensiteiten te schatten door de metingen uit de spitsperiode te combineren met de uurtrend van de gemeenten waar volledig is geïnventariseerd. De uurtrend van deze gemeenten wordt daarbij dus representatief geacht voor de ove- rige gemeenten.

Om algemeen bruikbare intensiteitscurven te krijgen zijn voor de gemeen- ten Eindhoven, Rijswijk en Delft de intensiteitsgegevens samengevoegd tot één bestand van gegevens. Dit resulteerde voor de vier wijzen van ver- keersdeelname in vier bestanden. Eindhoven is met gegevens over 145 wegstukken in deze bestanden oververtegenwoordigd, Rijswijk met 35 en Delft met 18 wegstukken ondervertegenwoordigd. Daarom zijn ook nog vier nieuwe bestanden samengesteld door uit Eindhoven en Rijswijk ieder a-select 18 wegstukken te kiezen en aan de 18 wegstukken uit Delft toe te voegen. Indien er dus verschillen zijn tussen de curven van de drie gemeenten, dan wordt geen der drie gemeenten in de totaalcurve over- of

ondervertegenwoordigd. Uiteindelijk zijn de ontbrekende niet-spitsperiodes elders geschat met behulp van de gegevens uit deze laatste bestanden. Deze bestanden worden aangeduid met "Totaal54".

Alhoewel dus Totaal54 voor de schattingen werd gebruikt zijn per wijze van verkeersdeelname de vijf volgende intensiteitscurven geanalyseerd en onderling vergeleken: Eindhoven, Rijswijk, Delft, Totaal en Totaal54.

2. DE ECKART-YOUNG ANALYSE

Bij de vergelijking van de intensiteitscurven en daarna ook bij de schatting van de niet-spitsintensiteiten is gebruik gemaakt van een Eckart-Young analyse.

De meest eenvoudige aanname is dat er voor alle wegvakken een zelfde uurtrend is, die feitelijk alleen wordt verstoord door "toevalsfluctuaties". Door het middelen van alle afzonderlijke curven krijgen we dan een schatting voor de uurtrend. We zouden echter ook willen weten of, en in hoeverre, er gesproken kan worden van een gezamenlijke curve en hoe groot de eventuele afwijkingen van deze curve zijn. Verder is het niet ondenkbaar dat een model waarin slechts sprake is van één voor alle locaties geldende uurtrend, een te eenvoudig beeld geeft van de werkelijkheid. Daarom is gekozen voor een beschrijvend model, waarin sprake kan zijn van een aantal trends, die telkens anders gecombineerd de uiteindelijke curven van de afzonderlijke wegstukken bepalen, op toevalsfluctuaties na, en waarin het tevens mogelijk is aan te geven hoe goed het model past bij de metingen die zijn verricht. In het model wordt gezocht naar de basiscurve die de gegevens van alle wegstukken het best weergeeft. Elke afzonderlijke curve krijgt daarbij een gewicht dat aangeeft in hoeverre er overeenstemming is met de basiscurve. Vervolgens worden de verschillen tussen deze curven en de basiscurve berekend, waarna voor de verschillen een tweede basiscurve wordt bepaald. Deze kan dus worden opgevat als een correctie op de eerste basiscurve. Elk wegvak krijgt weer een gewicht dat aangeeft hoe relevant die correctie is. Deze procedure kan worden herhaald totdat een perfecte beschrijving van de curven wordt gevonden. De achterliggende gedachte is echter dat er een beperkt aantal basiscurven is, en de overige curven unieke aspecten naar voren brengen of toevalsfluctuaties beschrijven. Een duidelijke grens is theoretisch gezien niet te trekken en hangt af van de overtuigingskracht van de uitkomsten. Een vergelijking tussen de resultaten van de diverse bestanden kan hierbij extra informatie leveren.

Mathematisch gezien betreft de Eckart-Young analyse een singuliere-waardendecompositie van de matrix X van meetgegevens, bestaande uit n rijen en m kolommen, overeenkomstig de m uurintensiteiten voor de n wegstukken.

Deze matrix is altijd te schrijven als $X = P \emptyset Q^T$, met $P^T P = I$, $Q^T Q = I$ en \emptyset een diagonale matrix. Matrix X kan nu geschreven worden als een som van r singuliere matrixen X_i , nl. $X = X_1 + X_2 + \dots + X_r$, waarbij $r \leq \min(n, m)$ de rang is van matrix X .

$X_i = p_i \phi_i q_i^T$ kan worden geïnterpreteerd als de bijdrage van de i -kolom van P (de kolom van gewichten van de locaties) behorend bij de i -de rij van Q (de i -de basiscurve) en waarbij ϕ_i (de eigenwaarde) aangeeft hoe groot de bijdrage is van de i -de basiscurve, dus in feite van X_i aan de beschrijving van X .

De nog niet "verklaarde" variantie van X , na de i -de basiscurve, uitgedrukt in de kwadratensom (SS) van de elementen van $X - \sum_{i=1}^s X_i$ neemt af naarmate s loopt van 1 naar r . Iedere matrix X_i levert een aandeel in de opbouw van X evenredig aan de waarde van de bijbehorende ϕ_i . De ϕ 's vormen een dalende reeks en X_1 levert dus de grootste bijdrage. Indien $r < \min(n, m)$ dan zijn $\min(n, m) - r$ eigenwaarden ϕ gelijk aan nul en ontbreken evenzoveel X_i -matrixen.

De decompositie wordt bijvoorbeeld gevonden door de eigenwaarden en eigenvectoren van $X^T X = Q \emptyset P^T P \emptyset Q^T = Q \emptyset^2 Q^T$ te berekenen en hieruit P af te leiden: $P = X Q \emptyset^{-1}$.

3. DE RECONSTRUCTIE VAN MATRIX X

In Tabel 1 zijn de eigenwaarden en de percentages verklaarde variantie voor de eerste drie componenten (basiscurven) gegeven voor elk van de vier wijzen van verkeersdeelname en elk van de vijf sub-bestanden. In Tabel 2 t/m 5 staan de bijbehorende gegevens omtrent de trends over de uren van de dag (q_1 en q_2). Deze vormen de basis voor de basiscurven van de eerste en tweede component voor de diverse wijzen van verkeersdeelname.

Om wat dieper te kunnen ingaan op de relatie tussen de basiscurven en de curven van de wegstukken zoals deze werden gemeten, kiezen we uit het fietsersbestand van Eindhoven de twee wegstukken A en B.

De rijen van de gekozen matrix X komen overeen met de 145 wegstukken uit de gemeente Eindhoven en de 12 kolommen met de uurintensiteiten voor fietsers.

De ontbinding van X levert een dalende reeks eigenwaarden op die in afnemende mate bijdragen aan de variantie van matrix X. De percentages worden gevonden door de ϕ_i^2 -waarden te delen door $\sum_{i=1}^{12} \phi_i^2$, welke som gelijk is aan de variantie van de elementen van X.

Uit Tabel 1 zijn voor fietsers in Eindhoven de volgende waarden af te lezen: $\phi_1 = 3902$ (80%), $\phi_2 = 1604$ (13%), $\phi_3 = 600$ (2%) enz.

De variantie van X blijkt reeds voor 93% verklaard te worden door de eerste twee componenten. De derde component voegt hieraan nog slechts 2% toe en zal verder worden weggelaten. Beperkt men zich vooralsnog tot de eerste eigenwaarde ϕ_1 , dan vinden we voor de bijbehorende gewichten van de twee bovengenoemde wegstukken, $p_{A,1} = 0,0482$ en $p_{B,1} = 0,1118$.

Uit de grafische weergave in Afbeelding 1 van de bijbehorende basiscurve q_1 uit Tabel 2 zien we dat de curve grotendeels overeenkomt met de gemiddelde uurintensiteiten. De gewichten $p_{A,1}$ en $p_{B,1}$ zijn dan ook globaal te beschrijven als gewicht voor de hoogte van de dagintensiteit.

De uurintensiteiten van fietsers op de wegstukken A en B kunnen worden gereconstrueerd op basis van de X-matrixen. Een eerste stap in deze reconstructie met behulp van matrix X_1 levert voor wegstuk A de waarden

$$x_{A,j} = p_{A,1} \phi_1 q_{1,j}^T$$

Tabel 6 geeft deze waarden voor fietsers op wegstuk A, Tabel 7 die voor fietsers op wegstuk B (zie ook Afbeeldingen 4 en 5). De verschillen tussen deze eerste benadering en de oorspronkelijk gemeten intensiteiten zijn eveneens in de tabellen gegeven. De kwadratensom (SS) bedraagt voor fietsers op wegstuk A 4060 en op wegstuk B 29811.

De verschillen zijn groot in de spitsperioden en tegengesteld voor beide wegstukken. De eerste component houdt blijkbaar weinig rekening met het feit dat wegstuk A een weghelft is waarlangs de fietsers zich voornamelijk 's ochtends verplaatsen en wegstuk B een elders gelegen weghelft waarvoor het tegenovergestelde geldt.

Aan de reconstructie van de X-waarden op basis van de eerste component kunnen we die van de tweede component toevoegen (zie Tabel 6 en 7). Men mag dan op basis van het tegengestelde teken van de betreffende gewichten, $p_{A,2} = 0,029$ en $p_{B,2} = -0,1007$, een correctie op de verschillen tussen ochtend- en avondspits verwachten.

Dat de tweede component de eerste inderdaad corrigeert voor het ochtend-avondspitseffect mag voorts blijken uit het verloop van de basiscurve behorend bij de tweede component in Afbeelding 1 en Tabel 2.

Toevoeging van meer componenten zal per component weinig verbetering brengen. Daarnaast is het alleen zinvol nog extra componenten toe te voegen als deze componenten een algemene trend weergeven. Als men op basis van de trends van X intensiteiten elders gaat schatten, dan dient men slechts gebruik te maken van generaliseerbare informatie over de trends. De specifieke componenten hebben vaak betrekking op een enkel wegstuk i dat zo afwijkend is van de algemene trends dat door middel van een groot bijbehorend p_i -gewicht een correctie op deze trends moet volgen.

4. HET SCHATTEN VAN DE ONTBREKENDE INTENSITEITEN

Als de wegstukken van matrix X onvolledig zouden zijn geïnventariseerd en bijvoorbeeld de vier niet-spitsuren ontbreken, zal de ontbinding $P \emptyset Q^T$ het gedeelte van de trends over de niet-spitsuren missen. Met andere woorden, de vectoren q_1 hebben lege plekken. De gewichten p zullen in het algemeen niet veel veranderen, behalve wanneer voor een bepaald wegvak sprake is van een afwijkende curve op het ontbrekende stuk. Complete trends zijn nodig om voor X een schatting van de niet-spitsintensiteiten te kunnen maken.

De twee algemene trends Q_y^T over de uren van de dag van de volledig geïnventariseerde wegstukken, welke trends in het vervolg als landelijke trends zullen worden aangeduid, en de bijbehorende ϕ_{1y} en ϕ_{2y} , zijn gebruikt voor het schatten van de ontbrekende waarden van X.

X is een matrix van n rijen en 8 kolommen (uren). Q_y^T is een matrix van 2 rijen en 12 kolommen.

Als we uit Q_y^T de niet-met-X-corresponderende kolommen weglaten, dan kunnen we voor X het model $X^* = P \emptyset_y Q_y^{*T}$ formuleren.

Hierin liggen \emptyset_y en Q_y^{*T} vast.

We kunnen nu zoeken naar die matrix P, die ervoor zorgt dat X^* zo goed mogelijk lijkt op X. De kleinste kwadratenschatters voor P^T vinden we dan als $P^T = (A^T A)^{-1} A^T X^T$, waarin A^T gelijk is aan $\emptyset_y Q_y^{*T}$.

Een schatting voor de volledige X-matrix krijgen we met: $\hat{X} = P \emptyset_y Q_y^T$

Stel we laten bij de fietsers op het eerder genoemde wegstuk A (zie Tabel 6) van de twaalf intensiteitswaarden de vier niet-spitsintensiteiten op 10-11, 12-13, 14-15, 15-16 uur weg.

Voor matrix X, die nu slechts bestaat uit één rij, moet een overgedetermineerd stelsel van acht vergelijkingen van de vorm

$$p_{A,1} \phi_{1,1} q_{1,j}^T + p_{A,2} \phi_{2,2} q_{2,j}^T = x_{A,j} \quad (j = 1 \dots 8)$$

met twee onbekenden worden opgelost.

Als de gewichten \emptyset en Q^T van fietsers in Totaal54 (Tabellen 1 en 2) worden gebruikt, luiden de vergelijkingen voor 7-8 uur en van 18-19 uur als volgt:

$$p_{A,1} \times 2651 \times .23 + p_{A,2} \times 862 \times .27 = 53$$

$$p_{A,1} \times 2651 \times .14 + p_{A,2} \times 862 \times -.05 = 51$$

Door de onbekenden te schatten met behulp van de kleinste-kwadratenmethode, vinden we: $p_{A,1} = 0,077$ en $p_{A,2} = 0,059$.

De resulterende gegevens waaraan tevens ter vergelijking de reconstructie op basis van de Eindhovense set, alsmede de schatting met de Delftse trends zijn toegevoegd, zijn vermeld in Tabel 8.

De bij het merendeel van de wegstukken reeds om 15-16 uur ingezette avondspitstrend van fietsers blijkt een overschatting te veroorzaken van de op wegstuk A dan juist zeer lage gemeten waarde. Deze waarde is zo specifiek dat geen enkele tweede trend deze door correctie op de eerste adequaat kan benaderen.

Ook voor fietsers op wegstuk B, dat in tegenstelling tot wegstuk A wel in het landelijke bestand geselecteerd werd, zijn volgens Tabel 9 de schattingen op basis van de landelijke trends beter dan de reconstructie op basis van de Eindhovense gegevens, terwijl de Delftse schattingen nu veel slechter uitvallen.

De intensiteit voor 10-11 uur wordt categorisch onderschat en lijkt daarom een specifieke uitschieter voor wegstuk B. Daarentegen lijkt de opmerkelijke afwijking van de Delftse schatting voor 14-15 uur voor rekening van de Delftse trends te komen.

De singuliere-waardendecompositie van matrix X leidt tot een aantal algemene trends, waardoor de intensiteiten van zoveel mogelijk tot deze matrix behorende wegstukken op basis van het lineaire model optimaal kunnen worden gereconstrueerd.

Daarnaast levert de decompositie een aantal meer specifieke trends op die zo zijn verbonden met afwijkende wegstukken, die daarop hoge p-gewichten hebben, dat niet mag worden verwacht dat deze trends een adequate schatting van de intensiteiten van niet tot dit X-bestand behorende wegstukken tot gevolg zullen hebben.

Het negeren van deze specifieke trends maakt dat de reconstructie van de toevallig wat afwijkende wegstukken A en B slechter uitvalt dan een willekeurige schatting middels de componenten van een ander dan het eigen bestand.

Nu het verloop van de intensiteiten voornamelijk blijkt te worden bepaald door de gemiddelde intensiteit en het ochtend-avondspitseffect zou men

kunnen volstaan met slechts twee spitsuurmetingen, bijv. 8-9 uur en 16-17 uur en de landelijke trend over de uren van de dag.

Dit leidt voor fietsers op wegstuk A tot twee vergelijkingen met twee onbekenden:

$$p_{A,1} \times 2651 \times .52 + p_{A,2} \times 862 \times .68 = 137$$

$$p_{A,1} \times 2651 \times .37 + p_{A,2} \times 862 \times -.42 = 55$$

$$p_{A,1} = .076 \text{ , } p_{A,2} = .054$$

De gegevens in Tabel 10 leiden tot $SS = 2110$, een redelijk resultaat vergeleken met de overeenkomstige kwadratensom van 1881 na reconstructie op basis van de acht spitsuren van de set Eindhoven.

Eenzelfde schatting voor wegstuk B met de gewichten $p_{B,1} = 0,15$ en $p_{B,2} = -0,19$ (zie Tabel 11 en ook Afbeelding 6) geeft als resultaat $SS = 3462$, welke kwadratensom zelfs kleiner is dan de overeenkomstige van 3773 na reconstructie op basis van de acht spitsuren van de set Eindhoven.

5. ENIGE ALGEMENE OPMERKINGEN OVER DE INTENSITEITSGEGEVENS

Uit Tabel 1 blijkt dat de eerste twee componenten vrijwel alle variantie, variërend van 92% t/m 99%, van de intensiteitsgegevens verklaren. De aan de gegevens ten grondslag liggende eenvoudige structuur leidt tot een bevredigende beschrijving met behulp van slechts twee trends. De geconstateerde overeenkomst in de structuur van de verschillende intensiteitsbestanden leidt ertoe dat de trends gebruikt kunnen worden om meer algemene voorspellingen te doen. De oorzaak van deze eenvormigheid lijkt voornamelijk gelegen in de afhankelijkheid van het plaatselijke verkeersgebeuren van een landelijk bepaald mobiliteitspatroon ten gevolge van bijvoorbeeld algemene werk- en schooltijden. Andere activiteiten zoals winkelen en ontspanning kunnen hiervan weer grotendeels worden afgeleid. De gezamenlijk verklaarde variantie is bij personen- en vrachtauto's wat groter dan bij fietsers en bromfietsers.

Bij fietsers en bromfietsers bevat Eindhoven in vergelijking met Rijswijk en Delft het relatief kleinste gewicht voor de eerste en het grootste gewicht voor de tweede component, een effect dat ook terug te vinden is in het bestand Totaal, waarin Eindhoven is oververtegenwoordigd. Dit betekent dat de wegstukken in Eindhoven wat meer een ochtend- óf avondspitsfunctie hebben en die van Rijswijk en Delft wat meer een ochtend- én avondspitsfunctie. De oorzaak kan een al-of-niet strengere scheiding van woon- en werkgebieden betreffen.

Bij langzaam verkeer (fietsers) verklaren de eerste twee componenten de meeste variantie (98%) van Delft.

Beschouwing van het verloop van de gewichten op de eerste component, de gemiddelde intensiteit in Tabel 2, leert dat de fietsers zich van 8-9 uur massaal op de weg begeven, terwijl de bromfietsers, een wat grotere spreiding, van 7-9 uur, te zien geven.

Met uitzondering van de vrachtauto's (incl. bussen), die hun zwakke intensiteitspieken juist op de niet-spitsuren vertonen, daalt de intensiteit in het algemeen sterk van 9-12 uur, om na een lichte middagspits relatief hoog blijvend over te gaan in een bijvoorbeeld voor fietsers minder hoge, maar langduriger avond- dan ochtendspits.

De tweede component geeft de sterkste correcties op de trend van de eerste component gedurende de spitsperioden. Deze correctie is verschillend voor locaties met een tegengesteld teken voor het gewicht.

Bij een positief gewicht van een locatie (wegstuk) op de tweede component wordt de ochtendspits benadrukt en de avondspits verzwakt; bij een negatief gewicht gebeurt het tegenovergestelde.

De eerste component geeft als niet-plaatsgebonden factor de algemene mobiliteitscurve met de spitsperioden aan. De tweede is een plaatsgebonden factor, die voornamelijk ontstaat door intensiteitsmetingen te verrichten op de rijbanen afzonderlijk, in plaats van op de rijbanen gezamenlijk.

Metingen gesommeerd over beide rijbanen hebben eerder tot slechts één algemene component geleid (zie Oppe, 1980). In dat geval levert één meetmoment, te zamen met de landelijke trend over de uren van de dag, reeds een adequate schatting op.

Uit Tabel 1 blijkt de afname van het ochtend-avondspitseffect van langzaam naar snelverkeer. Heeft men bij de fietsers nog te maken met wegstukken (rijbanen) met een uitgesproken ochtend- óf avondspitsfunctie, bij bromfietsers en auto's is er steeds meer sprake van een ochtend- én avondspitsfunctie. Dit kan als de wegstukken niet uitsluitend de verbinding vormen tussen uitgesproken woongebieden en werkgebieden, maar ook tussen mengvormen hiervan. Daardoor wordt een wegstuk 's ochtends gebruikt door hen die zich naar het werk begeven en 's avonds door hen die huiswaarts keren. De oorzaak van deze ontwikkeling kan gelegen zijn in het grotere bereik van het vervoermiddel waardoor de berijder minder afhankelijk wordt van de kortste afstand tussen woon- en werkgebied. Zo zal de automobilist bij zijn routekeuze ook rekening kunnen houden met het aantal verkeerslichten. Door deze grotere vrijheid wordt het wegstuk door automobilisten uit verschillende woongebieden gebruikt op weg naar verschillende werkgebieden. Hetzelfde wegstuk verbindt dus voor automobilisten omvangrijker woon- en werkgebieden dan voor fietsers. Deze schaalvergroting leidt tot vermenging van woon- en werkgebieden waardoor de kans toeneemt dat de ene automobilist woont waar de andere werkt.

Naast de grotere vrijheid in routekeuze strekt reeds een grotere verplaatsingsafstand zich uit over een aantal woon- en werkgebieden, waardoor wegstukken hun dubbele spitsfunctie verkrijgen.

Naast het grotere bereik van het vervoermiddel heeft ook de functie ervan met het verdwijnen van het ochtend-avondspitseffect te maken. Zo worden uiteraard auto's niet alleen en vrachtwagens vrijwel niet voor het woon-werkverkeer gebruikt. Vrachtwagens worden binnen werktijd en het

liefst buiten de spitsuren gebruikt. Dit leidt in de Afbeeldingen 7 t/m 10 voor de auto's tot een opvulling van de tussenspitsuren en voor de vrachtwagens tot zwakke pieken op de niet-spitsuren. Deze pieken zouden wellicht wat sterker naar voren komen als de eveneens in de categorie vrachtwagens vallende stadsbussen met hun vaste dienstregeling zouden worden verwijderd.

6. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Voor een aantal wegen met gemengd verkeer zijn voor iedere rijbaan afzonderlijk intensiteitstellingen verricht van 7.00 tot 19.00 uur, voor een aantal van deze wegen is niet gedurende de volle 12-uursperiode geteld.

Er is een methode ontwikkeld om de ontbrekende intensiteiten te schatten met behulp van een aantal algemene trends. In de praktijk blijkt dat de ontbrekende gegevens redelijk te schatten zijn uit de geïnventariseerde gegevens en twee algemene trends. De eerste en meest belangrijke trend kan worden aangeduid als een algemene dagtrend en laat het vertrouwde beeld zien met ochtendspits en avondspits als drukke perioden. De tweede trend geeft het onderscheid aan tussen rijbanen met een verkeersfunctie vooral gedurende de ochtendspits en rijbanen met die functie vooral gedurende de avondspits. De methode kan worden gebruikt om achteraf bij het voorkomen van ontbrekende gegevens, deze alsnog aan te vullen, met behulp van de boven omschreven schattingsprocedure.

Maar ook voor het verzamelen van nieuwe telgegevens kan de methode worden gebruikt. Als in een geval dat, meestal uit overwegingen van efficiency, met name gebrek aan geld, niet volledig kan worden geteld, kan om tijd en geld te sparen in combinatie met de zgn. "mobiele" telmethode op een aantal plaatsen gedurende korte perioden afwisselend worden geteld.

De beschrijving zoals deze hier is gegeven heeft betrekking op wegen met voornamelijk een verkeersfunctie. Het zou goed zijn bijvoorbeeld voor woonstraten na te gaan in hoeverre daar van een zelfde structuur sprake is. Hier mag men verwachten dat het spitsuureffect geringer is. Bij een meer gevarieerde groep straten of wegen kan derhalve een ingewikkelder structuur nodig zijn om voor alle wegen een adequate beschrijving te kunnen geven. Zolang niet onderzocht is of bij woonstraten inderdaad sprake is van een andere structuur, is het raadzaam daarvoor bij schattingen uitsluitend gebruik te maken van curven die op een woonstratenbestand gebaseerd zijn. Mocht er bij verschillende typen straten sprake zijn van verschillende structuur, dan kan dit gebruikt worden om na te gaan of er (bijvoorbeeld tengevolge van een maatregel) wijzigingen zijn te constateren in de functie van een straat of geheel van straten.

AFBEELDINGEN 1 t/m 10

Afbeelding 1. Fietsers Eindhoven, eerste twee componenten.

Afbeelding 2. Fietsers Rijswijk, eerste twee componenten.

Afbeelding 3. Fietsers Delft, eerste twee componenten.

Afbeelding 4. Wegstuk A, uurintensiteiten.

Afbeelding 5. Wegstuk B, uurintensiteiten.

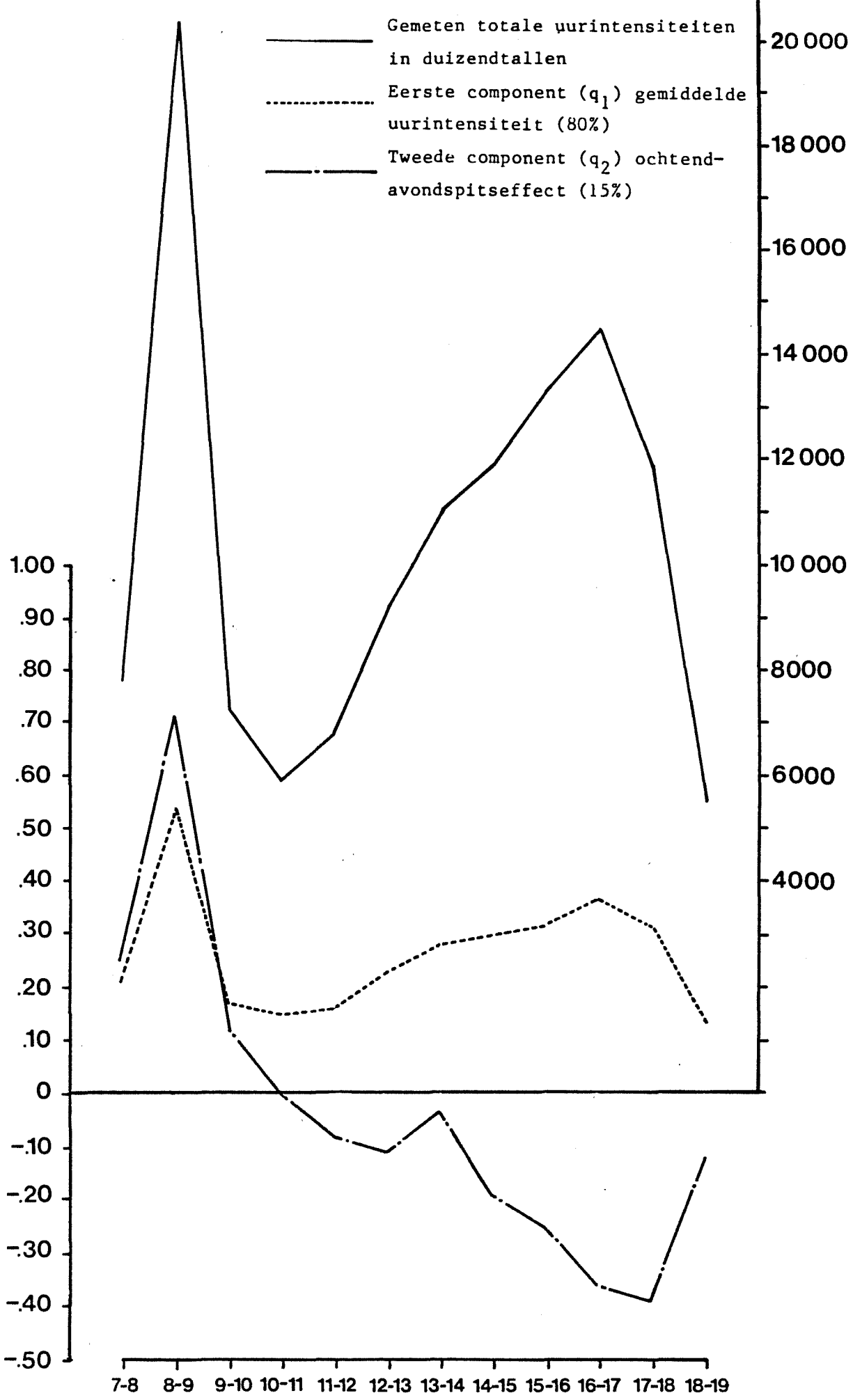
Afbeelding 6. Wegstukken A en B geschat uit de landelijke trends op basis van slechts twee meetmomenten.

Afbeelding 7. Fietsers, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal54).

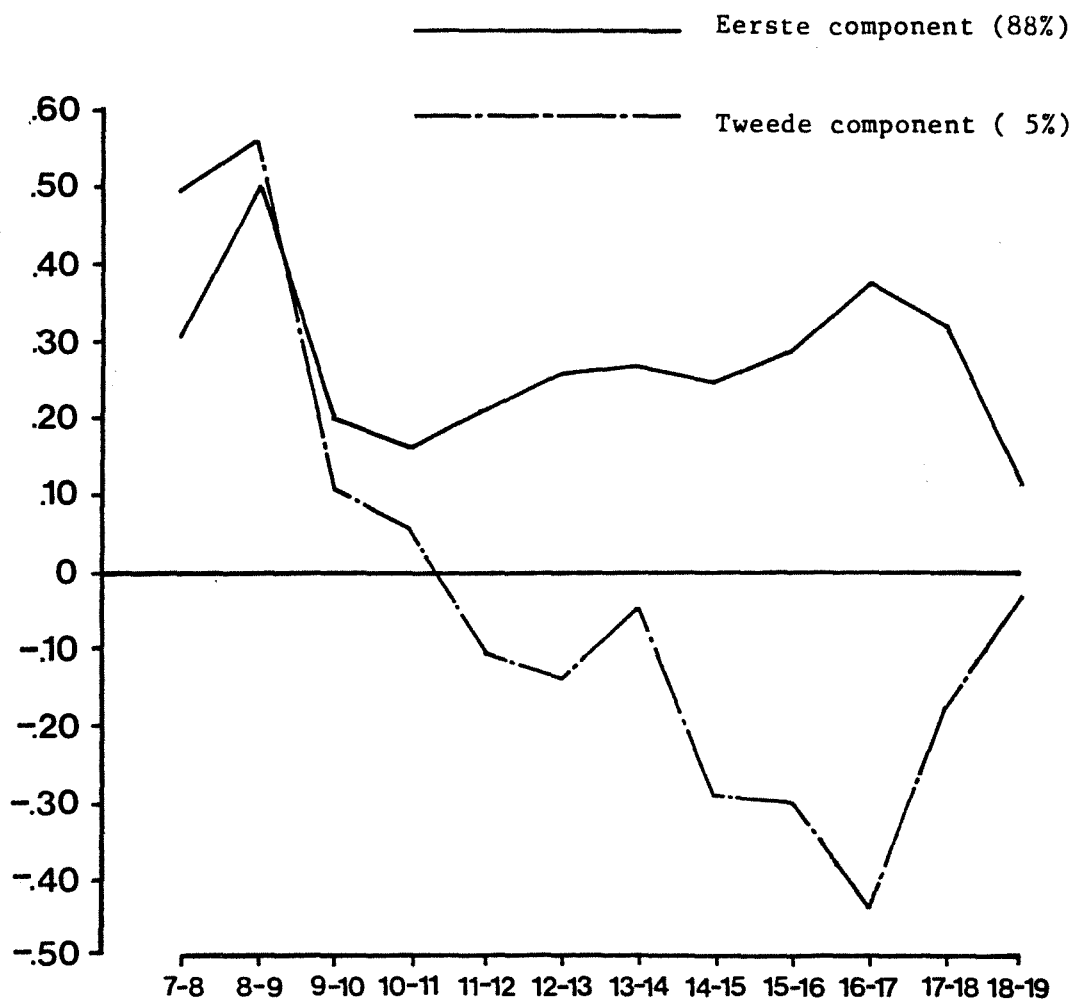
Afbeelding 8. Bromfietsers, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal54).

Afbeelding 9. Auto's, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal54).

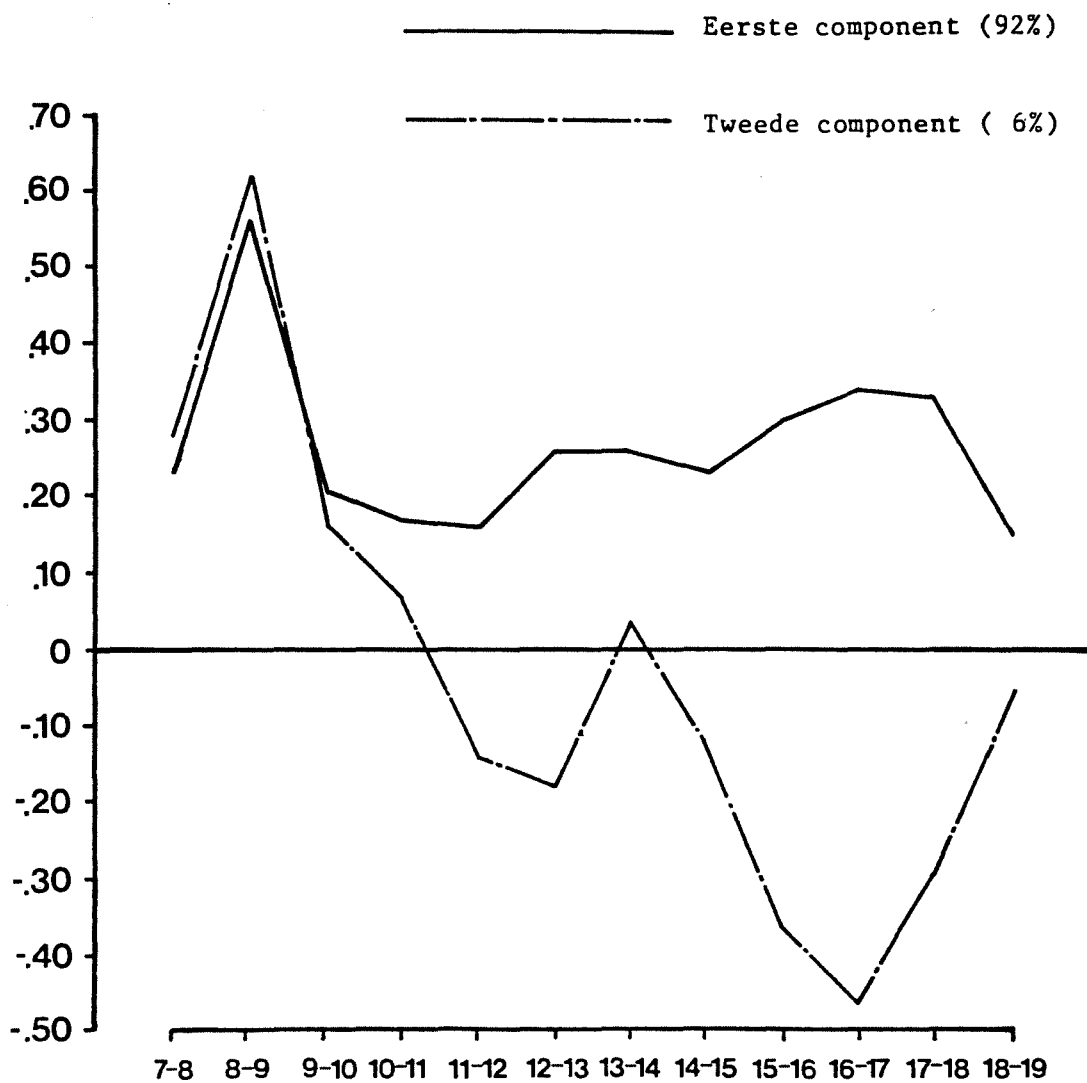
Afbeelding 10. Vrachtauto's, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal54).



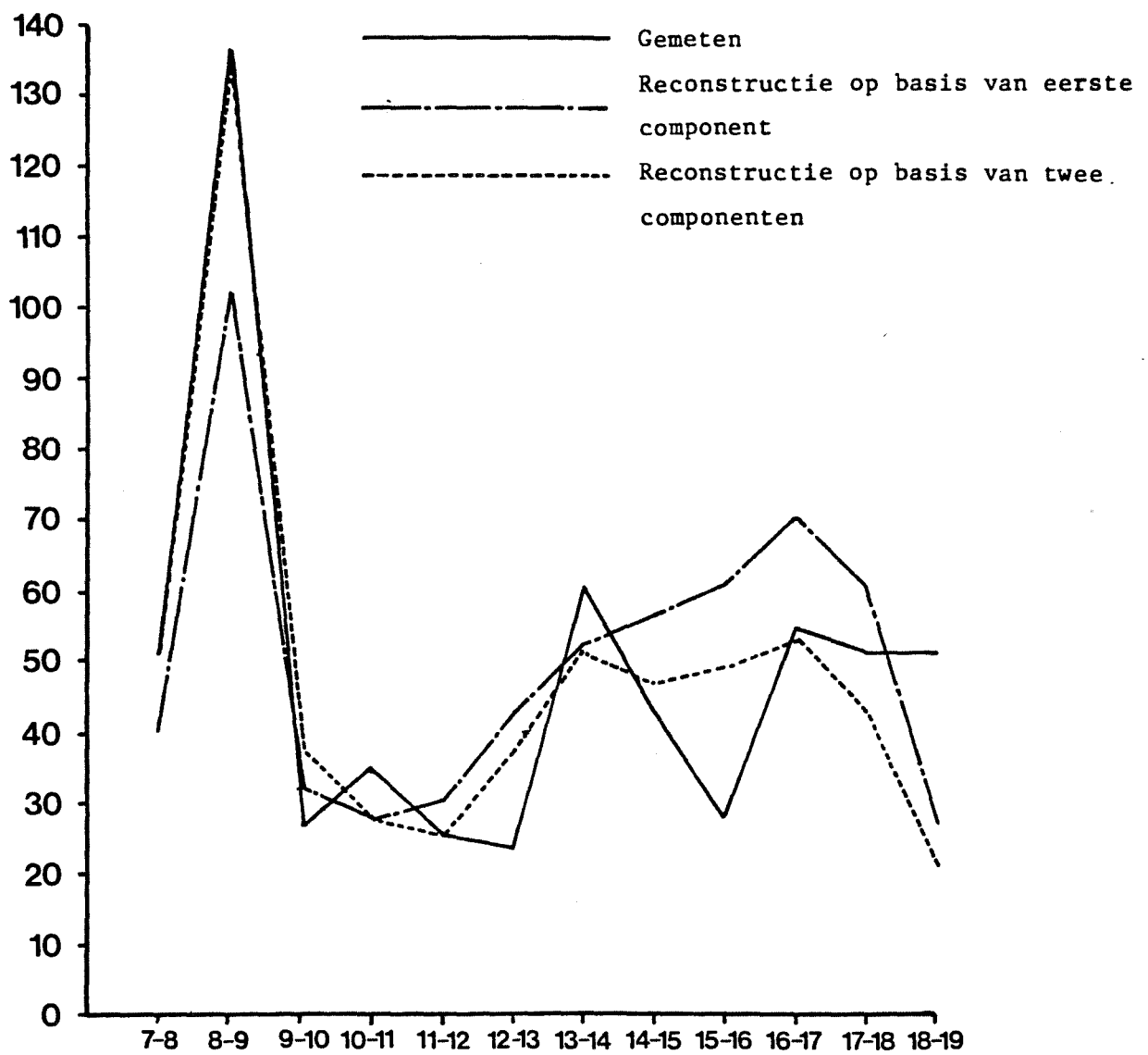
Afbeelding 1. Fietzers Eindhoven, eerste twee componenten.



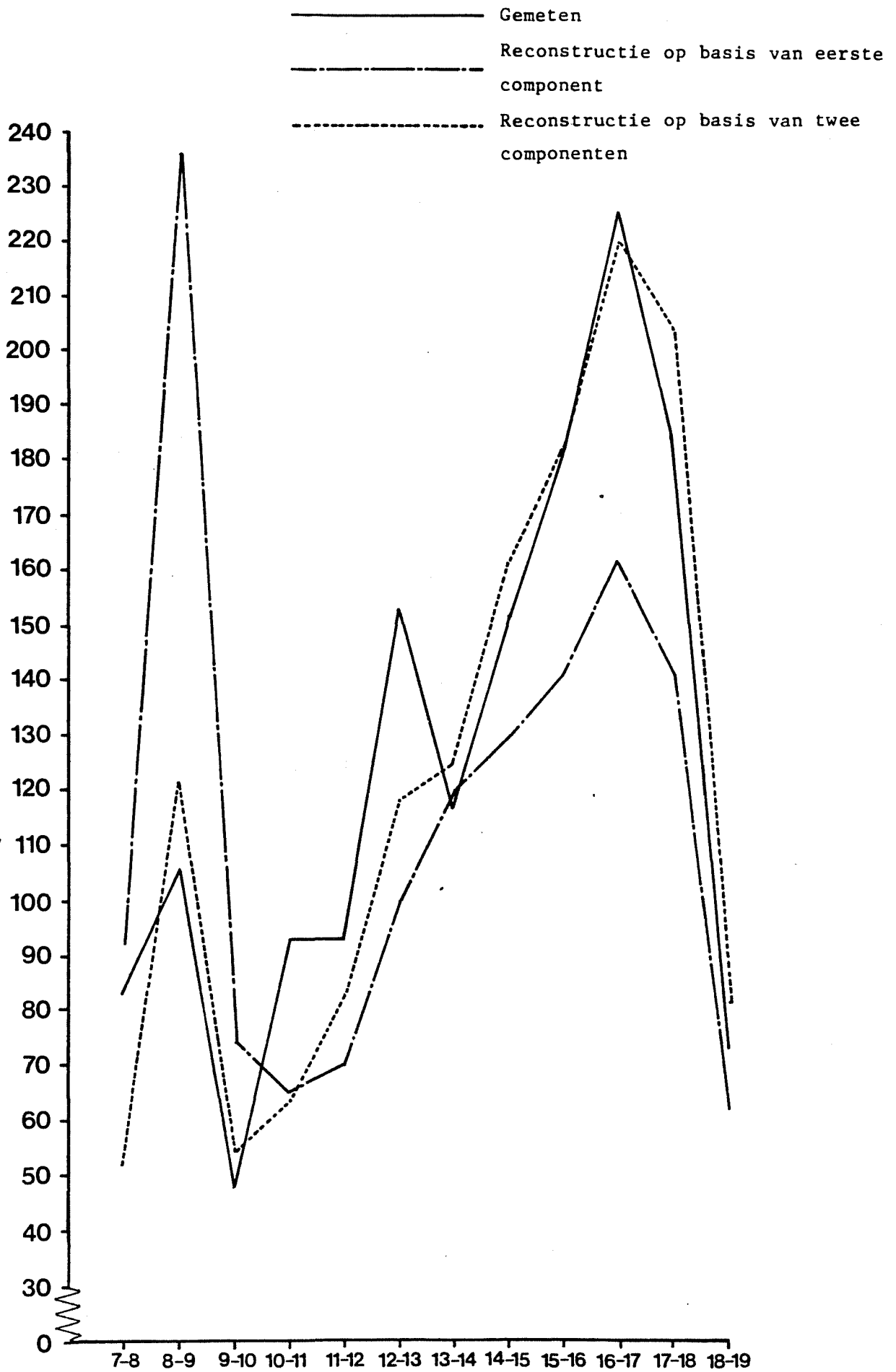
Afbeelding 2. Fietzers Rijswijk, eerste twee componenten.



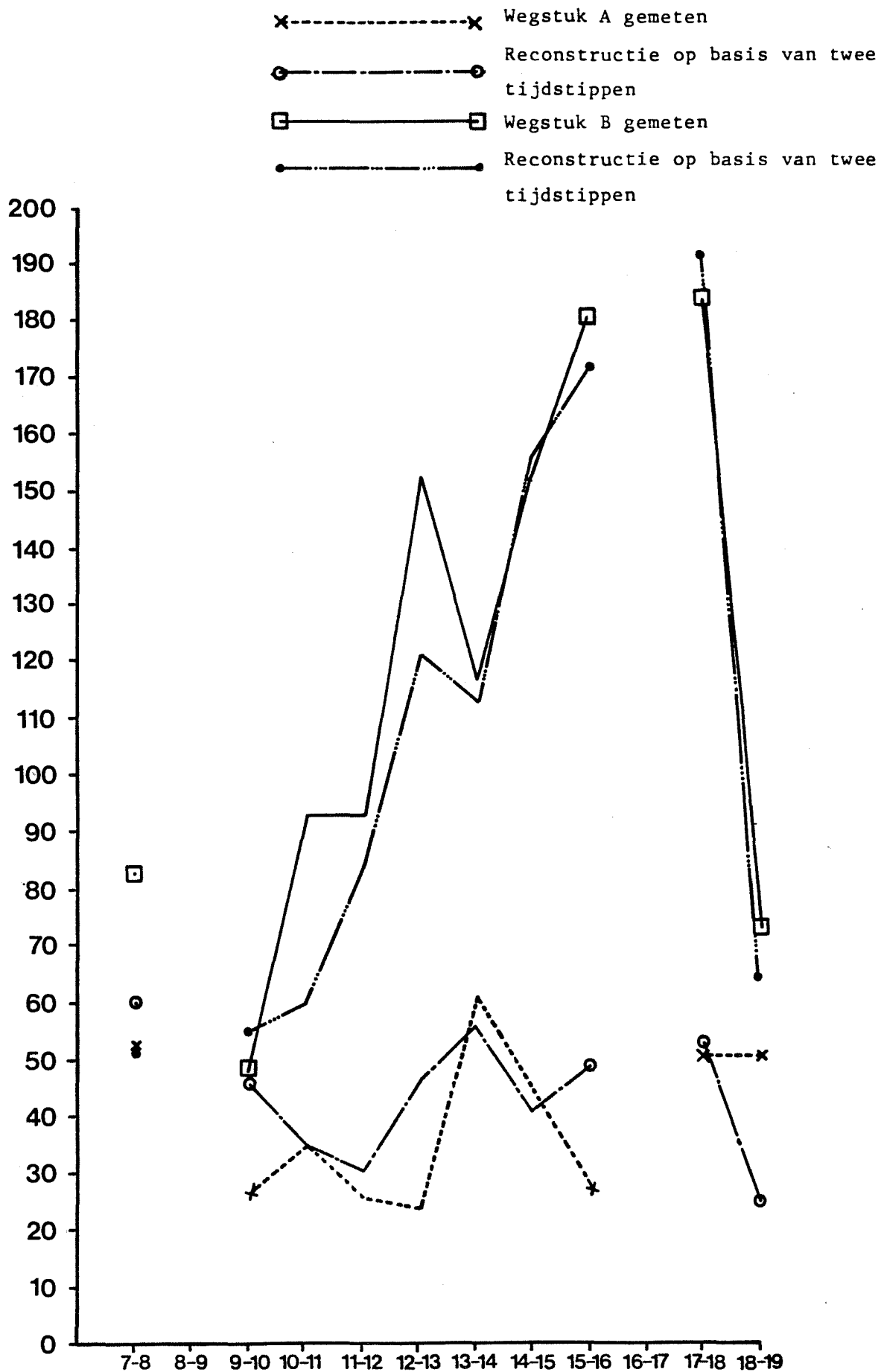
Afbeelding 3. Fietzers Delft, eerste twee componenten.



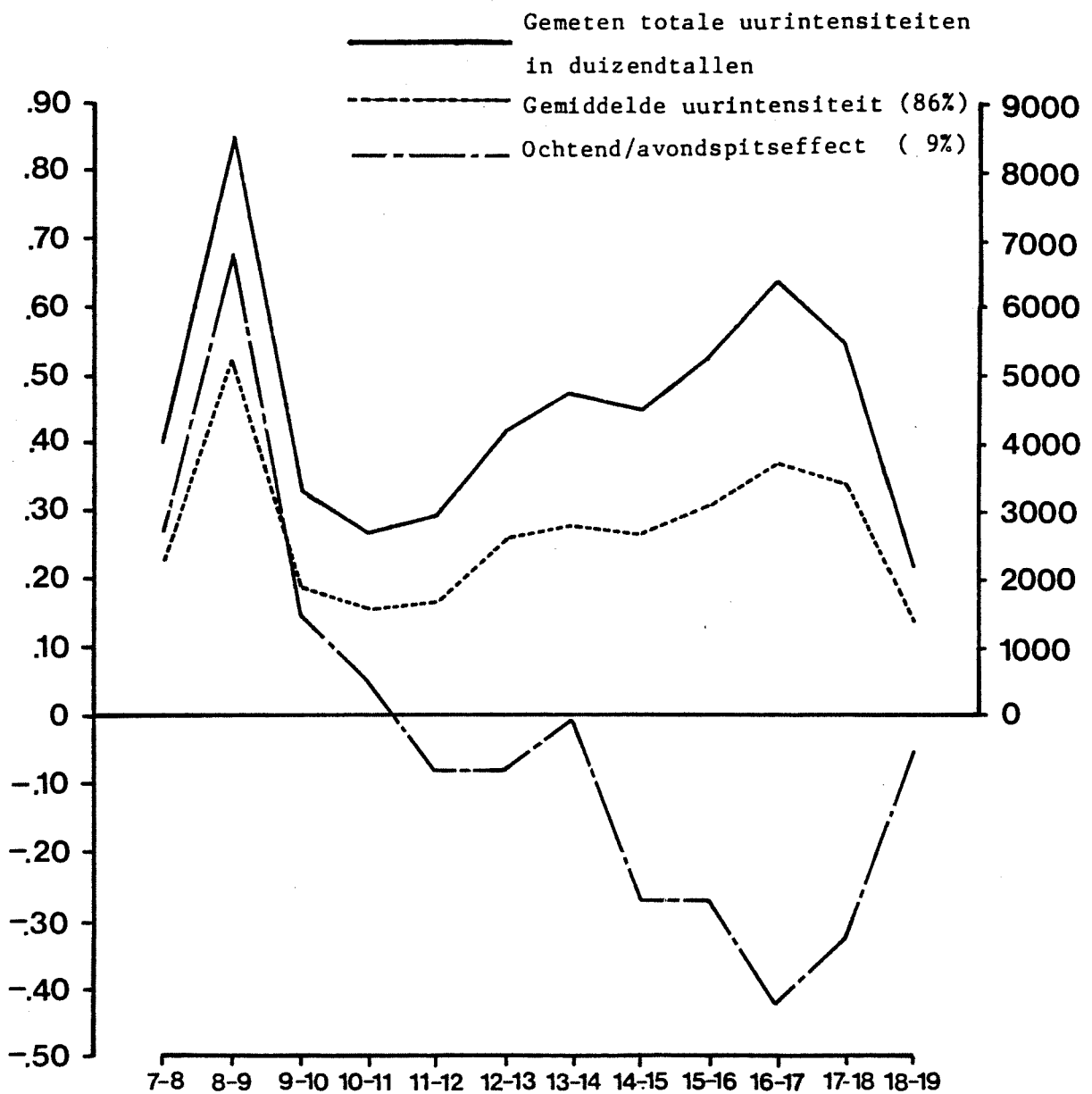
Afbeelding 4. Wegstuk A, uurintensiteiten.



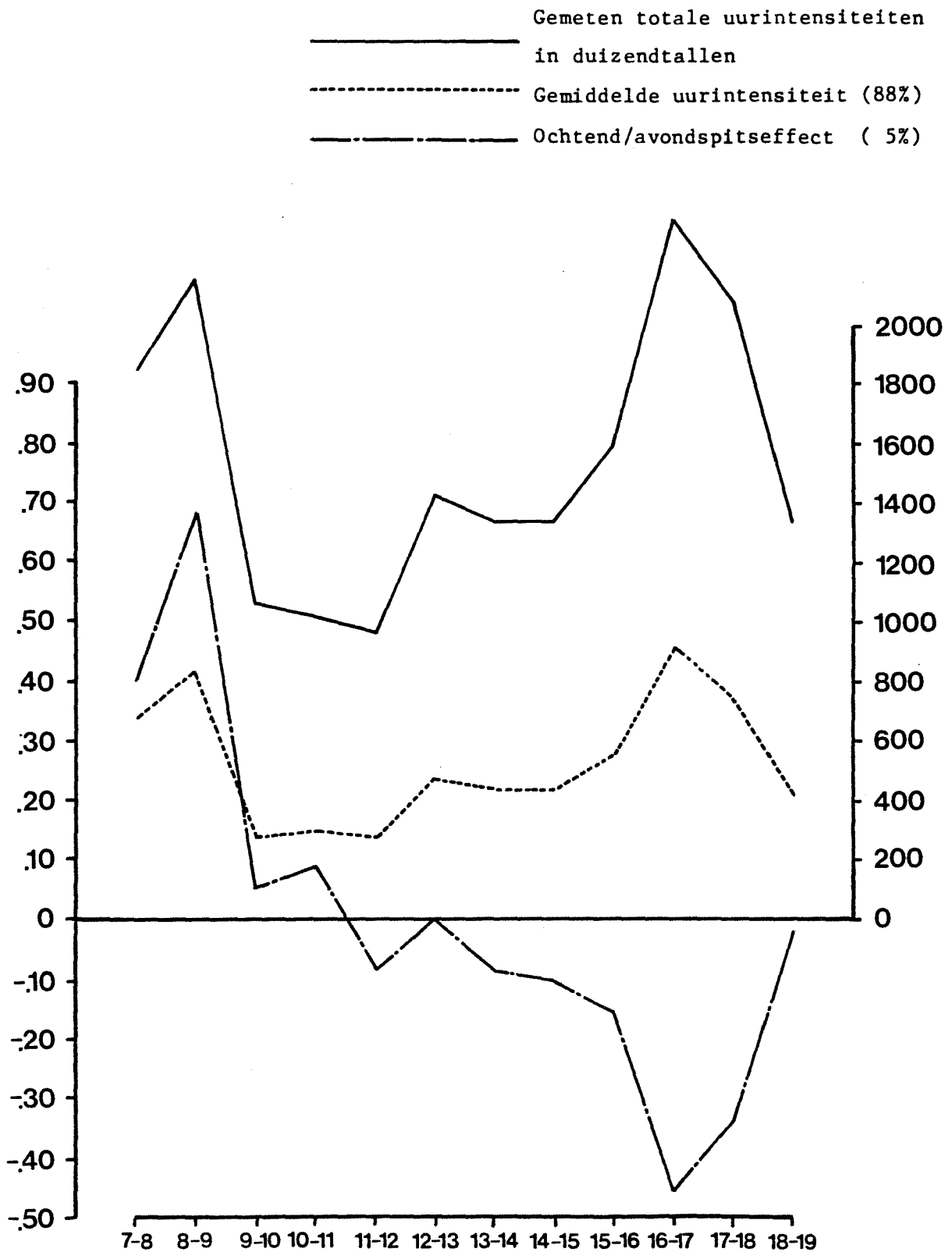
Afbeelding 5. Wegstuk B, uurintensiteiten.



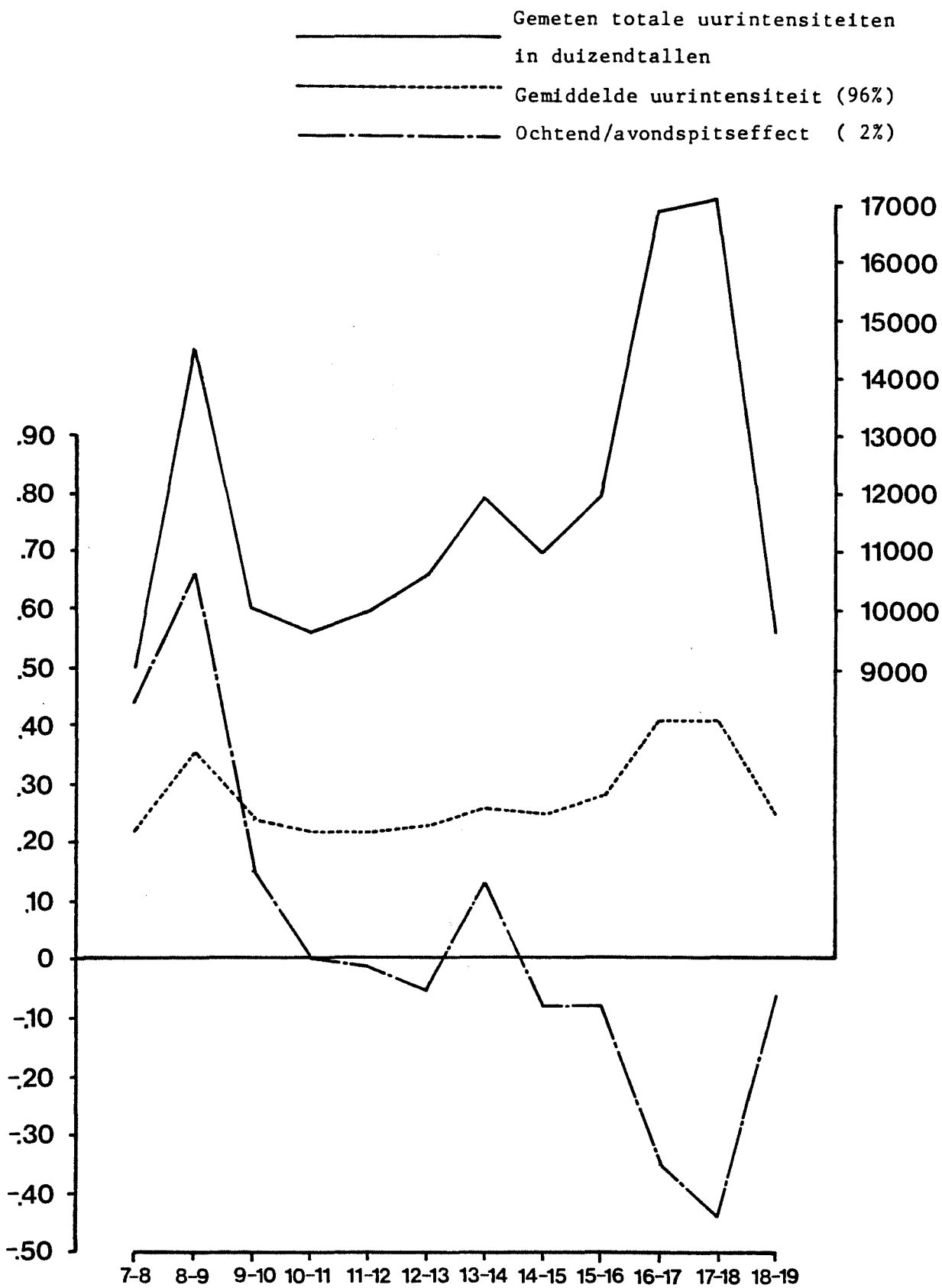
Afbeelding 6. Wegstukken A en B geschat uit de landelijke trends op basis van slechts twee meetmomenten.



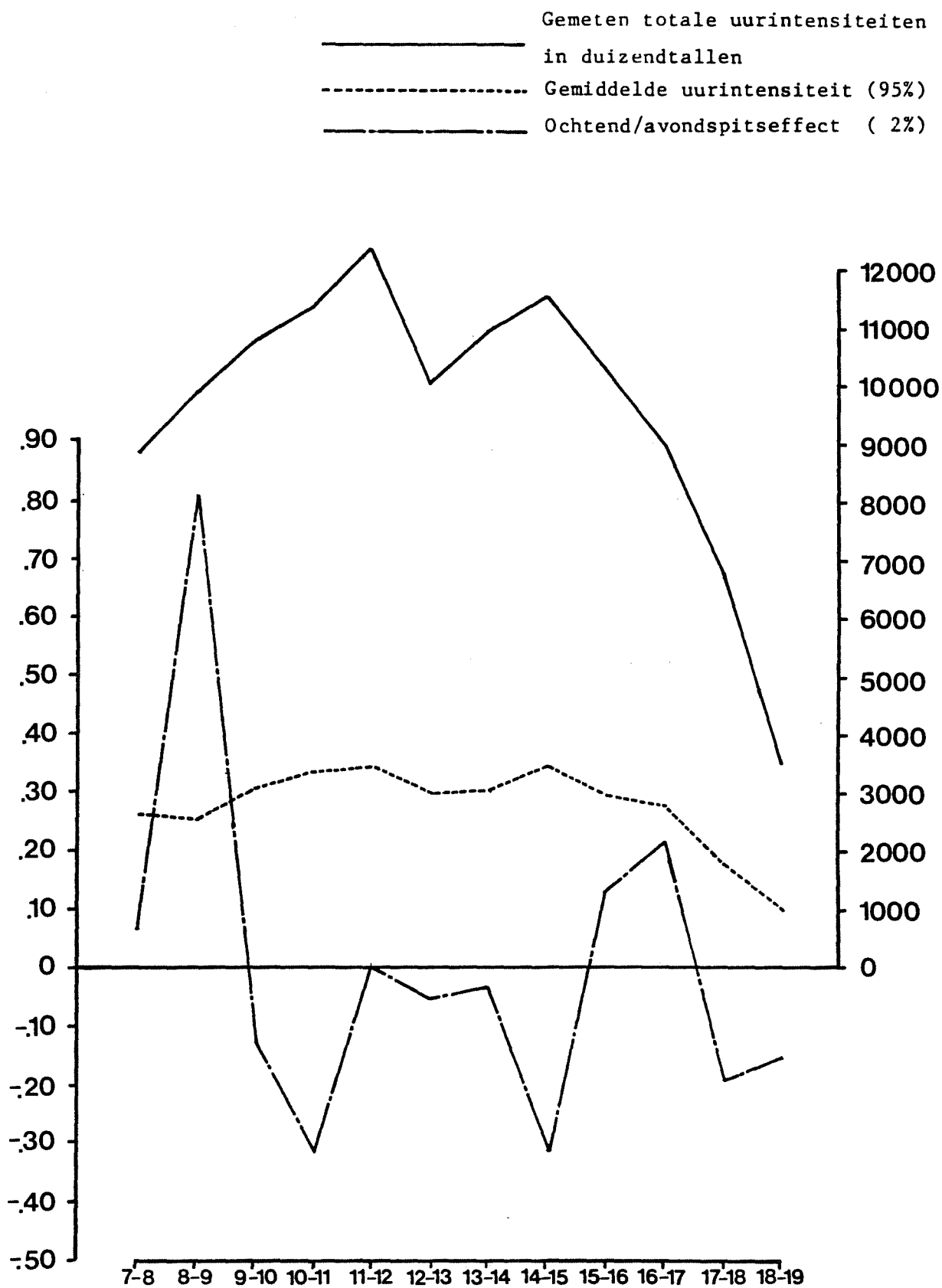
Afbeelding 7. Fietzers, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal54).



Afbeelding 8. Bromfietzers, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal154).



Afbeelding 9. Auto's, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal54).



Afbeelding 10. Vrachtauto's, landelijke schatting van de eerste twee componenten (Totaal154).

TABELLEN 1 t/m 11

Tabel 1. Eigenwaarden en percentages verklaarde variantie voor de eerste drie componenten.

Tabel 2. Fietzers: trends over de uren van de dag (q_1 en q_2).

Tabel 3. Bromfietzers: trends over de uren van de dag (q_1 en q_2).

Tabel 4. Auto's: trends over de uren van de dag q_1 en q_2).

Tabel 5. Vrachtauto's: trends over de uren van de dag (q_1 en q_2).

Tabel 6. Reconstructie van uurintensiteiten van fietsers voor wegstuk A, op basis van de eerste en tweede component.

Tabel 7. Reconstructie van uurintensiteiten van fietsers voor wegstuk B, op basis van de eerste en tweede component.

Tabel 8. Schatting van de ontbrekende intensiteiten van vier niet-spitsuren op grond van overige metingen en de trends in de landelijke gegevens, de gegevens uit Eindhoven en uit Delft voor wegstuk A.

Tabel 9. Schatting van de ontbrekende intensiteiten van vier niet-spitsuren op grond van overige metingen en de trends in de landelijke gegevens, de gegevens uit Eindhoven en uit Delft voor wegstuk B.

Tabel 10. Schatting met behulp van trends en twee spitsuurmetingen voor wegstuk A.

Tabel 11. Schatting met behulp van trends en twee spitsuurmetingen voor wegstuk B.

	Eerste component		Tweede component		Derde component	
	ϕ_1	%	ϕ_2	%	ϕ_3	%
<u>Fietsers</u>						
Totaal	4626	83	1710	11	668	2
Totaal54	2651	86	862	9	354	1
Eindhoven	3902	80	1604	13	600	2
Rijswijk	1389	88	326	5	274	3
Delft	2073	92	515	6	224	1
<u>Bromfietsers</u>						
Totaal	1240	85	361	7	195	2
Totaal54	690	88	172	5	108	2
Eindhoven	1039	85	329	9	163	2
Rijswijk	477	89	123	6	75	2
Delft	495	92	98	4	63	1
<u>Auto's</u>						
Totaal	16388	95	2902	3	1161	0
Totaal 54	7826	96	1253	2	731	1
Eindhoven	13638	96	2569	3	896	0
Rijswijk	8077	95	1303	2	811	1
Delft	4197	97	514	1	439	1
<u>Vrachtauto's</u>						
Totaal	1240	95	145	1	122	1
Totaal54	667	95	95	2	67	1
Eindhoven	1030	95	122	1	102	1
Rijswijk	644	97	76	1	461	0
Delft	325	95	41	1	35	1

Tabel 1. Eigenwaarden en percentages verklaarde variantie voor de eerste drie componenten.

<u>Fietzers</u>	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Eerste component												
Totaal	.22	.54	.18	.16	.17	.24	.27	.28	.32	.37	.32	.14
Totaal54	.23	.52	.19	.16	.17	.26	.28	.27	.31	.37	.34	.14
Eindhoven	.21	.54	.17	.15	.16	.23	.28	.30	.32	.37	.32	.14
Rijswijk	.31	.50	.20	.16	.21	.26	.27	.25	.29	.38	.32	.11
Delft	.23	.56	.20	.17	.16	.26	.26	.23	.30	.34	.33	.15
Tweede component												
Totaal	.26	.70	.13	.01	-.09	-.12	-.02	-.19	-.27	-.38	-.38	-.11
Totaal54	.27	.68	.15	.05	-.08	-.08	-.01	-.27	-.27	-.42	-.32	-.05
Eindhoven	.25	.71	.12	0	-.08	-.11	-.03	-.19	-.25	-.36	-.39	-.12
Rijswijk	.49	.56	.11	.06	-.11	-.14	-.05	-.29	-.30	-.44	-.18	-.03
Delft	.28	.62	.16	.07	-.14	-.18	.04	-.12	-.36	-.46	-.29	-.05

Tabel 2. Fietzers: trends over de uren van de dag (q_1 en q_2).

<u>Bromfietzers</u>	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Eerste component												
Totaal	.30	.44	.14	.13	.14	.23	.22	.25	.28	.48	.37	.21
Totaal54	.34	.42	.14	.15	.14	.24	.22	.22	.28	.46	.38	.21
Eindhoven	.26	.46	.14	.13	.14	.22	.22	.27	.29	.47	.36	.22
Rijswijk	.44	.41	.14	.11	.13	.19	.16	.18	.22	.53	.39	.16
Delft	.34	.41	.14	.16	.14	.27	.25	.24	.29	.43	.37	.23
Tweede component												
Totaal	.43	.67	.08	.04	-.05	-.04	-.02	-.07	-.19	-.46	-.31	-.08
Totaal54	.40	.68	.05	.09	-.08	0	-.08	-.10	-.15	-.45	-.34	-.02
Eindhoven	.37	.71	.10	.05	-.04	-.03	-.02	-.06	-.20	-.45	-.31	-.10
Rijswijk	.66	.42	-.02	-.02	-.05	-.04	-.09	-.08	-.14	-.55	-.22	-.01
Delft	.56	.50	.07	.09	-.09	-.11	.08	-.08	-.12	-.43	-.44	0

Tabel 3. Bromfietzers: trends over de uren van de dag (q_1 en q_2).

<u>Auto's</u>	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Eerste component												
Totaal	.24	.36	.23	.22	.22	.24	.27	.26	.28	.40	.40	.25
Totaal54	.22	.35	.24	.22	.22	.23	.26	.25	.28	.41	.41	.25
Eindhoven	.24	.36	.22	.22	.22	.24	.28	.26	.28	.40	.40	.25
Rijswijk	.27	.34	.26	.23	.22	.22	.25	.24	.27	.41	.41	.24
Delft	.22	.38	.22	.23	.23	.26	.29	.26	.28	.37	.39	.26
Tweede component												
Totaal	.50	.63	.12	.01	-.04	-.11	.05	-.02	-.06	-.32	-.45	-.10
Totaal54	.44	.66	.15	0	-.01	-.05	.13	-.08	-.08	-.35	-.44	-.06
Eindhoven	.49	.65	.10	0	-.06	-.13	.03	0	-.04	-.30	-.45	-.11
Rijswijk	.56	.52	.17	.02	.04	-.02	.11	-.05	-.12	-.38	-.46	-.06
Delft	.43	.54	.25	.01	-.10	-.13	.02	-.24	-.14	-.55	-.12	-.09

Tabel 4. Auto's: trends over de uren van de dag (q_1 en q_2).

<u>Vrachtauto's</u>	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Eerste component												
Totaal	.24	.27	.31	.33	.35	.30	.30	.33	.34	.30	.18	.10
Totaal54	.27	.26	.31	.34	.35	.30	.31	.35	.30	.28	.18	.10
Eindhoven	.24	.29	.30	.30	.34	.29	.30	.31	.37	.33	.17	.10
Rijswijk	.24	.24	.31	.39	.36	.31	.30	.37	.28	.24	.19	.11
Delft	.28	.27	.32	.32	.35	.26	.33	.33	.33	.26	.20	.10
Tweede component												
Totaal	.14	.30	-.28	-.44	-.28	-.18	-.04	-.13	.33	.60	.11	.09
Totaal54	.07	.81	-.12	-.31	0	-.05	-.03	-.31	.13	.22	-.19	-.15
Eindhoven	.24	.10	-.48	-.28	-.35	-.21	-.04	.16	.15	.57	.21	.18
Rijswijk	-.08	.91	-.10	-.13	.01	-.04	.12	-.17	.06	-.25	-.12	-.10
Delft	-.29	-.03	-.06	-.02	-.18	.20	-.26	-.10	-.09	.43	.69	.30

Tabel 5. Vrachtauto's: trends over de uren van de dag (q_1 en q_2).

<u>Wegstuk A</u>	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Gemeten intensiteit	53	137	27	35	26	24	61	44	28	55	51	51
Reconstructie op basis van eerste component	40	102	32	28	30	43	52	56	61	70	61	27
Vershil	13	35	-5	7	-4	-19	9	-12	-33	-15	-10	24
$\sum_{j=1}^{12} (x_{A,j} - \hat{x}_{A,j})^2 = 4060$												
Toevoeging op basis van tweede component	12	33	6	0	-4	-5	-1	-9	-12	-17	-18	-6
Vershil	1	2	-11	7	0	-14	10	-3	-21	2	8	30
$\sum_{j=1}^{12} (x_{A,j} - \hat{x}_{A,j})^2 = 1889$												
Reconstructie op basis van twee componenten	52	135	38	28	26	38	51	47	49	53	43	21

Tabel 6. Reconstructie van uurintensiteiten van fietsers voor wegstuk A, op basis van de eerste en tweede component.

<u>Wegstuk B</u>	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Gemeten intensiteit	83	106	48	93	93	153	117	152	181	225	184	73
Reconstructie op basis van eerste component	92	236	74	65	70	100	120	130	141	162	141	62
Verschil	-9	-130	-26	28	23	53	-3	22	40	63	43	11
$\sum_{j=1}^{12} (x_{B,j} - \hat{x}_{B,j})^2 = 29811$												
Toevoeging op basis van tweede component	-40	-115	-20	-1	13	18	5	31	41	58	63	19
Verschil	31	-15	-6	29	10	35	-8	-9	-1	5	-20	-8
$\sum_{j=1}^{12} (x_{B,j} - \hat{x}_{B,j})^2 = 4023$												
Reconstructie op basis van twee componenten	52	121	54	64	83	118	125	161	182	220	204	81

Tabel 7. Reconstructie van uurintensiteiten van fietsers voor wegstuk B, op basis van de eerste en tweede component.

<u>Wegstuk A</u>	10-11	11-12	14-15	15-16	$P_{A,1}$	$P_{A,2}$	SS
Gemeten intensiteit	35	26	44	28			
Landelijke schatting	36	30	41	49	.077	.059	467
Reconstructie Eindhoven	28	26	47	49	.048	.029	499
Schatting Delft	36	26	40	45	.094	.078	306

Tabel 8. Schatting van de ontbrekende intensiteiten van vier niet-spitsuren op grond van overige metingen en de trends in de landelijke gegevens, de gegevens uit Eindhoven en uit Delft voor wegstuk A.

<u>Wegstuk B</u>	10-11	11-12	14-15	15-16	$P_{A,1}$	$P_{A,2}$	SS
Gemeten intensiteit	93	93	152	181			
Landelijke schatting	66	90	163	180	.17	.18	860
Reconstructie Eindhoven	64	83	161	182	.11	-.10	1023
Schatting Delft	58	93	117	189	.20	-.34	2514

Tabel 9. Schatting van de ontbrekende intensiteiten van vier niet-spitsuren op grond van overige metingen en de trends in de landelijke gegevens, de gegevens uit Eindhoven en uit Delft voor wegstuk B.

<u>Wegstuk A</u>	7-8	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	17-18	18-19
Gemeten intensiteit	53	27	35	26	24	61	44	28	51	51
Landelijke schatting	60	46	35	30	47	56	41	49	53	25
Vershil	-7	-19	0	-4	-23	5	3	-21	-2	26

Tabel 10. Schatting met behulp van trends en twee spitsuurmetingen voor wegstuk A.

<u>Wegstuk B</u>	7-8	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	17-18	18-19
Gemeten intensiteit	83	48	93	93	153	117	152	181	184	73
Landelijke schatting	52	55	60	84	121	113	156	172	192	64
Vershil	31	-7	33	9	32	4	-4	9	-8	9

Tabel 11. Schatting met behulp van trends en twee spitsuurmetingen voor wegstuk B.