

DE RELATIE TUSSEN HET NIVEAU VAN DE OPENBARE VERLICHTING EN DE VERKEERS-
VEILIGHEID

Een voorstudie

R-89-45

Dr. ir. D.A. Schreuder

Leidschendam, 1989

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding
 - 1.1. Opzet
 - 1.2. Aanvullende literatuurstudie
 - 1.3. Maatregelen voor energiebesparing
 - 1.4. Conclusies

2. De ongevallenstudie
 - 2.1. Inleiding
 - 2.2. Opzet en aanpak
 - 2.3. Benodigde gegevens
 - 2.4. Resultaten
 - 2.4.1. Resultaten Leeuwarden op grond van VOR-gegevens
 - 2.4.2. Resultaten op grond van politiegegevens

3. Discussie
 - 3.1. Hypothese
 - 3.2. Relaties
 - 3.3. Interactie
 - 3.4. Resultaten

4. Conclusies

5. Vervolgonderzoek

6. Suggesties voor verdere studie

Literatuur

Afbeeldingen 1 t/m 6

Tabellen 1 t/m 8

VOORWOORD

Openbare verlichting vertegenwoordigt relatief slechts een zeer bescheiden post op de bestedingen, zowel wat betreft geld als wat betreft (elektrische) energie. Toch gaat het in absolute maat om aanzienlijke bedragen, en het is dus alleszins gerechtvaardigd te proberen het geld en de energie die voor de openbare verlichting nodig zijn, zo goed mogelijk te gebruiken. Dit streven is te meer gerechtvaardigd in tijden waar zowel de overheidsuitgaven als het gebruik van energie kritisch worden bekeken.

In 1981 is op initiatief van het Ministerie van Economische Zaken door de Stichting Voorlichting Energiebesparing Nederland SVEN een brochure uitgegeven om de gemeenten te helpen effectiever met de kosten voor openbare verlichting om te gaan (SVEN, 1981). Het doel was de exploitatiekosten van de openbare verlichting te verminderen zonder de kwaliteit (uitgedrukt in verkeersveiligheid en burgerlijke veiligheid) geweld aan te doen. Deze brochure is opgesteld door medewerkers van de Ministeries van Economische Zaken, Verkeer en Waterstaat en van Binnenlandse Zaken). De Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde NSvV heeft haar medewerking verleend. De brochure is op ruime schaal verspreid, en heeft in aanzienlijke mate aan haar doel beantwoord.

De in de brochure gebruikte gegevens, en daarmee ook de op die gegevens gebaseerde aanbevelingen, zijn echter afhankelijk van de tijd; ze zijn intussen veelal achterhaald. Dit betekent dat een ongewijzigde herdruk - toen de brochure uitverkocht was - af te raden was. Hernieuwd overleg tussen de Ministeries van Economische Zaken en Verkeer en Waterstaat enerzijds, en de NSvV anderzijds, kon niet tot overeenstemming leiden, omdat er verschillen waren gerezen over de wijze waarop de nieuwe gegevens in aanbevelingen moeten worden verwerkt. Voorts heeft de NSvV in de tussentijd een aanvang gemaakt met de herziening van haar eigen, uit 1974 daterende "Aanbevelingen en richtlijnen voor openbare verlichting" (De Man, 1989). Tenslotte heeft de Vereniging van Nederlandse Gemeenten besloten de stoot te geven tot een landelijk toepasbaar raamwerk voor een "beleidsnota" over openbare verlichting. Deze activiteiten worden door de NSvV gebundeld, zodat "dubbel werk" wordt vermeden.

Ter voorbereiding van een nieuwe uitgave van de SVEN-brochure is in gezamenlijk overleg tussen de betrokkenen besloten een onderzoek naar de effectiviteit van openbare verlichting te doen uitvoeren. Het onderzoek is begeleid door een speciaal daarvoor in het leven geroepen Begeleidingsgroep waarin de Ministeries van Economische Zaken en van Verkeer en Waterstaat, alsmede de SVEN en de NSvV zitting hebben.

Een logisch - hoewel niet expliciet bedoeld - gevolg van de aanpak waarbij een brochure ten behoeve van gemeenten centraal staat, is dat het zwaartepunt van de overwegingen ligt op wegen binnen bebouwde kommen. Daarom heeft het Ministerie van Verkeer en Waterstaat besloten om, parallel aan deze studies, de relatie tussen verlichting en veiligheid ook op wegen buiten bebouwde kommen (in hoofdzaak Rijks- en Provinciewegen) te doen onderzoeken. Deze twee onderzoeken hebben inhoudelijk en vooral methodologisch een aanzienlijke overeenkomst; organisatorisch staan ze tamelijk los van elkaar. Het is één van de doelstellingen van de reeds genoemde Begeleidingsgroep erop toe te zien dat de twee onderzoeken "in de pas" blijven lopen.

De effectiviteit van de openbare verlichting is een uitgebreid terrein voor onderzoek. Er is besloten eventueel onderzoek vooraf te laten gaan door een voorstudie. Het doel van deze voorstudie was na te gaan of er nader onderzoek op grotere schaal nodig is, zo ja, hoe dat dient te worden opgevat en uitgevoerd. De opdracht tot het uitvoeren van de voorstudie is verleend aan de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV. Het onderhavige rapport geeft de bevindingen weer van deze voorstudie.

1. INLEIDING

1.1. Opzet

Op 31 juli 1987 heeft het Ministerie van Economische Zaken (Directoraat-Generaal voor Energiebesparing en Diversificatie) bij schrijven E/EBD, 87001083, 79.6370 aan de SWOV de opdracht verleend een vooronderzoek uit te voeren over de "Relatie niveau openbare verlichting/verkeersveiligheid". Het vooronderzoek bestaat uit drie delen, te weten:

1. rapportage over de stand van zaken;
2. het opstellen van een overzicht over de tot nu toe genomen maatregelen voor energiebesparing;
3. het uitvoeren van een voorstudie.

1.2. Aanvullende literatuurstudie

In 1983 heeft de SWOV een in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat uitgevoerde literatuurstudie over de relatie tussen de verkeersveiligheid en de openbare verlichting gepubliceerd (Schreuder, 1983). In deze studie is de conclusie getrokken dat "goede openbare verlichting voor belangrijke stadsstraten een afname van ca. 30% in de nachtelijke letselongevallen kan bewerkstelligen. Voorts heeft het er de schijn van dat de reductie voor wegen binnen bebouwde gebieden groter is dan die voor rurale (auto)(snel)wegen".

Deze conclusie is een bevestiging van de resultaten van eerdere overzichten. De door Schreuder gemaakte literatuurstudie omvat uiteraard een aantal van de reeds eerder gepubliceerde studies; echter, ook materiaal dat nog niet eerder was gepubliceerd, is verwerkt. Gezien het feit dat al deze studies, waarbij in ieder geval het materiaal opnieuw is geëvalueerd, tot hetzelfde resultaat leiden, rechtvaardigt de uitspraak dat hier van een zeer goed gefundeerd feit gesproken mag worden. Ook de Commission Internationale de l'Eclairage CIE komt in haar - nog niet gepubliceerde - overzicht van het relevante wetenschappelijke materiaal tot dezelfde uitspraak.

Er bleven echter in de studie van de SWOV een aantal vragen onbeantwoord:
- welke wegen komen voor een openbare verlichting in aanmerking?

- hoe goed is "goed"?
- hoe groot is de reductie (indien aanwezig) voor andere wegtypen?
- bestaat er een dergelijke relatie voor de andere functionele aspecten van de openbare verlichting (verkeersafwikkeling, burgerlijke veiligheid, leefbaarheid)?

De opdracht van het Ministerie van Economische Zaken voor het eerste deel van het vooronderzoek betrof het nader aanvullen van de eerdere literatuurstudie; daarbij diende in het bijzonder aandacht te worden besteed aan de vraag hoe goed "goed" is. Deze vraag kan alleen worden beantwoord wanneer de relatie tussen het niveau (kwaliteit of kwantiteit) van de openbare verlichting en de verkeersveiligheid bekend is. De aanvullende literatuurstudie is daarop geconcentreerd. Deze literatuurstudie is inmiddels door de SWOV gepubliceerd (Schreuder, 1988).

Deze literatuurstudie leidde tot de conclusie dat de bedoelde relatie (nog) niet kon worden vastgesteld. De onderzoeken die daarop gericht waren, hadden hetzij een te kleine omvang, of waren te sterk gespecialiseerd om een bevredigend antwoord te kunnen geven. Dit laatste geldt meer in het bijzonder voor een groot in Engeland uitgevoerd onderzoek. Dit onderzoek leidde tot de suggestie dat de relatieve frequentie van de ongevallen bij duisternis bij toenemende wegdekkluminantie afneemt. Omdat de "steekproef" aan wegen - en dus aan ongevallen - ten gevolge van een onnodig precieze meting van de verlichtingskenmerken te klein was - is een "hardere" uitspraak niet mogelijk.

1.3. Maatregelen voor energiebesparing

Het tweede onderdeel van het vooronderzoek betrof een overzicht van de reeds genomen maatregelen voor energiebesparing. De bekendheid met, en het gebruik van de SVEN-brochure vormden een onderdeel van deze deelstudie.

In opdracht van de SWOV heeft het "Buro voor industrieel en professioneel onderzoek bv INDIS" te Amsterdam een studie uitgevoerd, die onder de titel "Inrichting van de openbare verlichting in Nederland" is aangeboden aan de SWOV. De studie is in de door het Ministerie van Economische Zaken daartoe ingestelde Begeleidingsgroep besproken. De studie is intussen afgesloten met een eindrapport.

De studie betreft ten eerste een overzicht van de praktijk op het gebied van de openbare verlichting in Nederland. Gebleken is dat in de periode 1981-1986 de gebruikte energie ongeveer gelijk is gebleven, maar het verlichte areaal enigszins is toegenomen.

Ten tweede is nagegaan in hoeverre door gemeenten planmatig en doeltreffend is gestreefd naar het reduceren van het voor de openbare verlichting gebruikte energie. Gebleken is dat het overgrote deel van de gemeenten zulks heeft gepoogd, maar dat in de uitvoering ervan - mede door het ontbreken van ter zake dienende, eenvoudige te hanteren richtlijnen - nog tekortkomingen voorkomen.

Ten derde is nagegaan in hoeverre de onder auspiciën van het Ministerie van Economische Zaken door de SVEN uitgegeven brochure over kostenbesparingen bij openbare verlichting hierbij een rol heeft gespeeld. Gebleken is dat de brochure vaak is gebruikt, maar dat het effect daarvan niet steeds duidelijk te kwantificeren is.

Ten behoeve van het energiebeleid zijn de volgende conclusies te trekken:

- Er lijkt nog een zekere - zij het niet zeer grote - ruimte aanwezig te zijn voor verdere energiebesparende maatregelen. Daarbij dient te worden bedacht dat de kwaliteit van de verlichting gehandhaafd dient te blijven.
- Nader onderzoek is gewenst om deze maatregelen te preciseren, vooral wat betreft de toe te passen lichtniveaus.
- Er is behoefte aan goede, eenvoudige en praktisch bruikbare voorlichting.

Wat betreft het verkeersveiligheidsbeleid is de volgende opmerking te maken: er lijkt ruimte te bestaan om een zekere besparing van energiegebruik toe te passen onder handhaving van de verkeersveiligheid.

Wat betreft het beleid omtrent de misdadpreventie valt op dat er nog een aanzienlijk gebrek is aan "harde" gegevens over de relatie tussen openbare verlichting en (voorkoming van) criminaliteit. Nadere studie dienaangaande lijkt gewenst.

1.4. Conclusies

De conclusies uit de eerste twee onderdelen van het vooronderzoek waren voor de Begeleidingsgroep aanleiding aan te bevelen dat ook het derde onderdeel van het vooronderzoek zou worden uitgevoerd.

Dit derde onderdeel heeft het karakter van een "pilotstudie". Dit betekent dat het oogmerk van de studie in de eerste plaats de volgende punten betreft:

- Is het in beginsel mogelijk op de voorgestelde wijze een antwoord te krijgen op de gestelde vraag? (Is de vraag "onderzoekbaar"?)
- Is de voorgestelde methode bruikbaar? Moeten wijzigingen en/of aanvullingen worden aangebracht?
- Wat dient de omvang te worden van het (eventuele) onderzoek? Zijn nog aanvullende gegevens nodig om een offerte voor een definitief onderzoek te kunnen opstellen?

2. DE ONGEVALLENSTUDIE

2.1. Inleiding

De voorstudie is uitgevoerd als een ongevallenstudie, of meer specifiek, als een zgn. relatie-onderzoek. Daarbij worden de aard (eventueel de ernst) van ongevallen vergeleken met andere kenmerken van het verkeerssysteem (in dit geval in eerste instantie de verlichting). De voor- en nadelen van ongevallenstudies zijn bekend: het belangrijkste voordeel is dat de uitkomst een directe relatie heeft met de gevraagde grootte: de verkeersveiligheid wordt bijna steeds direct in ongevallen uitgedrukt. Het nadeel is dat ongevallenstudies een sterk "statistisch" karakter hebben; dit betekent dat er alleen op indirecte wijze informatie over de aan de verschijnselen ten grondslag liggende causale relaties verkregen kunnen worden. En bekendheid met deze causale relaties is essentieel om te komen tot doeltreffende (en doelmatige) maatregelen. Ongevallenstudies zijn nodig om de onderzoeken naar de causale relaties te "calibreren". Zoals in eerdere rapporten is toegelicht, wordt momenteel op beide terreinen onderzoek uitgevoerd.

2.2. Opzet en aanpak

De opzet van het onderzoek is gebaseerd op de hypothese dat bij een toenemend lichtniveau het risico voor ongevallen afneemt. Deze hypothese is gebaseerd op praktische feiten en theoretische overwegingen. De feiten zijn het reeds eerder besproken resultaat van eerder onderzoek waaruit blijkt dat openbare verlichting een effectieve verkeersveiligheidsmaatregel is. De theoretische overwegingen zijn gebaseerd op het feit dat men bij meer licht beter kan zien, en dus ook beter kan rijden: ("hoe meer licht, des te veiliger").

De hypothese kan nog wat verder worden uitgebouwd. Wanneer men een maat voor het ongevallenrisico bij duisternis (bijvoorbeeld het quotiënt van de aantallen ongevallen bij duisternis en bij daglicht, de n/d ratio) uitzet tegen het lichtniveau (bijvoorbeeld uitgedrukt in de horizontale verlichtingssterkte E_{hor}), verwacht men volgens de hypothese een kromme met een gedaante zoals weergegeven in Afbeelding 1. Deze kromme kan als volgt worden gekenschetst. De kromme begint niet bij lichtniveau nul, omdat motor-

voertuigen tenminste dimlichten voeren, die een kleine, maar bij geringe openbare verlichting merkbare, bijdrage leveren tot het lichtniveau. Vervolgens neemt de n/d ratio af bij toenemend lichtniveau op grond van de eerder genoemde overwegingen. Deze afname blijft niet doorgaan, want ook bij zeer hoge lichtniveaus (bijvoorbeeld overdag) zijn er ongevallen die aan visuele aspecten zijn toe te schrijven. Het bestaan van dergelijke ongevallen is de belangrijkste beweegreden voor de invoering van "motorvoertuigverlichting overdag" (MVO). In de afbeelding betekent dit dat de kromme niet naar $n/d = 0$ afdaalt, maar naar een waarde van n/d die groter is dan 0: de asymptoot. Na het bereiken van de asymptoot loopt de kromme verder "horizontaal".

De voorstudie is een "relatie-onderzoek": het gaat om het bepalen van de relaties tussen groepen van gegevens betreffende de volgende aspecten:

- ongevallenkenmerken
- verlichtingskenmerken
- wegkenmerken
- verkeerskenmerken

Voor de voorstudie - die immers het karakter heeft van een "pilot"-studie - is een simpele aanpak gekozen: onderzocht wordt de relatie tussen de verlichtingskenmerken en de ongevallen, waarbij de andere twee groepen kenmerken (weg en verkeer) als "parameter" worden gehanteerd. Mocht op basis van deze voorstudie worden besloten een onderzoek op grotere schaal te entameren, dan is een betere analysemethode noodzakelijk. Wellicht kan daarbij de methode die voor het in het Voorwoord genoemde onderzoek voor Rijks- en Provinciewegen is opgezet en uitgewerkt, worden gebruikt.

De voor de voorstudie gebruikte aanpak is in aanzienlijke mate beïnvloed door het genoemde grote Engelse onderzoek. De Engelse aanpak was gebaseerd op het zeer accuraat en in detail verzamelen van de verlichtingsgegevens. Dit leidde ertoe dat slechts ca. 70 straten in het onderzoek zijn betrokken. Het aantal beschikbare ongevallen was navenant klein; de spreidingen in de resultaten dienovereenkomstig groot. Omdat er bovendien geen exacte tellingen van het verkeer beschikbaar waren, zijn de verkeerskenmerken uit de analyse weggelaten. Deze aanpak heeft ertoe geleid dat er eigenlijk slechts weinig bruikbare gegevens zijn opgeleverd, ofschoon de (organisatorische en financiële) inspanning zeer groot is geweest. Het Engelse

onderzoek is in detail beschreven in de eerder genoemde publikaties (Schreuder, 1983, 1988).

Aangezien de indruk bestaat dat de geringe opbrengst van het Engelse onderzoek het gevolg is van een onnodige scherpslijperij, is voor de voorstudie een andere weg gekozen. Het belangrijkste oogmerk was een grote "steekproef" aan ongevallen te krijgen; omdat de middelen zeer beperkt waren, betekende dit dat de andere kenmerken slechts in globale mate konden worden verzameld. Dit leidde tot de wens het onderzoek uit te voeren in betrekkelijk kleine geografisch en organisatorisch af te grenzen "gebieden". Hierdoor kon gebruik worden gemaakt van het feit dat het een enkele of hoogstens een klein aantal mensen alle relevante gegevens gemakkelijk op een eenvormige wijze bijeen kunnen brengen; meestal heeft een enkel persoon het overgrote deel "in zijn hoofd". De gegevens uit de verschillende gebieden moeten uiteraard op elkaar aansluiten.

Voor de voorstudie is gekozen voor drie gebieden: de gemeente Leeuwarden; de deelgemeente Amsterdam-West, en de gemeente Utrecht. Deze laatste gemeente heeft haar medewerking toegezegd; de resultaten zijn echter nog niet beschikbaar, zodat in overleg met de opdrachtgever besloten is om de voorstudie af te sluiten op basis van de gegevens van Leeuwarden en Amsterdam-West.

2.3. Benodigde gegevens

Zoals hierboven is aangeduid zijn gegevens over de ongevallen, de verlichting, de weg en het verkeer nodig. Deze gegevens zijn voor Leeuwarden en Amsterdam-West verzameld. De keuze van de verzamelde gegevens wordt hieronder toegelicht.

1. Ongevalleengegevens

De onveiligheid is gekarakteriseerd door het aantal ongevallen. Dit is gebruikelijk: het is de basis van alle gekwantificeerde beschouwingen over de ("objectieve") verkeersonveiligheid. In vele gevallen worden daarbij echter de ongevallen verder onderverdeeld naar de ernst van de afloop (met uitsluitend materiële schade, letsel, dodelijk enz.), wegbeheerder (rijk, provincie, gemeente) en wijze van verkeersdeelname (voetganger, fietser, bromfietser, autobestuurder, passagier enz). Dit wordt gedaan omdat de

registratie van ongevallen van verschillende ernst van afloop zeer verschillend kan zijn. Bij het onderhavige onderzoek zijn alle geregistreerde ongevallen gebruikt, omdat het hier gaat om de vergelijking van de verlichtingstoestand in verschillende straten binnen een enkele gemeente, en in dezelfde tijdperiode. Er is genoegzaam ervaring opgedaan met verschillen in registratie tussen gemeenten, tussen dag en nacht, tussen wegtypen en wegbeheerder, en tussen verschillende (opeenvolgende) perioden. Het is echter zeer moeilijk voor te stellen dat er systematische verschillen zijn in registratie voor wegen van een enkel type, binnen een enkele gemeente en in een bepaalde periode.

Het ligt voor de hand na te gaan of de gegevens die door de Dienst Verkeersongevallenregistratie VOR worden verzameld, voor het onderhavige onderzoek bruikbaar zijn. Hierbij is een door de SWOV daartoe ontwikkeld programma gebruikt. Op grond van overwegingen van "zwartcijfers" bij de registratie worden door de SWOV voor verdere analyses alleen ongevallen met letsel (gewonden en/of doden) gebruikt. De VOR splitst de ongevallen uitsluitend naar kruisingen en wegvakken, zodat het niet mogelijk is op basis van de VOR-gegevens uit te maken bij welke weg de ongevallen behoren. Voor de ongevallen in Leeuwarden is met behulp van aanvullende gegevens van de gemeente, de provinciale lijst van verkeersongevallenconcentraties (VOC-lijst) en met behulp van een stadsplattegrond, voor iedere kruising nagegaan bij welke weg de ongevallen dienen te worden toegerekend. Zelfs voor het bestand van Leeuwarden, dat niet meer dan enige tientallen kruisingsongevallen omvatte, waren hiervoor enige uren nodig: het is dus een tijdintensive bezigheid.

Uit dit vooronderzoek in Leeuwarden is gebleken dat de VOR-gegevens niet bruikbaar zijn: de VOR levert veel te weinig gegevens op, terwijl de verwerking zeer tijdintensief is.

Deze conclusie betekent dat van de politiegegevens gebruik moet worden gemaakt. In beginsel is dat zeer eenvoudig: de politie bewaart een doorslag van het ongevallenformulier (het zgn. "groentje"). Alle vereiste gegevens staan daarop vermeld. Het bleek echter niet eenvoudig de gegevens ook in feite ter beschikking te krijgen. Deels had dit te maken met het feit dat de gegevens binnen sommige gemeenten nog niet in computerbestanden zijn ingevoerd; deels met zorg over de privacy van burgers, en deels

met het nijpende personeelstekort bij de politiekorpsen. Het blijkt niet doenlijk te zijn de gegevens door de politie of de gemeente zelf te laten verzamelen; de door gebrek aan middelen genoodzaakte pogingen in die richting hebben het onderzoek bijna twee jaar vertraagd. De gegevens zelf zijn echter voldoende.

2. Verlichtingsgegevens

Het lichtniveau is gekarakteriseerd door de gemiddelde horizontale verlichtingssterkte E_{hor} op de rijbaan. Deze E_{hor} is niet meer dan een benadering voor de grootheden die de waarneming in wegen en straten bepalen. Daarbij speelt de luminantie van het wegoppervlak een belangrijke rol. Deze bepaalt de adaptatietoestand van het oog, en daarmee in laatste instantie de mogelijkheden tot het verrichten van visuele waarneming: bekend is dat, juist in de luminantiegebieden die voor straatverlichting het meest relevant zijn, de visuele prestatie sterk wordt bepaald door de adaptatietoestand. Daar tegenover staat dat de waarneembaarheid - meer in het bijzonder de herkenbaarheid - van objecten op de weg beter kan worden beschreven door de semi-cylindrische (of desnoods door de verticale of door de hemisferische) verlichtingssterkte dan door het gemiddelde van de horizontale verlichtingssterkte of door de gemiddelde wegdek-luminantie. Toch is voor E_{hor} gekozen omdat ten eerste de andere fotometrische grootheden niet op eenvoudige wijze voor een groot aantal wegen en straten kunnen worden bepaald, en ten tweede omdat er alle reden is om te veronderstellen dat er - voor de kenmerken van voor Nederland gebruikelijke verlichtingsinstallaties - een aanzienlijke onderlinge correlatie bestaat tussen al deze fotometrische maten.

Er zijn echter nog problemen met de E_{hor} : Over welk gebied moet het gemiddelde worden genomen, en hoeveel punten zijn nodig om het gemiddelde op een redelijk nauwkeurige wijze (op een voldoende nauwkeurige wijze) te kunnen bepalen. Ofschoon bekend is dat voet- en fietspaden van groot belang zijn, ook voor de verkeersveiligheid, is uit overwegingen van hanterbaarheid van de gegevens gekozen uit te gaan van de gemiddelde waarde van E_{hor} over de rijbaan. En wat het tweede punt betreft: voor de metingen is soms uitgegaan van 9 punten, maar soms van slechts 2 of 3. In de laatste gevallen is een correcte noodzakelijk. Deze correctie is, voor zover zinvol, aangebracht.

De slotsom is dat aan de bepaling van het lichtniveau zekere onnauwkeurigheden kleven; ze zijn niet precies bekend, maar er is gesteld dat ze niet van groot belang zijn. Deze stellingname is gebaseerd op de resultaten waaruit blijkt dat, zo er al sprake is van een relatie tussen de verkeersveiligheid en het lichtniveau, er alleen een zwakke relatie gevonden kan worden. En bij een dergelijke zwakke relatie is een nauwkeurige bepaling van E_{hor} niet noodzakelijk. Wel dient voor een eventueel vervolgonderzoek een betere bepaling van de het lichtniveau te worden aanbevolen, omdat bij meer variabelen wellicht in sommige gevallen wel sterke relaties te vinden zijn - waarbij derhalve nauwkeurige bepalingen van het lichtniveau gewenst of zelfs noodzakelijk zijn. Ook dient te worden overwogen om de ongelijkmatigheid van het verlichtingspatroon (E_{hor} en/of L) in de beschouwing te betrekken.

Zowel voor Leeuwarden als voor Amsterdam-West zijn van alle straten de gegevens over de gemiddelde verlichtingssterkte op de rijbaan verschaft. Deze gegevens zijn op verschillende wijzen verzameld. Deels zijn ze rechtstreeks gemeten; deels zijn ze op basis van analogie met bekende straten geschat, en deels zijn ze berekend op grond van bekende gegevens over geometrie en verlichtingsmiddelen (armaturen en lampen). Dit betekent dat de verlichtingsgegevens niet zeer nauwkeurig zijn, dat de onnauwkeurigheid niet in alle gevallen dezelfde is, en dat de onnauwkeurigheid niet precies bekend is. Voor het onderhavige onderzoek is dit echter van ondergeschikt belang. De bedoelde gegevens zijn zowel in Leeuwarden als in Amsterdam-West speciaal voor dit onderzoek verzameld; de op zichzelf nuttige - en voor de hand liggende - inventarisatie blijkt gewoonlijk te ontbreken.

3. Gegevens van weg en verkeer

Voor het in rekening brengen van gegevens over de weg en het verkeer is een classificatie van wegen nodig, waarin deze aspecten verdisconteerd zijn. Tot nu toe is het niet gelukt om een algemeen toepasbare classificatie te ontwerpen die aan deze eisen voldoet.

De Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde NSvV heeft een classificatie gecreëerd die toegespitst is op het gebruik als hulpmiddel bij het ontwerpen van installaties voor openbare verlichting. Deze classificatie is in grote lijnen gepubliceerd (NSvV, 1989). Deze classificatie is gebaseerd op de volgende vier ingangen:

- plaats van de weg in het verkeersnetwerk
- verkeers/verblijfsfunctie van de weg
- verkeersintensiteit
- infrastructuur (dwarsprofiel enz.)

Het gaat om kenmerken die objectief aan de weg zelf te bepalen (te meten) zijn. De classificatie omvat ver boven de 100 klassen, en is dus voor de hier behandelde voorstudie niet bruikbaar. Gebaseerd op de NSvV-classificatie is een vereenvoudigde klasse-indeling opgesteld, die gebaseerd is op dezelfde kenmerken. Deze klasse-indeling omvat zeven klassen (plus een achtste waarin parkeerplaatsen, pleinen enz. een plaats vinden). Deze klasse-indeling is gegeven in Tabel 1.

Kenmerkend voor deze klasse-indeling is dat de klassen van 1 t/m 7 als een ordinale schaal kunnen worden beschouwd voor de "belangrijkheid" van de weg; en onder aanname dat de verkeersintensiteit van de klasse 4 in het algemeen hoger zal zijn dan die van klasse 5, zelfs als een ordinale schaal voor de verkeersintensiteit. Deze globale kenmerken worden verderop gebruikt (zie Hoofdstuk 5).

Een probleem bij de toepassing van een dergelijke klasse-indeling is de mogelijke interactie tussen de gegevens, meer speciaal tussen verlichting, wegtype en de verdeling over het etmaal van de ongevallen. Bedoeld is het bekende feit dat bij het aanbrengen van openbare verlichting, en vooral bij het specificeren van de installatie, meestal terdege rekening wordt gehouden met de mate waarin de weg bij duisternis "gevaarlijk" is (ook al is niet steeds precies aan te geven hoe "gevaarlijk" kan worden gekwantificeerd). Het is niet te voorspellen op welke wijze en in welke mate de resultaten hierdoor kunnen worden beïnvloed. Maar in de praktijk blijkt vaak een aanwijsbare relatie tussen het lichtniveau en de "belangrijkheid" van de weg.

Ook op een tweede probleem dient te worden gewezen. Er bestaat mogelijk een verschil in interpretatie van de wegklassen tussen verschillende steden. Bij de huidige studie is dit probleem buiten beschouwing gelaten, omdat de klassen toch nog verder zijn samengevoegd. Voor een eventueel vervolgonderzoek op grotere schaal moet een oplossing worden gevonden, zeker wanneer zou worden overwogen om het onderzoek op internationale basis uit te voeren. Een oplossing is te vinden door van een aantal wegen

de verkeersintensiteit objectief te bepalen door middel van verkeerstellingen, en op deze wijze de in verschillende locaties gebruikte subjectieve schalen te "ijken".

Zowel voor Leeuwarden als voor Amsterdam-West zijn voor alle wegen gegevens verschaft over wegtype en verkeer. Hierbij is gebruik gemaakt van de korte samenvatting van de door de NSvV voorgestelde classificatie van wegen (Tabel 1). De indruk bestaat dat de gebruikte klasse-indeling niet steeds voldoende fijn was om alle noodzakelijke nuances in wegtype en verkeer te kunnen aanbrengen. We komen op dit punt terug in de Discussie (Hoofdstuk 3). Aan de andere kant is gebleken dat - bij de omvang van de voorstudie - de classificatie te fijn was om redelijk gevulde "cellen" te kunnen waarborgen.

2.4. Resultaten

2.4.1. Resultaten Leeuwarden op grond van VOR-gegevens

Voor Leeuwarden zijn alle letselgevallen uit 1986 die in de VOR-registratie waren opgenomen, geanalyseerd. Het betrof in totaal 305 ongevallen, als volgt in dag en schemer + duisternis, en in wegvakken en kruisingen onder te verdelen:

	Wegvakken	Kruisingen	Totaal
Dag	49	168	217
Schemer + duisternis	24	64	88
Totaal	73	232	305
% schemer + duisternis	32,9	27,6	

Gezien het kleine aantal zijn de straten niet volgens wegklasse onderverdeeld. De resultaten zijn, opgesplitst naar de verlichting, weergegeven in Tabel 2.

In Tabel 2 zijn de resultaten van de analyse opgegeven. Naast het percentage ongevallen bij duisternis (schemer daarbij inbegrepen) van het totale aantal ongevallen, is ook de verhouding gegeven tussen de ongevallen bij

schemer en duisternis (n) en de ongevallen bij dag (d). De verhouding (n/d) wordt vaak gebruikt omdat daarmee (tenminste een deel van) de verstorende invloedsfactoren van verkeer, weglengte, weer, veranderingen in het wagenpark enz. worden verdisconteerd. De waarden zijn opgegeven per voorkomende luxwaarde, en tevens ingedeeld volgens de klassen van verlichtingssterkten die ook verderop worden gebruikt. Deze indelingen zijn gekozen op praktische overwegingen. De resultaten zijn weergegeven in Afbeelding 2.

2.4.2. Resultaten op grond van politiegegevens

De ongevallengegevens voor Leeuwarden en voor Amsterdam-West zijn gegeven in resp. Tabel 3 en 4. Deze gegevens zijn afgeleid uit de ongevallengegevens van de politie (de "groentjes"). Voor de gegevens uit Leeuwarden zijn enige correcties over de horizontale verlichtingssterkte en over de classificatie van wegen uitgevoerd. Zoals te verwachten zijn noch alle verlichtingsklassen, noch alle wegklassen even sterk vertegenwoordigd. Ook zijn er verschillen tussen de twee steden. Deze verschillen zijn een neerslag van verschillen in de "verlichtingscultuur". Deze verschillen zijn geen belemmering voor de vergelijkbaarheid van de gegevens uit Leeuwarden met die uit Amsterdam-West. De resultaten zijn gecombineerd in Tabel 5.

Het totale aantal ongevallen dat in deze studie is gebruikt lijkt vrij groot te zijn (bijna 9000, waarvan ca. 2000 ongevallen bij duisternis). Desondanks zijn vele cellen slecht of geheel niet gevuld. Er blijkt een zekere relatie te bestaan tussen het "belang" van de weg en de verlichtingssterkte: belangrijker wegen blijken over het algemeen een hogere verlichtingssterkte te vertegenwoordigen. Op zichzelf behoeft dit geen verbazing te wekken: het is een logisch uitvloeisel van het beleid van de autoriteiten die voor de openbare verlichting verantwoordelijk zijn. Maar het levert wel een beperking op voor ongevallenonderzoek.

Op grond van deze overwegingen zijn de klassen van wegen en de waarden van de verlichtingssterkte bij elkaar genomen. Voor de wegen zijn twee indelingen gebruikt (waarbij dus de NSvV-klassen tot groepen bijeen zijn gevoegd). De eerste is een indeling op basis van de verkeersintensiteit, de tweede indeling is gebaseerd op de functie van de weg. De indelingen zijn weergegeven in Tabel 6. Dit samenvoegen van klassen is uiteraard niet optimaal,

aangezien reeds is gesteld dat de in Tabel 1 gegeven klassen van wegen reeds te grof zijn. Bij een uitgebreider onderzoek is het nodig om tenminste de oorspronkelijke klassen te handhaven; waarschijnlijk is zelfs een "fijnere" klasse-indeling nodig. De omvang van zulk een onderzoek dient daarbij navenant groter te zijn.

Ook de verlichtingssterkten zijn in klassen ingedeeld. De keuze van de klassen is, zoals reeds is gezegd, vooral gebaseerd op praktische overwegingen. Er zijn twee indelingen gebruikt:

- <5; 6-9; 11-15; 16-20; >20 (Lux)
- 1-3; 4-6; 7-9; 10-12; 13-15; 16-17; 18-19; >20 (Lux).

In de Tabellen 7 en 8 zijn de gegevens uit Leeuwarden en Amsterdam-West samengevat, waarbij de verschillende klasse-indelingen zijn gebruikt. In deze tabellen zijn de gegevens uit de "cellen" met een geringe "vulling" weggelaten. Als criterium is gebruikt: teller (of noemer, maar dat kwam niet voor) van de n/d-ratio kleiner dan 10. De gegevens zijn ook weergegeven in Afbeeldingen 3 en 4, resp. 5 en 6.

3. DISCUSSIE

3.1. Hypothese

In par. 2.2 is reeds aangegeven dat aan het hier gepresenteerde onderzoek de hypothese ten grondslag ligt dat bij toenemend lichtniveau het risico voor ongevallen afneemt. In de hier gebezigde voorstelling zou dit betekenen dat bij toenemende E_{hor} de n/d-ratio eerst zou afnemen, en daarna naar een asymptoot zou naderen (zie Afbeelding 1).

De in deze pilotstudie gevonden resultaten zijn echter niet op eenvoudige wijze als een bevestiging van deze hypothese te beschouwen: sterker nog, er lijkt nauwelijks enige relatie te bestaan tussen het lichtniveau en de veiligheid. We zullen deze resultaten verder bespreken.

3.2. Relaties

Men neemt gewoonlijk aan dat er een eenvoudig verband bestaat tussen het lichtniveau en de verkeersveiligheid. In feite is deze aanname de combinatie van drie afzonderlijke aannamen, te weten:

1. Er bestaat een monotoon stijgende relatie tussen de gemiddelde horizontale verlichtingssterkte op het wegdek en de adaptatieluminantie.
2. Er bestaat ook een dergelijke relatie tussen de adaptatieluminantie en de visuele prestaties.
3. Bovendien bestaat er een dergelijke relatie tussen de visuele prestatie en de verkeersveiligheid.

Alleen wanneer er sprake is van een monotoon stijgende relaties is het mogelijk dat de "som" van deze drie relaties ook een monotoon stijgende relatie is.

Deze drie aannamen zijn plausibel; het is op basis van wat er bekend is over de psychofysische werking van het visuele systeem, en over de visuele aspecten van de verkeerstaak uitgesloten te achten dat de relaties andersom zouden zijn. Maar er bestaat een aanzienlijke onzekerheid over de praktijk. We zullen deze relaties kort nader toelichten.

De eerste aanname (de relatie tussen de horizontale verlichtingssterkte en het adaptatieniveau) is verre van zeker, men dient er rekening mee te houden dat er bij duisternis op wegen met een openbare verlichting geen rechtstreeks verband bestaat tussen de horizontale verlichtingssterkte op het wegdek en de wegdekluminantie. Voorts beslaat het wegdek slechts een betrekkelijk klein deel van het gezichtsveld, zodat de adaptatietoestand mede (en vaak in overheersende mate) wordt bepaald door de luminanties in andere delen van het gezichtsveld. Allereerst dient men te denken aan de armaturen van de openbare verlichting, die immers steeds in het gezichtsveld voorkomen. Zelfs bij wegen die aan de door de NSvV en de CIE opgestelde eisen voor de beperking van de "discomfort glare" voldoen, is de adaptatieluminantie enige tientallen procenten hoger dan die welke met de wegdekluminantie zou overeenkomen. Het is bekend dat vele installaties, ook in Nederland, niet aan de aanbevelingen van de NSvV of van de CIE voldoen, met name in woonstraten. Wanneer er in het gezichtsveld tegenliggers die dimlicht voeren, voorkomen, neemt de adaptatieluminantie sterk toe. Zelfs op goed verlichte wegen met een enkele tegenligger met goed afgestelde dimlichten kan de adaptatieluminantie gemakkelijk verdubbelen. Er zij hier ter zijde opgemerkt dat deze uitspraken niet gebaseerd zijn op een directe meting van de adaptatieluminantie; ze zijn afgeleid uit de stijging in de waarnemingsdrempel ten gevolge van de optredende verblinding, en zijn dus niet meer dan een - vrij accurate - benadering. En tenslotte kunnen andere lichtbronnen (etalages, kantoren, woonhuizen, sportvelden enz.) een aanzienlijke invloed hebben op de adaptatieluminantie. Kortom, het is niet te verwachten dat de adaptatieluminantie monotoon stijgende relatie zal vertonen met de gemiddelde horizontale verlichtingssterkte op het wegdek.

De tweede aanname (de relatie tussen adaptatieniveau en de visuele prestatie) is in de literatuur hecht gefundeerd. Het is algemeen bekend dat bij een toenemend adaptatieniveau de visuele prestaties toenemen. Het onderzoek in het gebied van het zgn. "mesopisch zien" heeft bovendien duidelijk gemaakt dat deze relatie vooral sterk is in het gebied van lichtniveaus dat voor deze onderzoeken relevant is.

Omtrent de derde relatie (tussen de visuele prestatie en de verkeersveiligheid) is slechts weinig onderzoek uitgevoerd. Meestal neemt men aan dat de relatie niet alleen bestaat, maar ook sterk is. Deze aanname

zou afkomstig kunnen zijn van het "gezonde verstand"-oordeel, dat het "natuurlijk zo moet zijn: het is duidelijk dat je niet behoorlijk kan rijden wanneer je niet behoorlijk kan kijken". Wanneer men echter een stapje verder gaat, blijkt deze aanname helemaal niet "voor de hand" te liggen. Uit de ongevallenstatistieken komt duidelijk naar voren dat het risico om bij ongevallen betrokken te raken bij duisternis, bij slecht zicht en bij slecht weer aanzienlijk groter is dan bij goed zicht: de ongevallenquotienten bij regen of bij mist zijn hoger dan die bij helder weer. Maar ondanks deze toename blijven de ongevallenquotienten in absolute zin nog steeds bijzonder laag: de kans om levend thuis te komen is nog steeds tienduizenden malen groter dan de kans om onderweg een ongeval te krijgen. Voor mensen die blijvend een verminderde visuele prestatie hebben, komt daar nog de compensatie bij. Deze compensatie gaat zover dat er nauwelijks enig verband is gevonden tussen de visuele prestatie van afzonderlijke mensen en hun betrokkenheid in ongevallen. Dit leidt dan vanzelf tot de tweede aanname, die een meer "wetenschappelijk" karakter heeft. Uit de bestudering van de taak van verkeersdeelnemers (meer in het bijzonder van autobestuurders) is gebleken dat het overgrote deel (vaak schat men dit op 95% of meer) van de voor de uitvoering van deze taak benodigde informatie van visuele aard is. In die zin heeft de visuele waarneming dus een sleutelpositie: zonder visuele waarneming is verkeersdeelname als bestuurder van een voertuig onmogelijk (ter zijde: wel als voetganger!). Dit betekent echter in het geheel niet dat er een sterke relatie zou moeten bestaan tussen de kwaliteit (of de kwantiteit) van deze visuele waarneming en de kwaliteit van de verkeersdeelname (iets dat nog niet automatisch gelijk hoeft te zijn aan weinig in ongevallen betrokken te zijn; maar dat is een andere zaak die we hier buiten beschouwing laten). Integendeel. Er zijn aanwijzingen te over - vooral afkomstig uit recent onderzoek - dat ongevallen veel vaker samenhangen met verkeerde beslissingen dan met verkeerde waarneming: de cognitieve aspecten blijken in sterke mate de perceptieve aspecten te overheersen!

De tweede aanname is goed onderbouwd. Wat betreft de eerste en de derde aanname zijn er echter geen rechtstreekse onderzoekresultaten bekend die het kwantitatieve aspect van deze relaties kunnen beschrijven. Men moet dus ernstig rekening houden met de mogelijkheid dat er weliswaar monotoon stijgende relaties bestaan, maar dat de stijging zo gering is dat ze niet bij eenvoudige pilotonderzoeken geconstateerd kunnen worden. Wil men meer

zekerheid over het precieze verloop van de n/d ratio tegen E_{hor} , dan is een groter onderzoek noodzakelijk.

3.3. Interactie

De materie wordt nog verder gecompliceerd door de reeds eerder aangeduide interactie die verwacht mag worden te bestaan tussen het "gevaar" van de weg bij duisternis en het lichtniveau dat voor die weg is geselecteerd. In algemene termen is deze interactie is bijzonder duidelijk; sterker nog, ze is de basis van alle gangbare aanbevelingen voor openbare verlichting. Wegen met meer verkeer zijn "gevaarlijker" dan wegen met weinig verkeer, en wegen waar met hoge snelheid wordt gereden zijn "gevaarlijker" dan wegen waar de snelheid laag is en worden derhalve van een hoger lichtniveau voorzien. Men kan op basis hiervan verschillen van wel een factor 10 tegenkomen in de aanbevolen verlichtingwaarden voor verschillende wegtypen. Maar ook voor afzonderlijke wegen en straten bestaat een dergelijke interactie, hoewel minder systematisch en minder expliciet.

Deze interactie heeft tot gevolg dat de kromme van Afbeelding 1 vlakker verloopt. Wanneer de interactie perfect zou zijn - een situatie waarnaar in vele steden wordt gestreefd - zou de kromme zelfs ontaarden in een rechte, horizontale lijn!

Het feit dat er nauwelijks enig verband is te vinden tussen E_{hor} en de n/d -ratio, betekent nog niet dat de hypothese onjuist is. Het is heel goed mogelijk dat effect voor een groot deel "verborgen" is in de bedoelde interactie.

Een mogelijkheid om de invloed van deze interactie te verminderen is gelegen in een andere keuze van de "controlegroep". Nu worden de dagongevallen als controlegroep gebruikt. Men kan overwegen om zowel de onderzoeksgroep als de controlegroep te kiezen uit ongevallen die bij duisternis plaatsvinden. In steden waar avond/nachtschakelingen worden gebruikt kan de ratio tussen de ongevallen bij die twee regimes worden gebruikt. Op kleine schaal is dit gebeurd in een onderzoek in Dordrecht (Schreuder, 1985). Daar is inderdaad een daling in de nacht/avond-ratio gevonden, terwijl de nacht/dag-ratio en de voor/na-ratio geen duidelijk beeld te zien gaven. Een bezwaar is dat deze methode niet kan worden toegepast in steden waar uitsluitend één enkel nachtniveau wordt gebruikt. Een andere mogelijkheid

is het vergelijken van verschillende typen ongevallen. Deze methode wordt wel vaker toegepast. Men neemt dan als variabele de ratio tussen "relevante" en "niet-relevante" ongevallen; in dit geval zou dat betekenen de ratio tussen ongevallen waarvan men wel, resp. niet kan verwachten dat ze door het niveau van de openbare verlichting worden beïnvloed of tenminste op verschillende wijze worden beïnvloed. Te denken valt aan ongevallen tussen rijdende verkeersdeelnemers enerzijds en eenzijdige ongevallen anderzijds. Nader onderzoek is nodig om tot een optimale keuze te komen. Een evident nadeel is dat er meer gegevens per ongeval moeten worden verzameld en dat de analyse complexer wordt.

3.4. De resultaten

De resultaten van de voorstudie bevestigen dus niet op directe wijze de eerder opgestelde hypothese. De hypothese lijkt redelijk hecht gefundeerd te zijn (zie par. 3.2 en 3.3). Het is mogelijk dat de metingen alle corresponderen met de asymptoot uit Afbeelding 1: het gebied waar een (verdere) verhoging van het lichtniveau geen (verdere) verbetering van de verkeersveiligheid oplevert. Gezien de lage lichtniveaus die in het pilotonderzoek voorkomen, mag dit verwondering wekken, maar een andere mogelijke verklaring voor de gevonden resultaten lijkt niet gemakkelijk te vinden te zijn. We zullen hiervan dus voorlopig uitgaan.

De consequenties van deze constatering zijn dat de lichtniveaus zoals die in het pilotonderzoek voorkomen "boven" de knik liggen, en dus niet onder het uit overwegingen van de verkeersveiligheid minimaal toelaatbare niveau liggen, en dat er wellicht straten zijn die voor een vermindering van het lichtniveau in aanmerking komen. Er wordt met nadruk op gewezen dat het hier om een pilotonderzoek gaat: de opzet is te beperkt om tot enige praktische consequenties (zoals het daadwerkelijk verminderen van het licht in bepaalde straten) aanleiding te kunnen geven.

In Hoofdstuk 5 zullen we aangegeven hoe het onderzoek moet worden uitgebreid om deze consequenties met recht te kunnen trekken. Maar wel komt de suggestie naar voren dat er ruimte is voor een zekere bezuiniging op het gebied van de verlichting die uit het oogpunt van de verkeersveiligheid gerechtvaardigd lijkt te zijn. Een aparte vraag is in hoeverre verminderingen in het lichtniveau gerechtvaardigd zijn uit andere overwegingen, meer in het bijzonder die welke de burgerlijke veiligheid (misdaadpreventie) en de leefbaarheid betreffen.

4. CONCLUSIES

In par. 1.4 zijn drie vragen geformuleerd die met de voorstudie beantwoord moeten worden.

De eerste vraag betreft de "onderzoekbaarheid" van het onderwerp van studie. Deze vraag kan zonder meer bevestigend worden beantwoord.

De tweede vraag betreft de gebruikte methode. Mits aan bepaalde voorwaarden is voldaan, kan de hier gebruikte methode ook voor een groter vervolgonderzoek worden gebruikt:

- De gebruikte methode levert gemakkelijk de benodigde zeer grote steekproeven op. Het is echter ondoenlijk voor het verkrijgen van de gegevens te rekenen op de belangeloze medewerking van de politie en van de gemeentelijke diensten.
- De classificatie van wegen dient meer gedetailleerd te worden opgezet.
- Om voldoende nauwkeurige en gedetailleerde gegevens te kunnen krijgen is een aanzienlijke uitbreiding van het onderzoek nodig.
- Vooral nog is de vrij ruwe benadering van het lichtniveau nauwkeurig genoeg. Voor een meer uitgebreid onderzoek is een nauwkeuriger bepalingswijze noodzakelijk.
- Te verwachten is dat de interactie tussen het "gevaar" van de weg en het lichtniveau het trekken van conclusies over een mogelijke relatie tussen ongevallen en lichtniveau zal bemoeilijken.
- Er is nauwelijks enige tendens gevonden dat het "risico" bij duisternis afneemt bij toenemend lichtniveau. Een sterke relatie, zoals die uit sommige theoretische overwegingen viel te verwachten, is niet gevonden. Eén van de mogelijke verklaringen is dat ook de laagste in het onderhavige onderzoek voorkomende lichtniveaus reeds een behoorlijke "veiligheid" waarborgen. Voor een nauwkeuriger resultaat, en in het bijzonder voor het bepalen van een ondergrens voor het lichtniveau voor woongebieden uit het oogpunt van de verkeersveiligheid, is een uitgebreider onderzoek nodig, waarbij ook aanzienlijk lagere lichtniveaus voorkomen. Dergelijke straten zijn in Nederland te vinden; te overwegen valt om, ter aanvulling, steden uit het buitenland (met name "slecht" verlichte landen, zoals de Bondsrepubliek Duitsland en Frankrijk) in het onderzoek te betrekken.

De derde vraag betreft de omvang van een mogelijk vervolgonderzoek. In het algemeen is het moeilijk daarop een definitief antwoord te geven. Wanneer echter wordt gesteld dat alle relevante "cellen" van de tabellen (vooral voor verkeerswegen en voor woonstraten) gevuld zijn met een voor de statistische analyse bruikbare aantallen, dan dient het onderzoek tenminste ca. tienmaal groter te worden uitgevoerd. Men stelt wel dat een cel met tenminste 40 eenheden dient te worden gevuld om een goede analyse mogelijk te maken. In de voorstudie bevatten vele cellen slechts enkele eenheden. Er zijn echter ook nu reeds cellen die zeer ruim zijn gevuld. Het is dus uit overwegingen van efficiëntie in het onderzoek van belang om de te onderzoeken wegen te selecteren, en wel in het bijzonder verkeerswegen met lage lichtniveaus en woonstraten met hoge niveaus. Op deze wijze kan de omvang wellicht tot een vijfvoud van de voorstudie worden beperkt. Dit nu lijkt een zeer wel uitvoerbare omvang te zijn. Uiteraard is een zorgvuldige opzet nodig.

5. VERVOLGONDERZOEK

Uit het pilotonderzoek is de suggestie naar voren gekomen dat er straten zijn die uit het oogpunt van de verkeersveiligheid met een lager lichtniveau kunnen volstaan. Om op dit gebied verantwoorde aanbevelingen te kunnen geven, is een uitbreiding van het onderzoek nodig. Deze uitbreiding zal worden toegelicht aan de hand van Tabel 5.

Tabel 5 geeft het aantal ongevallen bij duisternis weer zoals die zijn gevonden in Leeuwarden en Amsterdam-West samen. De gegevens zijn nog niet in groepen te zamen genomen. De waarnemingen blijken in een beperkt gebied binnen de tabel geconcentreerd ("geclusterd") te zijn. Dit gebied is globaal gelegen rondom de diagonaal "links onder - rechts boven": dit gebied bestrijkt hoofdwegen met een hoog lichtniveau tot woonstraten met een laag niveau. Dit hoeft ons niet te verbazen, want het is te verwachten dat het beleid van de verlichting in de gemeenten juist hierop is gericht. Maar ook blijkt dat het gebied een brede band beslaat. Dit betekent dat er per wegtype straten voorkomen met een relatief hoog, en andere met een relatief laag lichtniveau. Wij hebben reeds geconstateerd dat het laagste van deze niveaus nog buiten de "gevaarzone" wat betreft de verkeersveiligheid ligt: een compliment voor de autoriteiten die verantwoordelijk zijn voor de verlichting in de bedoelde gemeenten.

Het bestaan van dit gebied wijst in beginsel de weg naar mogelijke (gerechtvaardigde) bezuinigingen. Daartoe is het gebied in drie banden onderverdeeld (zie Tabel 5). Deze drie banden geven respectievelijk een derde deel van de straten met de hoogste, een derde deel met de laagste en het overblijvende derde deel met de naar het gemiddelde neigende lichtniveaus. Men zou zich kunnen voorstellen dat de straten die in het "hoogste" derde deel liggen, een vermindering van het lichtniveau in aanmerking komen. Deze vermindering kan niet erg groot zijn, maar gezien het grote aantal straten die in deze banden ligt, zou de besparing aanzienlijk kunnen zijn.

Voorwaarde voor deze werkwijze is dat de gegevens zoals ze in Tabel 5 zijn opgegeven, representatief zijn voor geheel Nederland. Dat betekent dat ze uit een aanzienlijk aantal gemeenten afkomstig moeten zijn. Het juiste aantal is niet zonder verdere studie te geven, maar naar schatting gaat het om enige tientallen. Het is echter uiteraard niet nodig dat van

al deze gemeenten op de wijze zoals in Leeuwarden en Amsterdam-West is gebeurd, het complete wegenbestand in het onderzoek wordt betrokken. In Hoofdstuk 4 is reeds aangegeven dat, wanneer de wegen zorgvuldig (dat wil zeggen op de juiste wijze gestratificeerd) worden uitgekozen, de omvang van het onderzoek niet meer dan ca. vijf maal zo groot behoeft te zijn als het pilotonderzoek. Wanneer men voor een dergelijk onderzoek kiest, worden tegelijk voldoende gegevens verzameld om ook het gedeelte van de kromme "voor" de knik te onderzoeken; daarmee is dan te vinden waar de minimale waarde voor het lichtniveau ligt dat uit oogpunt van de verkeersveiligheid kan worden toegelaten.

6. SUGGESTIES VOOR VERDERE STUDIE

Het hier beschreven onderzoek is nadrukkelijk aangeduid als een vooronderzoek. Dit vooronderzoek bestond op haar beurt weer uit drie onderdelen, waarvan het derde hier in detail is beschreven. Dit derde deel had dus het karakter van een "pilotstudie".

Uit het vooronderzoek en uit de pilotstudie meer in het bijzonder, komt naar voren dat de wijze van onderzoek mogelijkheden biedt, en dat er interessante en nuttige gegevens te verwachten zijn. Aanbevolen wordt derhalve om een (uitgebreider) vervolgonderzoek te entameren.

Maar het is ook van belang te constateren dat een aantal belangrijke aspecten nog niet aan de orde zijn geweest. Te denken valt daarbij aan:

- De relatie tussen het lichtniveau en de criminaliteit. In de SVEN-brochure is expliciet gesteld dat het te doen was om de mogelijkheden te onderzoeken voor besparingen in de kosten van de openbare verlichting, zonder dat daarbij de verkeersveiligheid noch de openbare veiligheid zouden worden geschaad. Over de relatie tussen het lichtniveau en de ("objectieve") criminaliteit (het aantal misdrijven) is reeds enig onderzoek uitgevoerd, maar nadere uitbreiding van dit onderzoek is gewenst. Dit zou zonder bezwaar gekoppeld kunnen worden aan het onderzoek betreffende de verkeersveiligheid, omdat immers voor het grootste deel dezelfde gegevens nodig zijn.

- De relatie tussen het lichtniveau en de beleving van de woonomgeving. Het gaat hierbij voor een belangrijk deel om de gevoelens van bedreiging die door bewoners (voetgangers en fietsers, en dan speciaal bejaarden en vrouwen) worden ervaren. Op dit gebied is nog nauwelijks onderzoek gedaan, ofschoon het onderwerp - vooral na het beschikbaar komen van het rapport van de Commissie Roethof - erg in de belangstelling staat.

- De relatie tussen het lichtniveau en de belasting van het milieu, waarbij het gebruik van elektrische energie uiteraard voorop staat. Ook hierover is veel onderzoek gedaan, maar er is nauwelijks iets bekend over de optimalisering van veiligheid en energiegebruik; er zijn nauwelijks integrale kosten/baten-analyses uitgevoerd. Ook hiervoor zijn resultaten van onderzoek noodzakelijk. En ook voor dit onderwerp zijn gegevens nodig die analoog zijn aan de gegevens die voor de hier beschreven onderzoeken nodig zijn, zodat al deze onderzoeken - die uiteenlopende oogmerken en doelstellingen kunnen hebben - zeer goed geïntegreerd kunnen worden uitgevoerd.

LITERATUUR

- De Man, M.J.G. (1989). Nieuwe aanbevelingen voor openbare verlichting in Nederland; Een voorpublicatie. Elektrotechniek 67 (1989) : 983-988.
- Schreuder, D.A. (1983). De relatie tussen verkeersongevallen en openbare verlichting. R-83-12. SWOV, Leidschendam, 1983.
- Schreuder, D.A. (1985). Het effect van vermindering van de openbare verlichting op de verkeersveiligheid. R-85-58. SWOV, Leidschendam, 1985.
- Schreuder, D.A. (1988). De relatie tussen het niveau van de openbare verlichting en de verkeersveiligheid; Een aanvullende literatuurstudie. R-88-10. SWOV, Leidschendam, 1988.
- SVEN (1981). Besparing op energie en kosten bij openbare verlichting. SVEN, Apeldoorn, 1981.

AFBEELDINGEN 1 T/M 6

Afbeelding 1. De relatie tussen "gevaar" en lichtniveau.

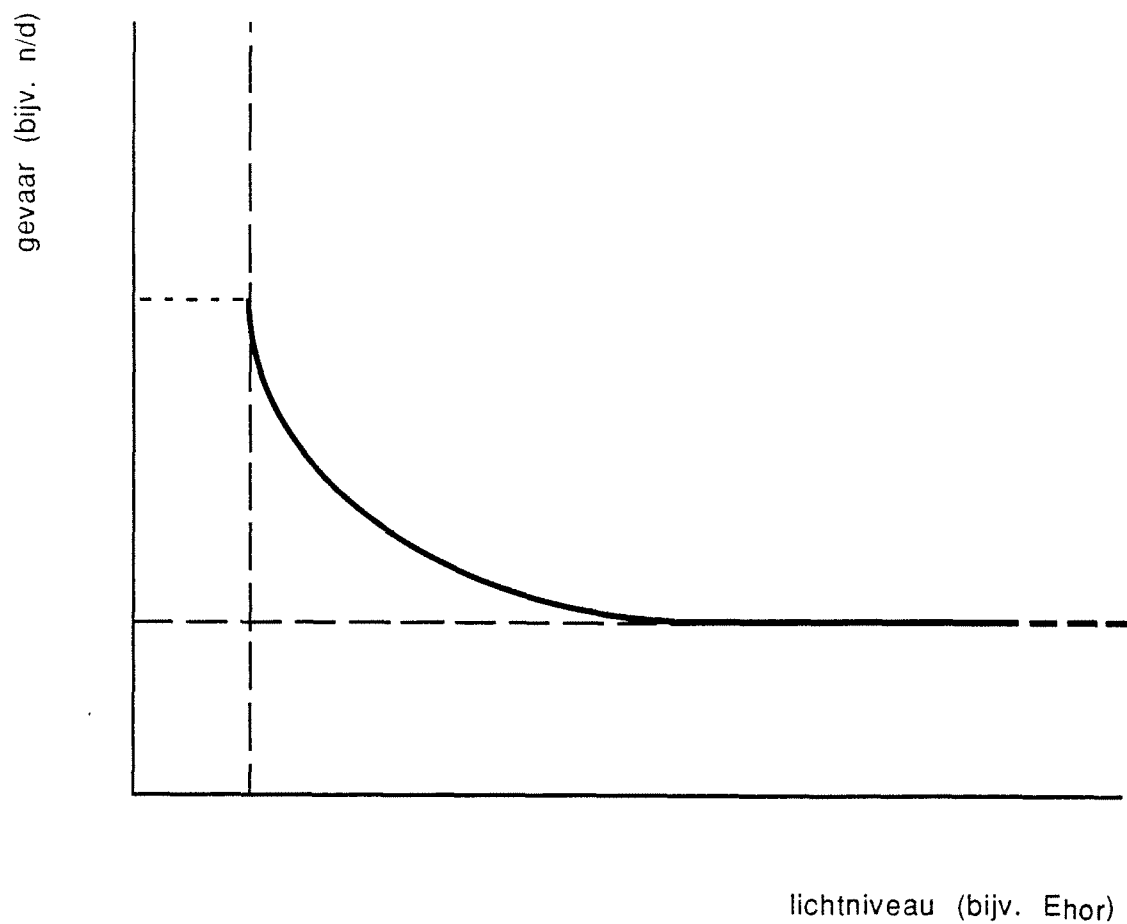
Afbeelding 2. De relatie tussen de nacht/dag-ratio en het lichtniveau (Leeuwarden 1986, gebaseerd op VOR).

Afbeelding 3. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en lichtniveaus (Amsterdam en Leeuwarden).

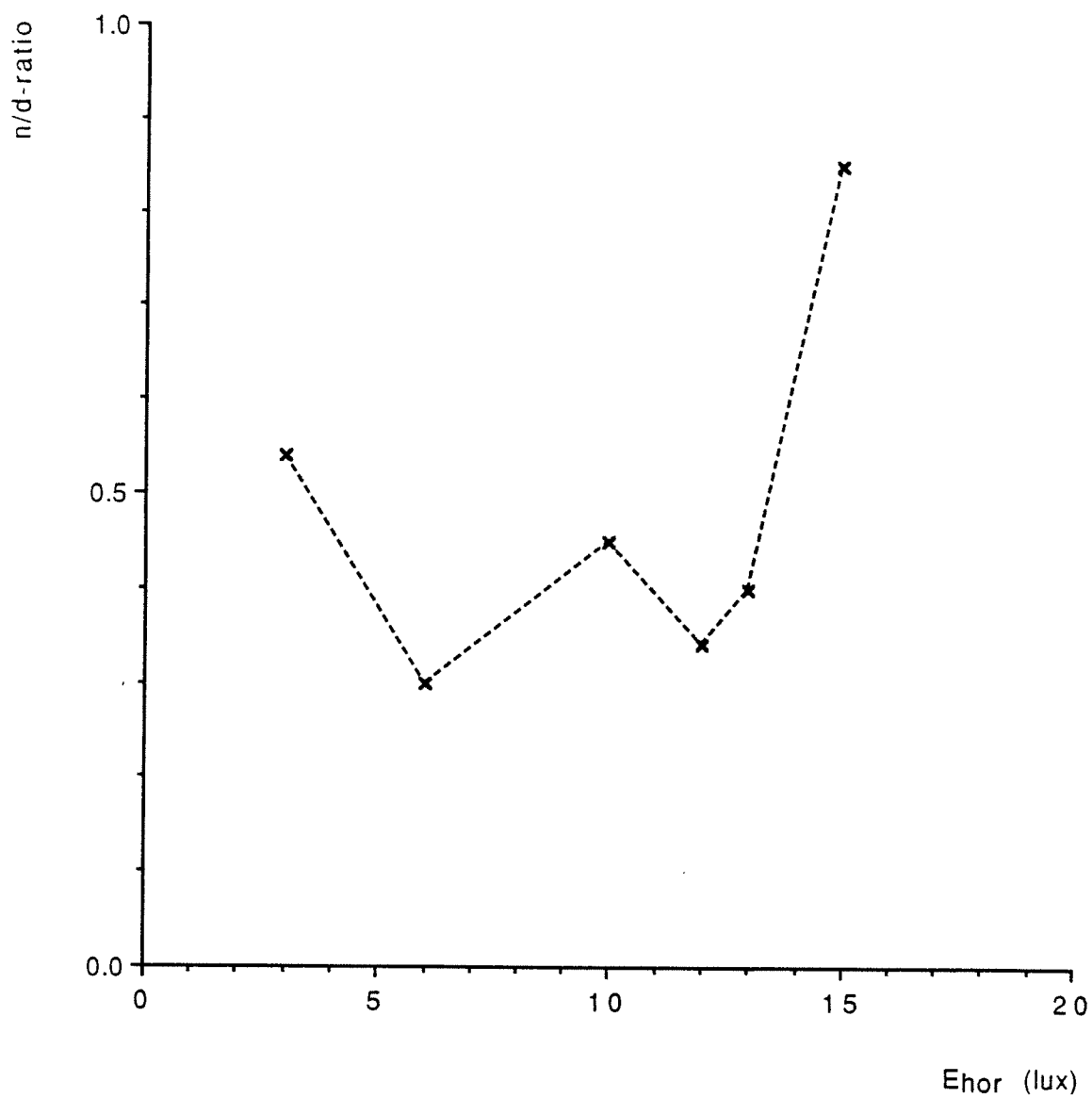
Afbeelding 4. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en lichtniveaus (Amsterdam en Leeuwarden).

Afbeelding 5. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en lichtniveaus (Amsterdam en Leeuwarden).

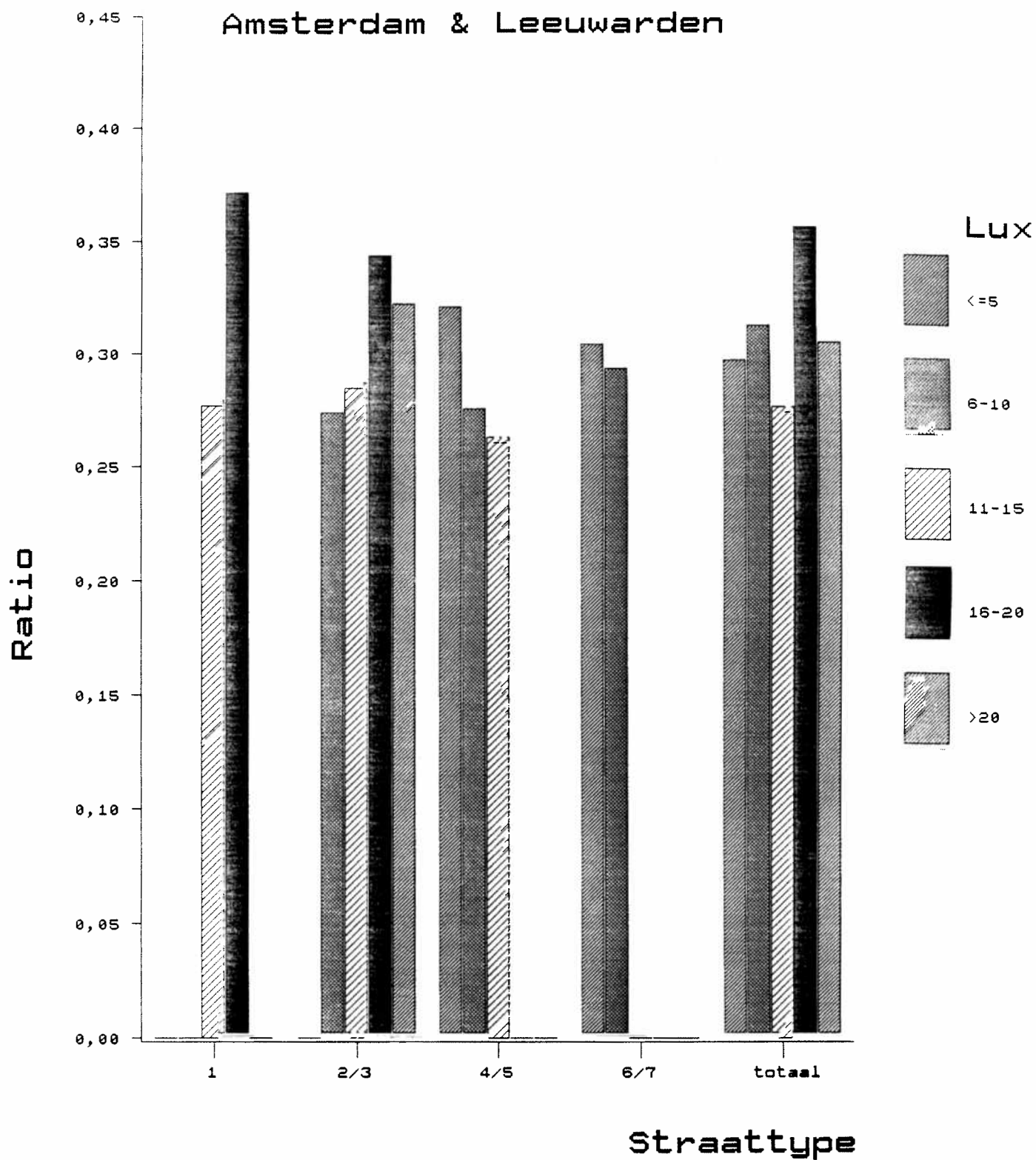
Afbeelding 6. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en lichtniveaus (Amsterdam en Leeuwarden).



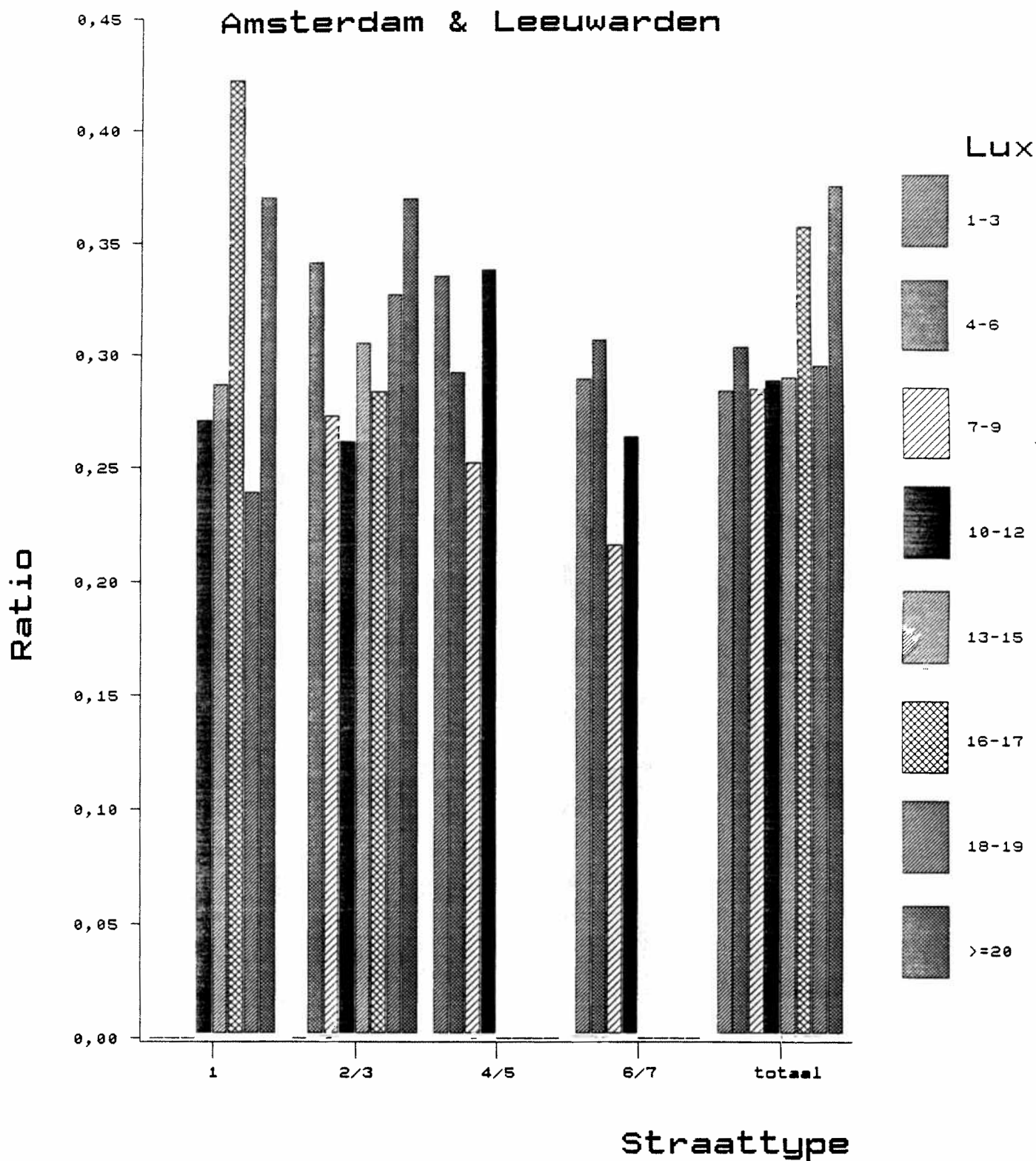
Afbeelding 1. De relatie tussen "gevaar" en lichtniveau.



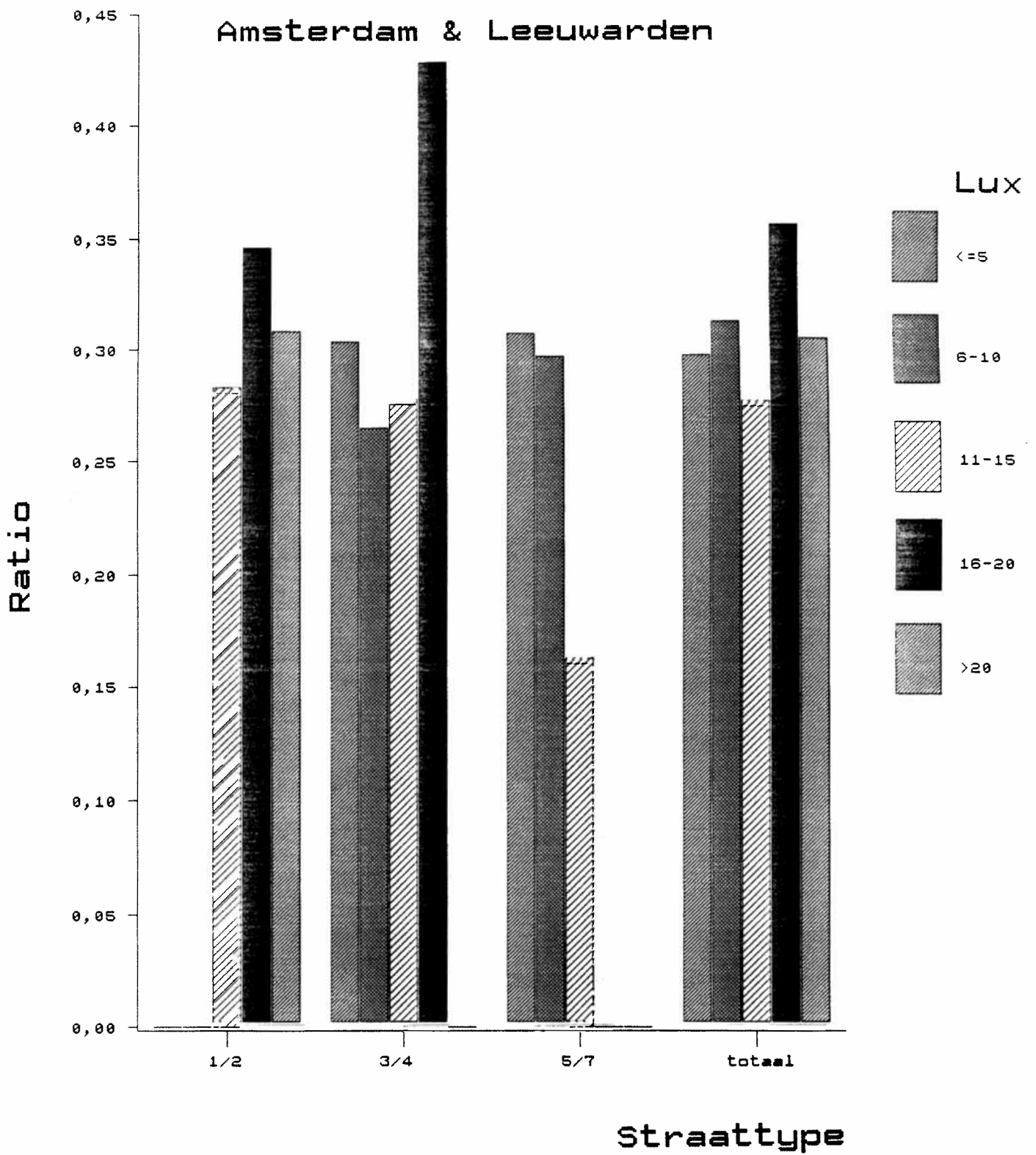
Afbeelding 2. De relatie tussen de nacht/dag-ratio en het lichtniveau (Leeuwarden 1986, gebaseerd op VOR).



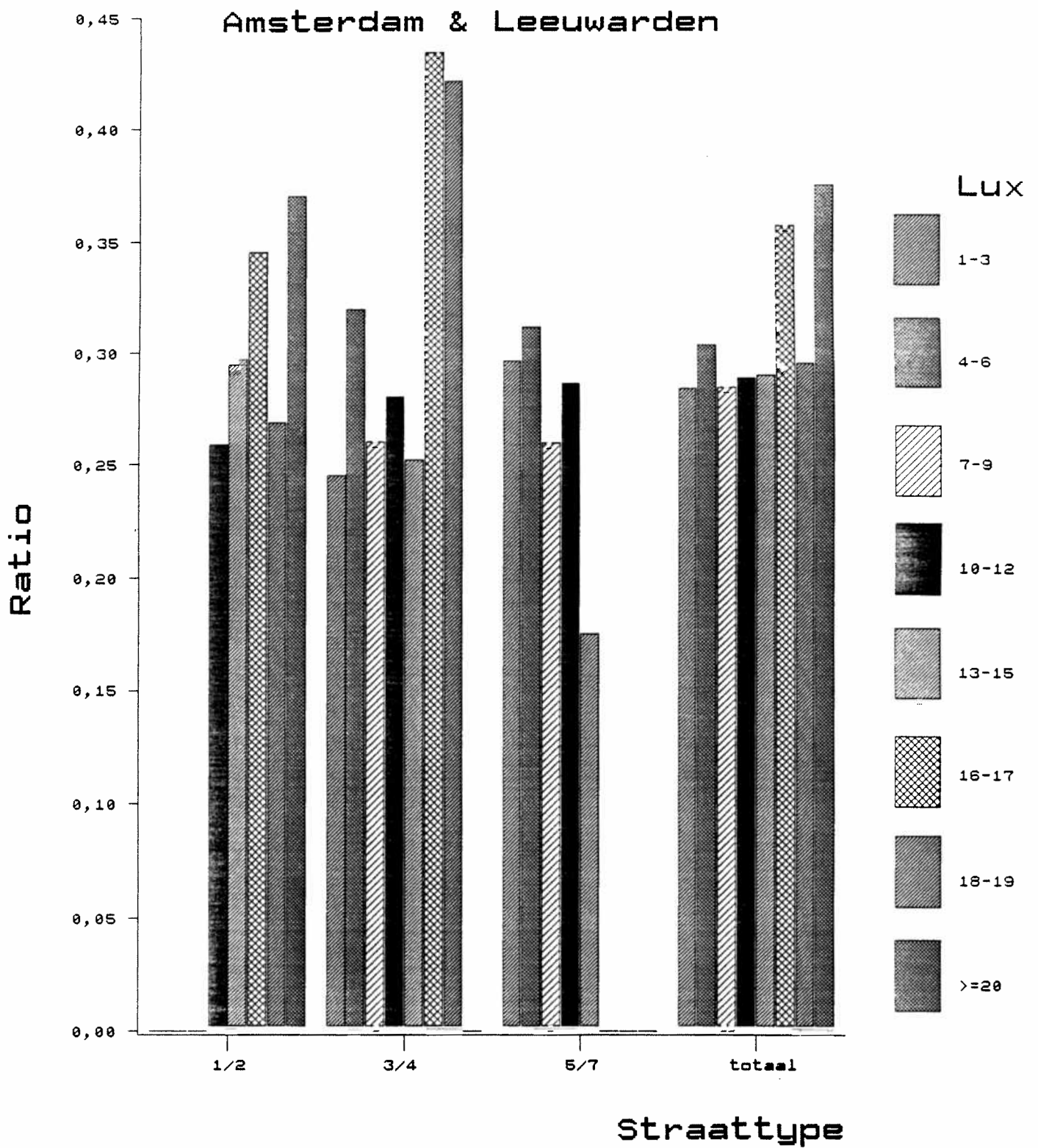
Afbeelding 3. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en licht-niveaus (Amsterdam en Leeuwarden).



Afbeelding 4. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en lichtniveaus (Amsterdam en Leeuwarden).



Afbeelding 5. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en licht-niveaus (Amsterdam en Leeuwarden).



Afbeelding 6. De nacht/dag-ratio voor verschillende wegtypen en licht-niveaus (Amsterdam en Leeuwarden).

TABELLEN 1 T/M 8

Tabel 1. Classificatie van wegen.

Tabel 2. Letselgevallen Leeuwarden naar verlichting.

Tabel 3. Dag- en nachtongevallen (Leeuwarden).

Tabel 4. Dag- en nachtongevallen (Amsterdam).

Tabel 5. Dag- en nachtongevallen (Amsterdam en Leeuwarden).

Tabel 6. Groepering van klassen van wegen en van verlichting.

Tabel 7. Nacht/dag-ratio voor verschillende groeperingen van lichtniveau en wegtype.

Tabel 8. Nacht/dag-ratio voor verschillende groeperingen van lichtniveau en wegtype.

Wegen met gescheiden rijbanen	klasse a
-------------------------------	----------

Verkeerswegen (gemengd verkeer)

verkeersintensiteit hoog	klasse b
--------------------------	----------

verkeersintensiteit midden	klasse c
----------------------------	----------

verkeersintensiteit laag	klasse d
--------------------------	----------

Verblijfsstraten (woongebieden enz.)

drukke groot	klasse e
--------------	----------

drukke normaal	klasse f
----------------	----------

drukke gering	klasse g
---------------	----------

<u>Winkel-parkeer-industriegebied enz.</u>	klasse h
--	----------

Tabel 1. Classificatie van wegen.

Verlichting (Lux)	Dag	Sch+duist	Totaal	% Sch+duist.	Verhouding n/d
3	32	17	49	36,7	0,53
6	32	10	42	23,8	0,31
7	1	1	2	(50)	
8	3	1	4	(25)	
10	34	16	50	32	0,47
12	46	16	62	25,8	0,35
13	43	17	60	28,3	0,39
14	9	2	11	(18,2)	
15	21	18	39	46,2	0,86
20	3	1	4	(25)	
<5	32	17			0,53
6-10	70	28			0,40
11-15	119	53			0,45
>20	3	1			
1-3	32	17			0,53
4-6	32	10			0,31
7-9	4	2			
10-12	80	32			0,40
13-15	73	37			0,51
>20	3	1			

Tabel 2. Letselongevallen Leeuwarden naar verlichting (gebaseerd op VOR-gegevens, 1986).

LEEWARDEN

Lux	Dag								Nacht								Totaal		
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	dag	nacht	totaal
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	18
3	22	0	36	16	89	220	51	5	6	0	4	13	28	69	9	0	439	129	568
4	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	14
5	0	0	223	15	31	36	3	36	0	0	76	4	11	9	0	9	344	109	453
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	12	3	10	0	0	3	0	0	5	0	4	0	0	0	28	9	37
8	0	0	46	26	0	0	0	31	0	0	9	0	0	0	0	24	103	33	136
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	17	0	97	23	60	220	36	107	5	0	33	7	20	77	1	56	560	199	759
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	293	290	0	2	7	7	35	114	77	60	0	0	7	0	0	32	748	176	924
13	273	306	0	21	0	5	3	42	68	97	0	3	0	0	0	16	650	184	834
14	185	31	0	9	0	0	0	17	43	4	0	3	0	0	0	0	242	50	292
15	106	195	0	0	19	17	1	10	50	64	0	0	3	5	0	6	348	128	476
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	50	0	0	0	2	0	25	0	12	0	0	0	0	0	6	77	18	95
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	896	872	414	147	216	507	129	390	249	237	127	30	73	160	10	149	3571	1035	4606

Tabel 3. Dag- en nachtongevallen (Leeuwarden).

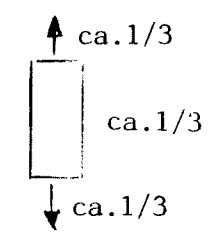
AMSTERDAM

Lux	Dag								Nacht								Totaal		
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	dag	nacht	totaal
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	1	64	518	1	0	0	0	0	2	18	180	0	585	200	785
5	0	0	0	0	1	164	5	34	0	0	0	0	1	33	1	1	204	36	240
6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2
8	0	0	208	31	66	54	2	16	0	0	58	12	18	10	1	2	377	101	478
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	3	0	72	4	0	0	0	39	2	0	13	0	0	0	0	10	118	25	143
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	84	47	0	11	0	0	8	0	32	15	0	2	0	0	3	150	52	202
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	23	8	31
15	2	141	7	0	0	7	0	7	0	39	1	0	0	0	0	0	164	41	205
16	269	151	73	1	0	0	1	0	113	31	32	0	0	0	0	0	495	176	671
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	135	119	41	0	0	0	0	0	32	30	18	1	0	0	0	0	295	81	376
19	0	28	21	0	7	0	0	0	0	13	7	0	2	0	0	0	56	22	78
20	84	413	0	0	3	0	0	1	35	163	0	0	8	0	0	2	501	208	709
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	41	103	0	1	0	0	0	0	11	33	0	0	0	0	0	0	145	44	189
Totaal	534	1040	492	37	89	289	526	109	193	341	152	13	33	183	20	20	3116	997	4113

Tabel 4. Dag- en nachtongevallen (Amsterdam).

AMSTERDAM EN LEEUWARDEN

Lux	Dag								Nacht								Totaal		
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	dag	nacht	totaal
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	18
3	22	0	36	16	89	220	51	5	6	0	4	13	28	69	9	0	439	129	568
4	0	1	0	14	1	64	518	1	0	0	0	0	2	18	180	0	599	200	799
5	0	0	223	15	32	200	8	70	0	0	76	4	12	42	1	10	548	145	693
6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4
7	0	0	12	3	10	0	0	4	0	0	5	0	4	0	1	0	29	10	39
8	0	0	254	57	66	54	2	47	0	0	67	12	18	10	1	26	480	134	614
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	20	0	169	27	60	220	36	146	7	0	46	7	20	77	1	66	678	224	902
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	93	374	47	2	18	7	35	122	77	92	15	0	9	0	0	35	898	228	1126
13	273	306	0	21	0	5	3	42	68	97	0	3	0	0	0	16	650	184	834
14	185	31	23	9	0	0	0	17	43	4	8	3	0	0	0	0	265	58	323
15	108	336	7	0	19	24	1	17	50	103	1	0	3	6	0	6	512	169	681
16	269	151	73	1	0	0	1	0	113	31	32	0	0	0	0	0	495	176	671
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	135	119	41	0	0	0	0	0	32	30	18	1	0	0	0	0	295	81	376
19	0	28	21	0	7	0	0	0	0	13	7	0	2	0	0	0	56	22	78
20	84	463	0	0	3	2	0	26	35	175	0	0	8	0	0	8	578	226	804
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	41	103	0	1	0	0	0	0	11	33	0	0	0	0	0	0	145	44	189
Totaal	1430	1912	906	184	305	796	655	499	442	578	279	43	106	222	193	169	6687	2032	8719



Tabel 5. Dag- en nachtongevallen (Amsterdam en Leeuwarden).

Groep	Klassen	Kenmerk
a1	klasse 1 (tweebaanswegen)	hoge intensiteit
a2	klasse 2 + 3	hoge intensiteit
a3	klasse 4 + 5	matige intensiteit
a4	klasse 6 + 7	lage intensiteit
b1	klasse 1 + 2	verkeersfunctie
b2	klasse 3 + 4	verdeelfunctie (gemengde functie)
b3	klasse 5 + 6 + 7	bestemmingsfunctie

Tabel 6. Groepering van klassen van wegen en van verlichting.

Lux	1	2/3	4/5	6/7	Totaal
<=5			0,32	0,30	0,30
6-10		0,27	0,27	0,29	0,31
11-15	0,28	0,28	0,26		0,27
16-20	0,37	0,34			0,35
>20		0,32			0,30
Totaal	0,31	0,30	0,30	0,29	0,30

Lux	1	2/3	4/5	6/7	Totaal
1-3			0,33	0,29	0,28
4-6		0,34	0,29	0,31	0,30
7-9		0,27	0,25	0,21	0,28
10-12	0,27	0,26	0,34	0,26	0,29
13-15	0,28	0,30			0,29
16-17	0,42	0,28			0,36
18-19	0,24	0,33			0,29
>=20	0,37	0,37			0,37
Totaal	0,31	0,30	0,30	0,29	0,30

Tabel 7. Nacht/dag-ratio voor verschillende groeperingen van lichtniveau en wegtype.

Lux	1/2	3/4	5/7	Totaal
<=5		0,30	0,31	0,30
6-10		0,26	0,29	0,31
11-15	0,28	0,28	0,16	0,27
16-20	0,34	0,43		0,35
>20	0,31			0,30
Totaal	0,31	0,30	0,30	0,30

Lux	1/2	3/4	5/7	Totaal
1-3		0,24	0,29	0,28
4-6		0,32	0,31	0,30
7-9		0,26	0,26	0,28
10-12	0,26	0,28	0,28	0,29
13-15	0,29	0,25	0,17	0,29
16-17	0,34	0,43		0,36
18-19	0,27	0,42		0,29
>=20	0,37			0,37
Totaal	0,31	0,30	0,30	0,30

Tabel 8. Nacht/dag-ratio voor verschillende groeperingen van lichtniveau en wegtype.

