

NOTA 828 I

augustus 1974

: voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

NN31545.0828

MODELONDERZOEK PLATTELANDSVERKEER

DOEL EN OPZET

ir. Th. Michels

BIBLIOTHEEK
STARINGGEROEF

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onder-
zoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0580 2331

ISN 0000 0580 2331

I N H O U D

	Blz.
1. PROBLEEMSTELLING	1
2. VOORSTEL REKENMODEL	3
2.1. Verkeerskarakteristieken per wegvak	3
2.1.1. Intensiteitsoverschrijdingskromme	3
2.1.2. Samenstelling naar verplaatsingswijze	5
2.1.3. Samenstelling naar ritmotief	6
2.2. Ruimtelijke indeling studiegebied	8
2.2.1. Zonering	8
2.2.2. Netwerk van wegen	9
2.3. Ritproduktie	10
2.3.1. Woon-werkverkeer	10
2.3.2. Verzorgingsverkeer	11
2.3.3. Recreatieverkeer	12
2.4. Ritdistributie	13
2.4.1. Afstandsinvloed	13
2.4.2. Woon-werkverkeer	15
2.4.3. Verzorgingsverkeer	16
2.4.4. Recreatieverkeer	16
2.4.5. Alle ritmotieven	17
2.5. Verdeling naar verplaatsingswijze	17
2.6. Rittoedeling	18
2.6.1. Algemeen	18
2.6.2. Correctie voor toerrijders	22
3. METHODE VAN ONDERZOEK	23
4. LITERATUUR	27

1. PROBLEEMSTELLING

Ten behoeve van de ontsluiting van het platteland zal in de komende decennia, behalve ca. 1400 km planwegen, naar schatting 30 000 km plattelandswegen moeten worden aangelegd of verbeterd. Ten aanzien van het plattelandswegennet werd hiervoor in 1967 een investering van ca. 3 miljard gulden gecalculeerd (CCC, 1969). Het betreft hier vooral verbetering en verbreding van de verhardingsconstructies ten einde de capaciteit van de wegen aan te passen aan een stijgende verkeersintensiteit, danwel aan een veranderende verkeerssamenstelling. Uit trendtellingen over de periode 1967-1972 bleek het verkeer op boerderij- respectievelijk verbindingswegen gemiddeld te zijn toegenomen met ca. 6 respectievelijk 10 % per jaar, waarbij een relatieve verschuiving naar het gebruik van personenauto's waarneembaar was (VERBOST en VAN RIJN, 1974).

Zowel voor een juiste dimensionering van nieuw aan te leggen of te reconstrueren verkeersvoorzieningen, als voor een juiste fasering waarin deze moeten worden gerealiseerd, is het van belang te weten, met welke verplaatsingswijze en welke frequentie, gelocaliseerd naar ruimte en tijd, deze voorzieningen door het verkeer zullen worden gebruikt. Ook bij de bepaling van het maatschappelijk rendement van een weg moeten bovengenoemde gegevens omtrent de verkeersdeelnemers, met inbegrip van hun verplaatsingsmotieven, bekend zijn.

Plattelandswegennetten worden in het algemeen gekenmerkt door een sterke variatie in verkeersfunctie zowel naar ruimte (de wegvakken onderling) als naar tijd (dagsoorten, seizoenen). In tegenstelling tot wegen in stedelijke gebieden, waar als gevolg van hoge concentraties van woningen en arbeidsplaatsen het woon-werkverkeer veelal bepalend wordt verondersteld voor maatgevende piekbelastingen

(o.a. GOUDAPPEL, 1970), of primaire verbindingen, waarvoor trendextrapolaties mogelijk zijn op basis van regionale ontwikkelingen in de bevolkingsspreiding (NEI, 1972), zijn wijzigingen in de verkeersafwikkeling ten plattelande veelal moeilijk te voorspellen zonder gedetailleerde kennis van het oorzakelijk verband tussen grondgebruik en verkeer. In vergelijking met urbane gebieden bestaat hier namelijk een relatief sterke menging van functies, evenwel met betrekkelijk lage ruimtelijke dichtheden, terwijl in het algemeen de wegendichtheid ten opzichte van de grondgebruiksintensiteit op het platteland relatief hoog is (tabel 1), zodat de routekeuzemogelijkheid groot is, en de routekeuze moeilijker voorspelbaar.

Tabel 1. Bevolking, lengte aan verharde wegen en weglengte per inwoner, van alle Nederlandse gemeenten, onderscheiden naar urbanisatiegraad, 1-1-1970

	Inwoners (x 1000)	Verharde weglengte (km)	Verharde weglengte per inwoner (m/inw.)
Plattelandsgemeenten	2 844	38 800	13,6
Verstedelijkte plattelandsgem.	3 271	18 900	5,8
Stedelijke gemeenten	6 839	19 300	2,8
Alle gemeenten	12 954	77 000	5,9

Bron: CBS, 1970

Aangezien, juist bij de lage intensiteiten van plattelandsverkeer, wijzigingen in het grondgebruik of het wegennet relatief grote invloed kunnen hebben op het verkeerspatroon, is het van groot belang, dat wordt getracht, de verkeersafwikkeling in een plattelandswegennet te simuleren door middel van modelmatige beschrijving. In dit verband zou moeten worden gezocht naar een complex van wiskundige modellen, waarmee het verkeer op een willekeurig wegvak in een wegennet kan worden beschreven, en wel wat betreft:

1. a. de omvang, uitgedrukt in bijvoorbeeld de gemiddelde en de drukste etmaalintensiteit, alsmede
 - b. de fluctuaties daarin in de tijd, te beschrijven met een intensiteitsoverschrijdingskromme
 2. de samenstelling naar verplaatsingswijzen
 3. de samenstelling naar ritmotieven
- als functie van:
4. de spreiding van het voor de verkeersproductie en -attractie relevante grondgebruik in het gebied
 5. ruimtelijke karakteristieken van het wegennet

De verklarende waarde van de modellen zal zodanig moeten zijn, dat de diverse modelparameters niet gebiedsgebonden zijn, maar algemeen gelden. Dit laatste dient te worden getoetst door middel van vergelijkend onderzoek in enkele plattelandsgebieden met duidelijke verschillen in de variabelen sub 4 en 5.

2. VOORSTEL REKENMODEL

2.1. Verkeerskarakteristieken per wegvak

2.1.1. Intensiteitsoverschrijdingskromme

Daar als ontwerpcriterium voor wegen in het algemeen gebruik wordt gemaakt van een intensiteitsniveau met een bepaalde overschrijdingskans (b.v. de 10e drukste dag, resp. het 30e drukste uur), moet kunnen worden beschikt over overschrijdingscurves van etmaalintensiteiten respectievelijk uurintensiteiten van passages op een wegvak. De vorm van deze intensiteitsoverschrijdingskromme varieert met de functie van het wegvak (fig. 1). Deze functie kan tot uitdrukking worden gebracht in de samenstelling van het verkeer naar de diverse ritmotieven.

Onderzocht moet worden of niveau en vorm van de jaarverdeling kunnen worden vastgelegd in een functioneel verband tussen de etmaalintensiteit I_n op de dag met rangnummer n , de etmaalintensiteit I_0 op de drukste dag, en de kromming van de verdeling, β , bijvoorbeeld volgens:

uurintensiteit in % van het jaargetmaalgemiddelde

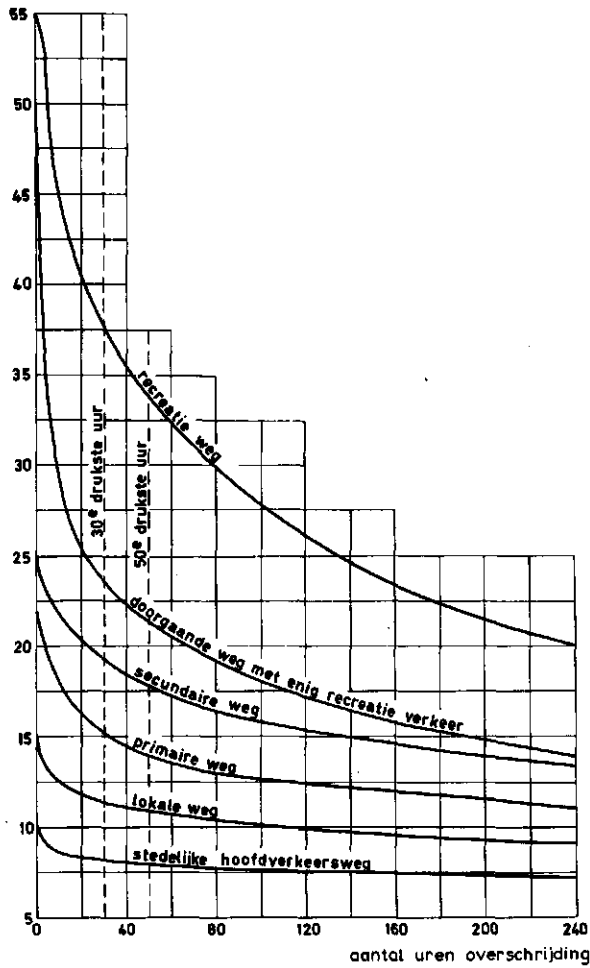


Fig. 1. Uurintensiteiten op diverse typen Amerikaanse wegen gedurende de 240 drukste uren van het jaar (Bron: JAARSMA en VAN DER VOET, 1972)

$$I_n = I_o e^{-\beta n} \quad 0 \leq n \leq 365 \quad (1)$$

Voor het jaargetmaalgemiddelde, \bar{I} , geldt dan, dat

$$\bar{I} = \frac{1}{365} \int_0^{365} I_o e^{-\beta n} dn = \frac{I_o}{365 \beta} (1 - e^{-365 \beta}) \quad (2)$$

Indien β kan worden afgeleid uit een verband met de samenstelling van \bar{I} naar ritmotieven, dan kan, blijkens substitutie van (2) in (1), I_n worden bepaald uit

$$I_n = \bar{I} \frac{365 \beta}{1 - e^{-365 \beta}} e^{-\beta n} \quad (3)$$

Een analoge beschouwing geldt voor de overschrijdingskromme van uurintensiteiten, (zie ook STOL, 1973).

2.1.2. Samenstelling naar verplaatsingswijze

De samenstelling van het verkeer naar verplaatsingswijze (de z.g. 'modal split') zal bekend moeten zijn ten behoeve van een juiste vormgeving van het wegvak met het oog op capaciteits- en veiligheids-overwegingen. In het algemeen wordt bij het ontwerp de hoeveelheid passages per voertuigcategorie omgerekend in personenauto-eenheden (tabel 2), waarna de capaciteit van het wegvak wordt getoetst aan de aldus geaggregeerde hoeveelheid verkeer.

Tabel 2. Omrekeningsfactoren van aantallen voertuigen tot personenauto-eenheden (p.a.e.)

Personenauto, personenauto + aanhangwagen, microbus, lichte bestelwagen	1
Vrachtauto zonder aanhangwagen, autobus	2
Vrachtauto + aanhangwagen, trekker + oplegger	3,5
Landbouwtrekker, zelfrijdend landbouwwerktuig	1,5
Landbouwtrekker + 1 wagen of werktuig	2
Paard met 1 of 2 wagens	1,5
Motorfiets, scooter	0,5
Bromfiets	0,35
Fiets	0,25

Bron: CCC, 1969

Afgezien van de vraag, of omrekening in p.a.e. aanbeveling verdient, zullen, om een goede indruk van de samenstelling te krijgen, minstens de categorieën, zoals die in tabel 2 worden genoemd, moeten worden onderscheiden.

Verwacht mag worden dat de modal split zal afhangen van het rit-

motief en van de ritlengte. Nagegaan moet worden of tot een verband met deze invloedsfactoren kan worden geconcludeerd.

2.1.3. Samenstelling naar ritmotief

De samenstelling van het verkeer naar ritmotief zal moeten volgen uit een berekening van de omvang van de afzonderlijke categorieën die hierbij onderscheiden worden. Uit diverse stedelijke en regionale verkeersstudies blijkt dat in het algemeen ruim 80 % van de gemaakte personenverplaatsingen een woning als begin- of eindpunt heeft (zie tabel 3).

Op wegen in plattelandsgebieden, waar recreatieverkeer en landbouwverkeer veelal een belangrijk aandeel hebben in het totaal, kunnen in dit opzicht als meest relevante ritmotieven worden onderscheiden:

woon-werkverkeer , van woningen naar arbeidsplaatsen, en terug.

Volgens de indeling van FLACH (1966) kan hiertoe ook worden gerekend het intern agrarisch bedrijfsverkeer tussen boerderijen en veldkavels, voor zover dit van het openbare wegennet gebruik maakt;

verzorgingsverkeer, van woningen naar winkels, onderwijs, medische voorzieningen, overheidsinstellingen, religieuze en culturele voorzieningen, onderdak-recreatie, en terug. Hiertoe kan ook worden gerekend het extern agrarisch bedrijfsverkeer van boerderijen naar aanverwante bedrijven en terug;

recreatieverkeer , van woningen inclusief recreatieverblijven naar objecten voor dagrecreatie en terug.

Op het toerend recreatieverkeer wordt ingegaan bij de behandeling van de routekeuze (sub 2.6.2).

Uit tabel 3 valt af te leiden, dat met deze ritmotieven ca. 75 % van alle verplaatsingen in beschouwing zou worden genomen. Het aldus niet beschreven gedeelte van het verkeer zou daarbij kunnen worden geschat door ophoging van de berekende hoeveelheid tot 100 % (zie par. 2.4.5). Hierna wordt dan ook een voorstel ontwikkeld voor modellen waarmee het verkeer in de genoemde drie ritmotief-groepen kan worden gesimuleerd.

Tabel 3. Verplaatsingen in procenten naar motief op een gemiddelde werkdag, onderzoek CROVW, 1966

Van	Naar	Kon	Werken vast	Werken anders	Zakelijk privé	Visite, logeren	Winkelen	Leren, studeren	Ontsp. sport	Medische behand.	Godsd. cult.red.	Opn./afz. passagiers	Overige	Totaal
wonen		0,62	10,04	2,47	2,10	5,45	6,78	8,12	3,53	0,84	0,56	1,80	0,37	42,68
werken op vast adres		9,37	0,30	0,77	0,35	0,30	0,60	0,04	0,33	0,04	0,01	0,15	0,04	12,30
werken op ander adres		2,39	0,70	1,40	0,12	0,08	0,11	0,01	0,07	0,01	0,00	0,08	0,03	5,01
zakelijk bezoek in privé-sfeer		1,95	0,31	0,09	0,53	0,19	0,28	0,02	0,08	0,01	0,01	0,05	0,02	3,53
visite, logeren		5,88	0,13	0,05	0,12	0,58	0,43	0,12	0,20	0,03	0,03	0,14	0,04	7,74
winkelen		7,17	0,43	0,08	0,15	0,55	1,28	0,07	0,14	0,02	0,01	0,10	0,03	10,05
leren, studeren		7,81	0,02	0,01	0,03	0,24	0,16	0,21	0,28	0,01	0,01	0,04	0,01	8,85
ontspanning, sport e.d.		3,59	0,27	0,06	0,04	0,20	0,13	0,20	0,23	0,00	0,00	0,07	0,02	4,82
medische behandeling		0,66	0,04	0,01	0,03	0,09	0,12	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	1,02
godsdienstige culturele redenen		0,52	0,01	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,02	0,00	0,68
opnamen, afretten passagiers		1,62	0,15	0,08	0,06	0,16	0,19	0,04	0,08	0,02	0,02	0,24	0,02	2,69
overige		0,37	0,04	0,02	0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,06	0,63
totaal		41,97	12,44	5,03	3,56	7,93	10,13	8,87	4,99	1,02	0,69	2,72	0,65	100 %

Bron: HAMERSLAG (1972)

2.2. Ruimtelijke indeling studiegebied

2.2.1. Zonering

Zowel het verkeer-veroorzakende ruimtegebruik als de daaruit resulterende verkeersbewegingen zullen moeten worden gelocaliseerd, met behulp van een zonering van het voor de beschouwde wegvakken relevante gebied, en wel in samenhang met de ruimtelijke hoedanigheid van het betrokken wegennet. Aangezien in plattelandsgebieden in het algemeen een heterogeen ruimtegebruik met lage dichtheden gepaard gaat met relatief hoge wegendichtheden, globaal variërend tussen 1 en $5 \text{ km}^1/\text{km}^2$, zal het noodzakelijk zijn, kleine zones te onderscheiden teneinde herkomsten en bestemmingen van ritten enigszins betrouwbaar te kunnen projecteren in het betreffende wegennet. Opdat de berekening van alle mogelijke ruimtelijke relaties (gelijk aan het kwadraat van het aantal zones) praktisch tegen redelijke offers uitvoerbaar is, mag bovendien het aantal zones niet te groot zijn. Wat acceptabel is, hangt mede af van de complexiteit van de te gebruiken rekenmodellen.

De omvang van het voor de betrokken wegvakken in het plangebied als relevant te beschouwen herkomst- of bestemmingsgebied hangt af van het afstandsgedrag van het verkeer. Dit verschilt voor de ritmotieven onderling en hangt af van de spreiding van het grondgebruik in het gebied. Naar verwachting zal het recreatieverkeer het grootste studiegebied vergen voor de verklaring van ritten tussen herkomsten en bestemmingen. Afhankelijk van de ligging van het plangebied in Nederland zal het studiegebied in orde van grootte globaal enkele provincies moeten bevatten.

Afhankelijk van bovenstaande factoren (spreiding grondgebruik, wegendichtheid, praktische uitvoerbaarheid, omvang plangebied resp. studiegebied) zal de zonegrootte in het plangebied in de grootte-orde van één tot enkele km^2 moeten liggen. De zonegrootte buiten het plangebied zal geleidelijk kunnen toenemen, gepaard gaande met een aggregatie van het wegennet in het omringende studiegebied (zie 2.2.2).

Indien de zonering berust op een vierkantennet, is als kleinste eenheid bijvoorbeeld denkbaar $1 \times 1 \text{ km}^2$, waaruit naar behoefte grotere zones kunnen worden samengesteld, wellicht oplopend tot bijvoor-

beeld halve provincies aan de rand van het studiegebied.

2.2.2. Netwerk van wegen

Een wegennet kan steeds opgebouwd worden gedacht uit knooppunten (splitsingen, kruisingen, enz.), verbonden door wegvakken, alle met een bepaalde lengte en verplaatsingsweerstand per lengte-eenheid.

Als een aggregatie van alle begin- en eindpunten van verplaatsingen, die dit netwerk belasten, wordt per zone een voedingspunt onderscheiden, zijnde het zwaartepunt van alle naar ritfrequentie gewogen begin- en eindpunten in die zone. Een voedingspunt kan samenvallen met een knooppunt, het kan op een wegvak liggen en vormt dan een nieuw knooppunt, daarmee het wegvak verdelend in twee nieuwe wegvakken, het kan ook buiten het netwerk liggen (bijv. agrarisch of recreatief grondgebruik ontsloten door niet-openbare wegen) en wordt dan via een aanvoerroute in een knooppunt op het wegennet aangesloten. Het voedingspunt vormt in dat geval het laatste knooppunt aan het eind van een doodlopend wegvak.

Het gehele wegennet, aangevuld met aanvoerroutes en voedingspunten, is derhalve te beschouwen als een net van knooppunten, verbonden door wegvakken. De vorm van dit netwerk kan worden samengevat in een matrix van weglengtes respectievelijk reisweerstanden tussen knooppunten, voor zover deze onderling rechtstreeks verbonden zijn (fig. 2). Hieruit kunnen routelengtes respectievelijk routeweerstanden tussen alle voedingspunten worden afgeleid. Teneinde wegvakweerstand te kunnen uitdrukken in reistijden, moet worden nagegaan of gemiddelde rij snelheden per wegvak kunnen worden afgeleid uit dwarsprofiel en alignement, bijvoorbeeld volgens MICHELS en VAN DER HEIJDEN (1973). Op het gebruik van de weerstandenmatrix wordt nader ingegaan bij de distributie (sub 2.4) en bij de toedeling (sub 2.6).

Naarmate naar de rand van het studiegebied de zonegrootte alsmede de zone-afstand tot het plangebied toeneemt, zal het minder noodzakelijk zijn alle openbare wegvakken in het netwerk op te nemen, maar zal het steeds evidentier worden, langs welke routes de betrokken zones via de geringste weerstand verbonden kunnen worden. Derhalve zal op grotere afstanden kunnen worden volstaan met het opnemen van de be-

langrijkste wegen in het netwerk. Steeds zal de detaillering van het wegennetwerk moeten zijn afgestemd op de omvang van de onderscheiden zones die er ter plaatse op worden aangesloten.

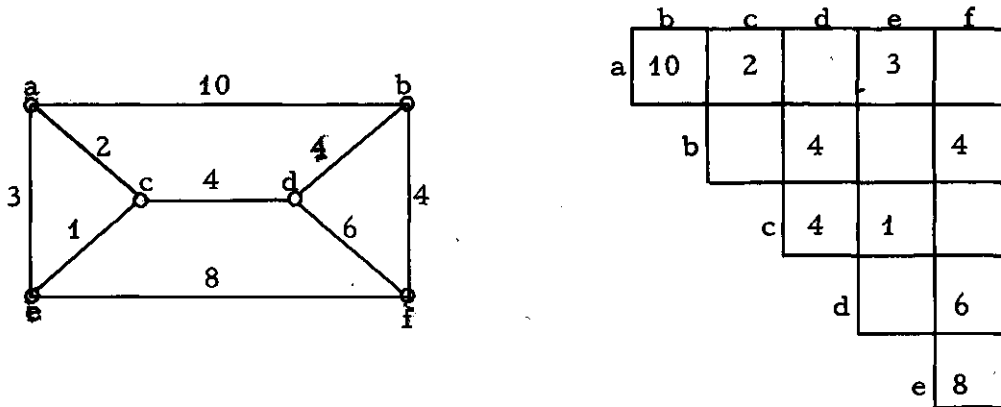


Fig. 2. Schematisch voorbeeld van een netwerk van knooppunten, en de daaruit afgeleide matrix van wegvakweerstand

2.3. Ritproductie

2.3.1. Woon-werkverkeer

De verplaatsingen met als motief woon-werkverkeer vinden plaats tussen woningen enerzijds en arbeidsplaatsen anderzijds. Daar ieder lid van de beroepsbevolking ergens een arbeidsplaats bezet, zal het aantal verplaatsingen per zone aan de 'woonzijde' evenredig zijn met de in die zone wonende beroepsbevolking. Anderzijds zal aan de 'werkzijde' het aantal verplaatsingen evenredig zijn met het aantal arbeidsplaatsen per zone. De evenredigheidsfactor tussen woon-werkrelaties en verplaatsingen hangt af van de mate waarin één, twee of meer keren per dag heen en weer wordt gereden (het al of niet lunchpauze thuis houden hangt samen met de verplaatsingswijze en, impliciet, met de verplaatsingsafstand).

Een deel van de beroepsbevolking (ca. 15 %) heeft geen vast werkadres (vertegenwoordigers, bouwvakkers, vrije beroepen, e.d.). De totale beroepsbevolking in een studiegebied is dus groter dan het totaal aantal te localiseren arbeidsplaatsen. Indien we het aantal

ritten evenredig stellen met die vaste arbeidsplaatsen, wordt aangenomen dat de niet-vaste arbeidsplaatsen evenredig met de vaste arbeidsplaatsen over de werkzones zijn verdeeld. De evenredigheidsfactor bevat dus behalve de ritfrequentie per arbeidsplaats tevens een ophoogfactor in verband met de niet te localiseren, 'zwervende' arbeidsplaatsen.

Wat betreft het agrarisch bedrijfsverkeer van boerderij naar veldkavels kan wederom de op de boerderij wonende beroepsbevolking worden gelocaliseerd, terwijl aan de 'werkzijde' het agrarisch grondgebruik zou moeten worden uitgedrukt in eenheden welke equivalent zijn met een niet-agrarische arbeidsplaats. FLACH (1966) leidde een verband af tussen ritproductie en agrarisch grondgebruik in graslandgebieden, JAARSMA (1972) deed dit voor pluimveehouderijbedrijven, VINK (1972) voor glastuinbouwgebieden. Nagegaan moet worden of analoge samenhangen voor andere vormen van agrarisch grondgebruik bestaan en bruikbaar zijn voor schattingen van het aantal 'arbeidsplaats-equivalenten'.

De veronderstelde evenredigheid tussen verplaatsingen en beroepsbevolking respectievelijk arbeidsplaatsen zal globaal gemiddeld voor een studiegebied wel bestaan; per zone zal evenwel een spreiding rond deze gemiddelde ritfrequentie optreden, welke wordt veroorzaakt door verschillen in kenmerken van beroepsbevolking respectievelijk arbeidsplaatsen. Het lijkt dan ook zinvol te trachten, de spreiding in de evenredigheidsfactor met behulp van deze verschillen nader te verklaren. Voor wat betreft de beroepsbevolking kan hierbij worden gedacht aan inkomen, voertuigbezit, leeftijd, en dergelijke. Onderzocht moet worden of de arbeidsplaatsen per zone op soortgelijke wijze kunnen worden gekarakteriseerd, bijvoorbeeld met een indeling naar bedrijfsklassen.

2.3.2. Verzorgingsverkeer

De verplaatsingen met als motief verzorging vinden plaats tussen woningen enerzijds en diverse soorten voorzieningen anderzijds. De ritten kunnen worden gemaakt zowel om verzorging te halen (winkel, school, e.d.) als om verzorging te brengen (postbode, huisarts, thuisleveranciers, e.d.).

Daar iedere inwoner in meerdere of mindere mate verzorging nodig

heeft, kan het aantal verplaatsingen evenredig worden verondersteld met het aantal inwoners per zone, maar deze evenredigheid zal per zone wellicht ook variëren onder invloed van bijvoorbeeld inkomen, beroepsgroep, leeftijd, gezinsfase en dergelijke. Onderzocht moet worden welke combinatie van dit type factoren tot de beste verklaring van het verzorgingsverkeer leidt.

De verzorging kan velerlei voorzieningen betreffen; in par. 2.1.3 werden reeds globaal als groepen genoemd: winkels, onderwijs, medische verzorging, overheidsinstellingen, religieuze en culturele instellingen, onderdak-recreatie. Verondersteld mag worden dat hierin categorieën kunnen worden onderscheiden, waarbinnen het aantal aankomsten en vertrekken per zone evenredig is met hetzij de vloeroppervlakte per zone, hetzij het aantal werknemers per zone in die categorie. Wellicht kunnen aan studies verricht in de stedelijke sfeer ('t HART c.s., 1964; GANTVOORT, 1973) hypothesen omtrent deze relatie worden ontleend.

Van het boerderijverkeer wordt dat ten behoeve van de persoonlijke verzorging van de op de boerderij wonenden geheel door bovenstaande benadering gedekt; het agrarisch bedrijfsverkeer tussen boerderij en toeleverende respectievelijk afnemende bedrijven kan hierbij worden betrokken, hoewel in dat geval de fout wordt gemaakt, dat deze verzorging niet door de bewoners wordt gevraagd, maar door het agrarisch bedrijf. Onderzocht moet worden of het noodzakelijk is, een apart submodel voor dit externe agrarische bedrijfsverkeer in te voeren.

2.3.3. Recreatieverkeer

De verplaatsingen met als motief recreatie vinden plaats tussen woningen en recreatieverblijven enerzijds en grond met een functie voor dagrecreatie anderzijds.

Analoog aan de bovenstaande beschouwing van het verzorgingsverkeer geldt, dat alle inwoners in meerdere of mindere mate betrokken kunnen zijn bij recreatie. Het aantal verplaatsingen per zone kan dan ook weer evenredig worden gesteld met het aantal inwoners (incl. verblijfsrecreanten) per zone, maar is wellicht tevens afhankelijk van factoren als leeftijd respectievelijk gezinsfase, inkomen respectievelijk beroepsgroep, opleidingsniveau, jeugdmilieu, en dergelijke.

Voor de recreatie-objecten geldt analoog aan de opmerkingen over de niet-recreatieve voorzieningen, dat gezocht moet worden naar een indeling in categorieën van recreatievormen, waarbinnen het aantal verplaatsingen evenredig kan worden verondersteld met een genormeerde capaciteit of bezoeksfrequentie, uitgedrukt in aantal recreanten per dag. Deze grootte per zone zal, afhankelijk van de recreatievorm, moeten worden ontleend aan het aantal aanwezige eenheden (voor jachthavens: ligplaatsen; voor viswater: m^1 oeverlengte; voor campings: m^2 opp.; voor wandelbos: m^1 pad, enz.). VAN DEN BERG (1973) leidde enkele voorbeelden van deze capaciteitsnormen af, evenals het SIVV (1971).

Behalve deze kwantitatieve maat voor de capaciteit kan wellicht een correctiefactor voor de kwaliteit eveneens een bijdrage leveren tot de verklaring van verschillen per zone.

2.4. Ritdistributie

2.4.1. Afstandsinvloed

Gesteld zij dat het studiegebied een verzameling Z van verkeerszones bevat. Beschouwen we twee elementen uit Z , als herkomst-zone, genaamd i , respectievelijk als bestemmingszone genaamd j . Dat betekent, dat voor alle drie ritmotieven, alle elementen uit Z voorkomen als herkomstzone en als bestemmingszone, dus $i \in Z$ en $j \in Z$. De geringste reisweerstand tussen de voedingspunten van de zones i en j noemen we C_{ij} . De eenvoudigste grootte die voor C_{ij} kan worden ingevoerd is de weglengte in km, met behulp van een kortste routeberekening te ontleen aan de sub 2.2.2 genoemde matrix van wegvaklengtes. Een betere maat voor de reisweerstand is evenwel de tijd benodigd om deze route te berijden, waartoe de matrix van wegvaklengtes, via gemiddelde reissnelheden per wegvak, moet worden omgezet in een matrix van reistijden per wegvak. Een theoretisch nog fraaiere vorm krijgt de weerstand indien deze een functie is van weglengte en reistijd tezamen. Aldus benadert deze een maat voor de reiskosten, welke zijn samengesteld uit rijkosten van het voertuig, evenredig met de weglengte, en tijdskosten van de weggebruiker, evenredig met de reistijd. Afhankelijk van de beschikbare gegevens van het wegennet zal voor C_{ij}

één van deze drie grootheden moeten worden ingevoerd.

De distributie van relaties over de zone-combinaties (wenslijnen) $i-j$ hangt mede af van de onderlinge verhouding van de weerstanden C_{ij} . In de distributiemodellen zal derhalve een vermenigvuldigingsfactor W_{ijm} moeten voorkomen, welke een functie is van C_{ij} en geldt voor het verplaatsingsmotief m .

In diverse studies blijkt steeds, dat de frequenties van ritlengten een scheve verdeling hebben met een top bij betrekkelijk geringe afstanden. In het algemeen kan de relatieve ritlengtefrequentie redelijk worden beschreven door exponentiële functies van de afstand (fig. 3).

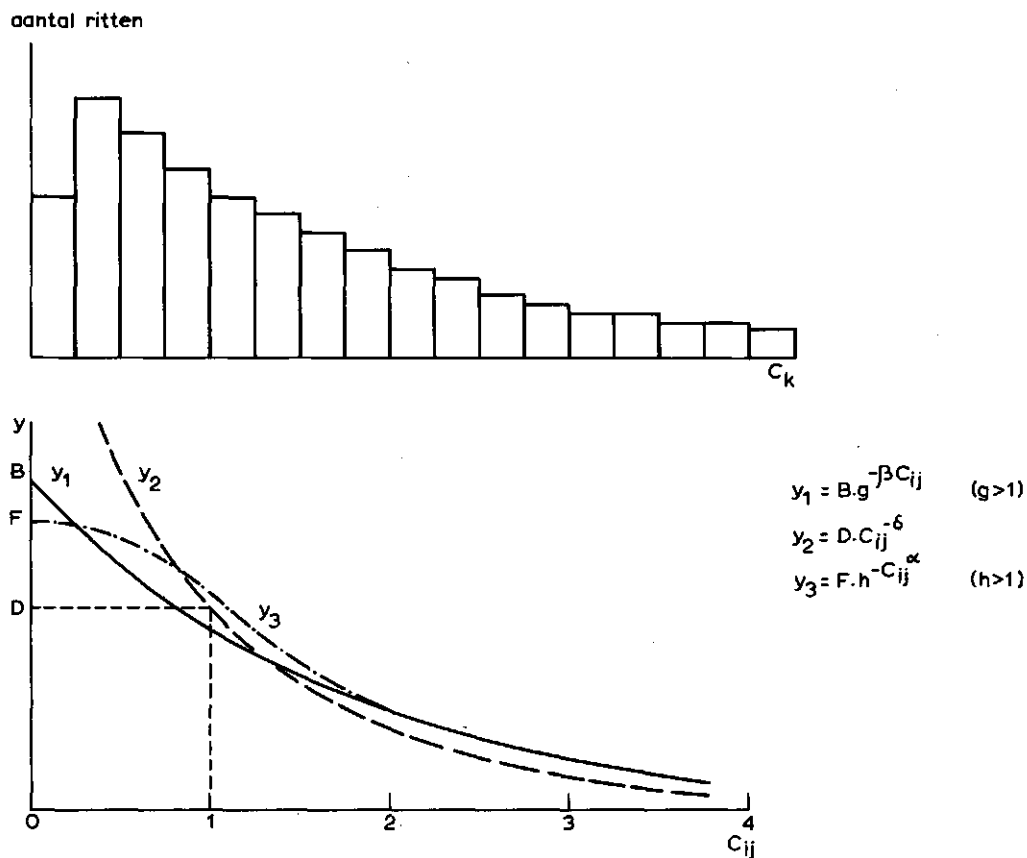


Fig. 3. Theoretische frequentieverdeling van ritlengten en enkele eenvoudige functies ter beschrijving daarvan

Daar de vorm van de verdeling niet voor alle ritmotieven dezelfde is, zullen de parameters in de functie W_{ijm} kunnen verschillen per ritmotief m .

Voeren we bijvoorbeeld in $W_{ijm} = e^{-b_m C_{ij}}$, dan is, voor ritmotief m , indien de distributie alleen van C_{ij} afhangt, de fractie t_{ijm} van alle ritten uit i , die naar j gaat gelijk aan

$$t_{ijm} = \frac{W_{ijm}}{\sum_{j \in Z} W_{ijm}} = \frac{e^{-b_m C_{ij}}}{\sum_{j \in Z} e^{-b_m C_{ij}}} \quad (4)$$

Daar de distributie echter bovendien wordt beïnvloed door de spreiding van het grondgebruik over de zones uit Z , wordt hieronder per ritmotief een variabele voor het grondgebruik op begin- en eindpunt (resp. i en j) ingevoerd.

2.4.2. Woon-werkverkeer

Indien in een herkomstzone i een beroepsbevolking woont, groot B_i , dan zou, indien alleen de reisweerstand C_{ij} de distributie bepaalde, de fractie van B_i , werkzaam in zone j , volgen uit (4). Aangezien de distributie over de bestemmingszones mede afhankelijk wordt gesteld van de spreiding van het aantal arbeidsplaatsen A_j per zone, is het aantal personen, woonachtig in i en werkzaam in j , ofwel het aantal woon-werkrelaties S_{ija} tussen i en j gelijk aan

$$S_{ija} = B_i \quad t_{ija} = \frac{B_i A_j W_{ija}}{\sum_{j \in Z} A_j W_{ija}} \quad \text{voor alle } i \in Z \text{ en alle } j \in Z \quad (5)$$

waarin W_{ija} een functie van C_{ij} is, met specifiek voor woon-werkverkeer geldende parameters.

De sub 2.3.1 genoemde andere kenmerken van de beroepsbevolking per zone, zoals inkomen, voertuigbezit, leeftijd, en dergelijke kunnen als vermenigvuldigingsfactoren met index i in deze term worden ingevoerd.

2.4.3. Verzorgingsverkeer

Het aantal inwoners in een zone i zij P_i . Indien, zoals in par. 2.3.2 beschreven, in elke bestemmingszone j , per categorie van voorzieningen het aantal verzorgingseenheden (m^2 vloeroppervlak of werknemers) wordt gewogen naar de bezoeksfrequentie van die categorie, dan resulteert hieruit als som van deze produkten een grootte V_j per zone. Het aantal verzorgingsrelaties S_{ijv} tussen de bevolking in i en voorzieningen in j wordt dan gelijk gesteld aan

$$S_{ijv} = P_i t_{ijv} = \frac{P_i V_j W_{ijv}}{\sum_{j \in Z} V_j W_{ijv}} \quad \text{voor alle } i \in Z \text{ en alle } j \in Z \quad (6)$$

W_{ijv} is hierin een functie van C_{ij} met specifiek voor verzorgingsverkeer geldende parameters. W_{ijv} kan uiteraard een geheel andere vorm hebben dan W_{ija} .

Ook hier kunnen de overige sub 2.3.2 genoemde invloedsfactoren per zone (inkomen, gezinsfase, e.d.) als vermenigvuldigingsfactoren aan P_i worden toegevoegd.

2.4.4. Recreatieverkeer

Analoog aan de benadering van het verzorgingsverkeer, kan, zoals in par. 2.3.3 beschreven, voor recreatieve voorzieningen per zone een term R_j worden bepaald zijnde de som van produkten van eenheden en bezoeksfrequenties per categorie van recreatie-objecten. De fractie t_{ijr} van de bevolking P_i (incl. verblijfsrecreanten), welke een recreatierelatie met een zone j onderhoudt hangt dan af van W_{ijr} en R_j , zodat het aantal recreatierelaties tussen de zones i en j gelijk is aan

$$S_{ijr} = P_i t_{ijr} = \frac{P_i R_j W_{ijr}}{\sum_{j \in Z} R_j W_{ijr}} \quad \text{voor alle } i \in Z \text{ en alle } j \in Z \quad (7)$$

W_{ijr} is een voor recreatieverkeer geldende distributiefunctie van C_{ij} .

Verschillen per zone in kenmerken van de bevolking respectievelijk in de kwaliteit van de recreatievoorzieningen, welke S_{ijr} mede beïnvloeden, kunnen weer als coëfficiënten aan P_i respectievelijk R_j worden toegevoegd.

2.4.5. Alle ritmotieven

Het totaal aantal relaties S_{ij} langs de wenslijn i-j, voortvloeiend uit de drie bovenbehandelde ritmotieven is dus

$$S_{ij} = S_{ija} + S_{ijv} + S_{ijr} \quad (8)$$

Het totaal aantal verkeersbewegingen in vervoerseenheden q_{ij} langs de wenslijn i-j zou dan kunnen worden geschreven als

$$q_{ij} = q_{ija} + q_{ijv} + q_{ijr} = q_a S_{ija} + q_v S_{ijv} + q_r S_{ijr} \quad (9)$$

waarin q_a , q_v en q_r parameters zijn welke per ritmotief de in vervoerseenheden uitgedrukte ritfrequentie per relatie beschrijven, resulterend in de aantallen verplaatsingen q_{ija} , q_{ijv} en q_{ijr} per motief. De ophoging van de uit S_{ij} voortvloeiende verplaatsingen met het niet beschreven verkeer (zie par. 2.1.3) tot het totaal wordt in (9) opgevangen door q_a , q_v en q_r . Verondersteld zou kunnen worden, dat dit resterende deel van het verkeer (vnl. bedrijfsverkeer tussen arbeidsplaatsen onderling, en sociaal verkeer tussen woningen onderling) evenredig met het woon-werkverkeer en het verzorgingsverkeer wordt geproduceerd, maar zich niet conformeert met het recreatieverkeer, zodat de term $q_r S_{ijr}$ hiervan moet worden uitgezonderd en de ophoging alleen door q_a en q_v wordt opgevangen.

2.5. Verdeling naar verplaatsingswijze

De keuze van het voertuiggebruik is voor de diverse ritmotieven duidelijk verschillend. Per ritmotief mag een verband worden verwacht tussen de verdeling naar verplaatsingswijze en de verplaatsingsafstand (fig. 4). Onderzocht moet worden of per ritmotief voor deze verdeling een functie van C_{ij} kan worden afgeleid, zodat langs iedere wenslijn i-j de verkeersbewegingen q_{ij} kunnen worden opgesplitst in de diverse verplaatsingswijzen zoals die in par. 2.1.2 reeds werden genoemd. Bestaande gegevens hieromtrent kunnen wellicht onder meer worden ontleend aan DE WAARD (1972) of aan SPIJK en MIDDELKOOP (1970).

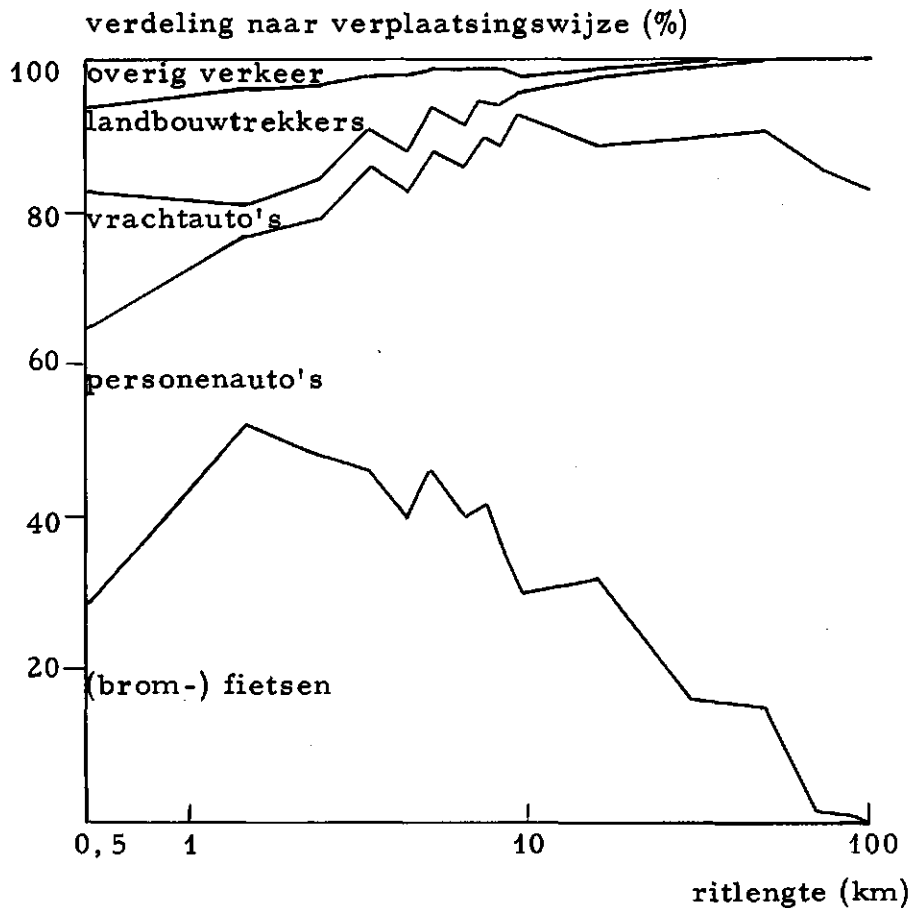


Fig. 4. Gemiddelde verdeling naar verplaatsingswijze van het verkeer op 24 plattelandswegen bij variabele ritlengte (bron: DE WAARD, 1971)

2.6. Rittoedeling

2.6.1. Algemeen

Van de verkeersbewegingen langs de wenslijnen moet worden bepaald langs welke routes door het beschikbare wegennet deze bewegingen zullen plaatsvinden. Deze toedeling hangt af van de keuze, die weggebruikers maken uit een veelal groot aantal mogelijke routes. Die keuze komt neer op het beoordelen van de verhouding tussen de diverse route-weerstanden.

De meest eenvoudige benadering hiervan is de zogenaamde 'alles of niets' methode, waarbij alle ritten van een wenslijn worden gelegd langs de route met de geringste weerstand (hier verder kortheidshalve 'kortste route' genoemd). Het bezwaar hiervan is uiteraard dat een bepaalde route weliswaar in absolute zin de kortste kan zijn, maar relatief zo weinig van de op één na kortste verschilt, dat in feite slechts ruim de helft van de ritten de kortste route gebruikt.

Het verdient dan ook aanbeveling te zoeken naar een meer realistische toedelingsmethode, bijvoorbeeld die welke analogie vertoont met de theorie van elektrische stroming door een netwerk van weerstanden.

Voor een zuivere parallelschakeling van n stroomtakken met respectievelijk weerstanden r_n tussen twee punten met een spanningsverschil V volgt de totale weerstand R uit

$$\frac{1}{R} = \sum_n 1/r_n \quad (10)$$

De totale stroomsterkte door de l e tak ($n = l$) is

$$i_l = V/r_l \quad (11)$$

terwijl de totale stroomsterkte door de schakeling volgens (10) gelijk is aan

$$\sum_n i_n = V/R = V \sum_n 1/r_n \quad (12)$$

Van de totale stroomsterkte door de schakeling is dus de fractie die door de eerste tak vloeit

$$\frac{i_1}{\sum_n i_n} = \frac{V/r_1}{V \sum_n 1/r_n} = \frac{1}{r_1 \sum_n 1/r_n} \quad (13)$$

De grootte van i_1, i_2, \dots, i_n kan met (13) worden bepaald indien $\sum_n i_n$ en de weerstanden r_n bekend zijn.

Voor zuivere parallelschakelingen van verkeersroutes is empirisch vastgesteld, dat de routekeuze van verkeer gevoeliger is voor de

onderlinge verhouding der weerstanden dan de verdeling van elektrische stroom dit is (o.a. STEIERWALD, 1961). Fig. 5 toont voor een eenvoudige parallelschakeling van twee takken deze gevoeligheid, waaruit blijkt dat $\alpha = 5 \text{ à } 6$ in plaats van, zoals bij elektrische stroom, $\alpha = 1$. Bij aanwezigheid van meer takken breidt fig. 5 zich meerdimensionaal uit met de verhouding tot de overige weerstanden als variabelen.

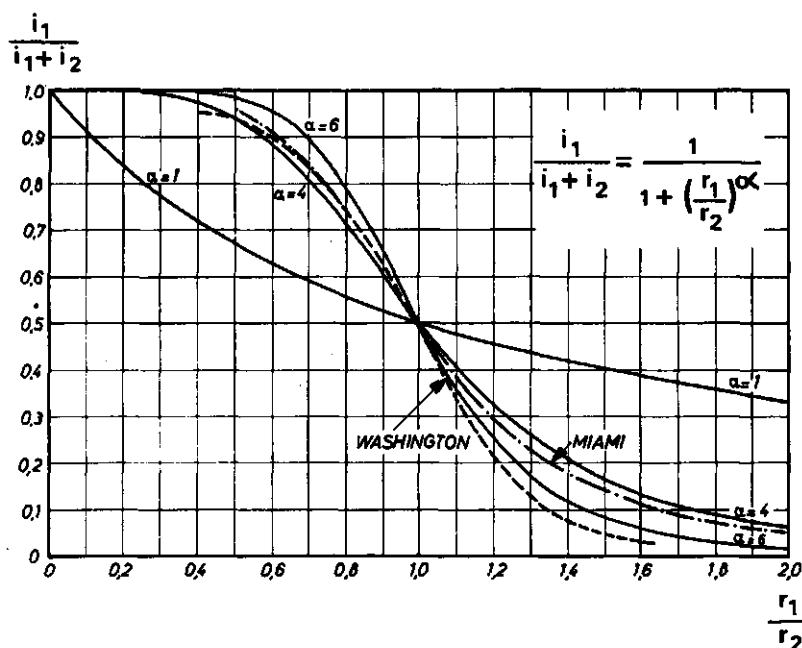


Fig. 5. Stroomverdeling over twee parallelgeschakelde weerstanden als functie van de weerstandsverhouding, bij verschillende waarden van α (bron: STEIERWALD, 1961)

Deze benadering zou op de verkeersroutekeuze kunnen worden toegepast, ware het niet, dat het scala van routekeuzemogelijkheden geen analogon is van een zuivere parallelschakeling van weerstanden; de diverse mogelijke routes lopen veelal op diverse plaatsen over dezelfde wegvakken, zodat in werkelijkheid sprake is van een complex systeem van parallel- en serieschakelingen waarvoor geen algemene wiskundige formulering van de stroomverdeling kan worden gegeven. Deze hangt af van de wijze waarop de schakelingen zijn gecombineerd.

Het lijkt daarom zinvol te onderzoeken of het mogelijk is, het betreffende wegennetwerk te simuleren met een netwerk van elektrische stromingsweerstand, en daarin te meten hoe zich een eenheid van stroomsterkte tussen twee voedingspunten i en j verdeelt over de diverse wegvakken k , waarbij de grotere gevoeligheid voor de weerstandsverhoudingen (de factor α uit fig. 5) tot uitdrukking wordt gebracht. In dat geval zou dus voor ieder wegvak k tussen twee knooppunten, een fractie f_{ijk} van de totale stroom worden gemeten, voor ieder wegvak k samen te vatten in een matrix van fracties f_{ijk} ten opzichte van alle wenslijnen $i-j$. Gegeven de hoeveelheid verplaatsingen q_{ij} langs de wenslijn $i-j$, resulterend uit (9), zou aldus voor het wegvak k het gemiddelde aantal passages JEG_k volgen uit

$$JEG_k = \sum_{i \in Z} \sum_{j \in Z} f_{ijk} \cdot q_{ij} \quad (14)$$

Een andere mogelijkheid is, te onderzoeken of kan worden volstaan met een eenvoudiger model berustend op (13) en fig. 5, aangezien de theoretische onjuistheid van de daarbij veronderstelde zuivere parallelschakeling wellicht slechts tot geringe afwijkingen van de werkelijke verdeling leidt, zodat het theoretische bezwaar hiervan misschien kleiner is dan het praktische bezwaar van omvangrijke elektrische metingen.

Beschouwen we eenvoudigheidshalve de keuzemogelijkheid tussen de kortste route met weerstand C_{ij} en de op één na kortste route met weerstand D_{ij} . Analoog aan fig. 5 wordt dan de fractie P_{ij} van alle verplaatsingen tussen i en j , die de kortste route C_{ij} kiest, gegeven door

$$P_{ij} = \frac{1}{1 + (C_{ij}/D_{ij})^\alpha} \quad \alpha = 5 \text{ à } 6 \quad (15)$$

terwijl de resterende fractie die de op één na kortste route D_{ij} kiest gelijk is aan $1 - P_{ij}$.

Er bestaat nu voor ieder wegvak k een verzameling G_k van wenslijnen ij , waarvoor de kortste route C_{ij} via k loopt: $G_k = \{ij: C_{ij} \text{ via } k\}$. Bovendien is er een verzameling H_k van wenslijnen ij waarvoor de op

één na kortste route D_{ij} via k loopt: $H_k = \{ij; D_{ij} \text{ via } k\}$. Het gemiddeld aantal passages JEG_k op het wegvak k is dan gelijk aan

$$JEG_k = \sum_{ij \in G_k} P_{ij} \cdot q_{ij} + \sum_{ij \in H_k} (1 - P_{ij}) \cdot q_{ij} \quad (16)$$

Hierbij moeten voor ieder wegvak k de verzamelingen G_k en H_k bekend zijn, met andere woorden nadat met behulp van een kortste-route-boom en een op-één-na-kortste-route-boom voor alle wenslijnen de routes C_{ij} en D_{ij} zijn vastgesteld, moeten voor ieder wegvak k die wenslijnen worden geselecteerd waarvan k in één van beide routes valt. Het ligt voor de hand dat op ieder punt k steeds een groot deel van de wenslijnen ij in de verzamelingen G_k en H_k ontbreekt. C_{ij} en D_{ij} van die wenslijnen lopen dan niet via k .

2.6.2. Correctie voor toerrijders

De beschouwing in par. 2.6.1. berust op de aanname, dat weggebruikers bij hun keuze naar de meest logische, dus kortste route zoeken. Deze aanname ligt voor woon-werkverkeer en verzorgingsverkeer voor de hand, hoewel bij verzorgingsverkeer sprake kan zijn van rondritten wegens combinatie van bestemmingen, hetgeen niet tot de kortste route heen en terug leidt.

Bij recreatieverkeer doet zich echter het verschijnsel voor, dat een belangrijk deel van de ritten, hoewel grotendeels objectgericht, plezierritten zijn, waarvoor niet de kortste en veelal evenmin de op één na kortste route wordt gekozen. Vaak zullen veel minder logische routes worden gekozen, omdat deze (o.m. vanwege landschapsschoon) recreatief aantrekkelijke wegvakken bevatten. Daarom zou kunnen worden onderzocht of deze aantrekkelijkheid van wegvakken in het routekeuzemodel tot uitdrukking kan worden gebracht door het invoeren van een geringere wegvakweerstand. Voor recreatieverkeer zou daardoor dus een aparte matrix van wegvakweerstand ontstaan ten behoeve van de rittoedeling, onverschillig of deze verloopt volgens (14) of volgens (16). Bij de ritdistributie, waar de keuze van de bestemming wordt gesimuleerd, lijkt het evenwel juister, als keuzecriterium de kortste route C_{ij} , gebaseerd op werkelijke reisweerstand, te blijven gebruiken, zoals beschreven in par. 2.4.1 en 2.4.4.

Deze benadering veronderstelt, zoals gezegd, dat de plezierritten hoewel toerend, toch ergens een bestemming hebben, hetgeen voor een groot deel daarvan inderdaad het geval is. De ritten die geheel geen bestemming hebben, zijn niet met de voorgestelde modellen te beschrijven. Het gemiddelde verschil tussen modeluitkomst en werkelijk aantal, veroorzaakt door deze 'bestemmingloze' ritten, wordt in (9) evenwel opgevangen in de parameter q_r .

3. METHODE VAN ONDERZOEK

Het voorgaande resumerend geeft fig. 6 de structuur van het voorgestelde rekenmodel schematisch weer.

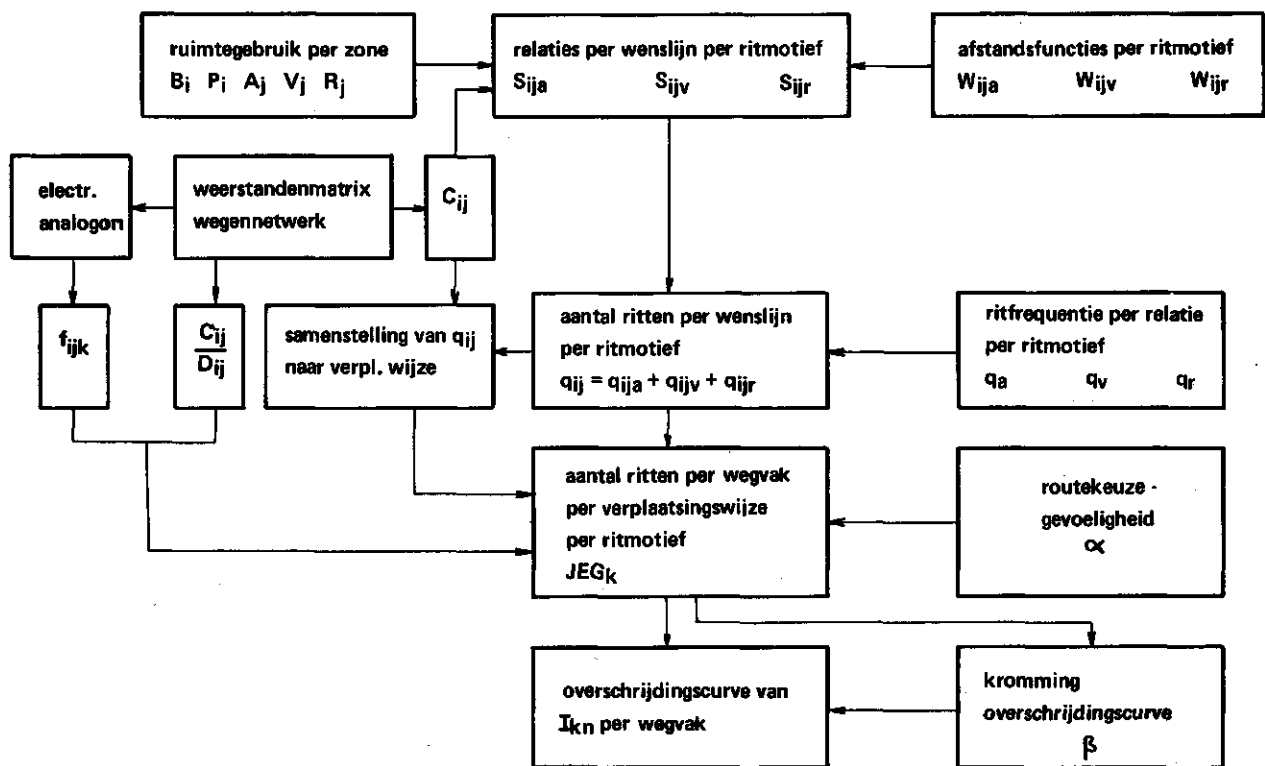


Fig. 6. Globaal blokschema van de voorgestelde rekenwijze

In de diverse deelmodellen zijn achtereenvolgens de volgende variabelen en parameters met elkaar in verband gebracht:

Gebiedsvariabelen:

- B_i = beroepsbevolking per zone
 P_i = totale bevolking per zone
 A_j = aantal arbeidsplaatsen per zone
 V_j = verzorgingseenheden, gewogen naar bezoeks-
frequentie per zone
 R_j = recreatie-eenheden, gewogen naar bezoeks-
frequentie per zone
 C_{ij} en D_{ij} = kortste respectievelijk op één na kortste route
per wenslijn ij , te ontleen aan een matrix van
wegvakweerstand

Modelparameters:

- W_{ija} , W_{ijv} en W_{ijr} = nader te formuleren functies van C_{ij} , dalend
naarmate C_{ij} toeneemt, voor de drie ritmotieven
 q_a , q_v en q_r = ritfrequentie in vervoerseenheden per relatie
voor de drie ritmotieven
 α = gevoeligheid van de routekeuze voor de verhouding
der routeweerstanden
 β = kromming van de overschrijdingscurve van etmaal-
intensiteiten I_{kn}

Verkeersvariabelen:

- q_{ija} , q_{ijv} en q_{ijr} = gemiddeld aantal verplaatsingen langs de wenslijn
 ij voor de drie ritmotieven
 f_{ijk} = aan wegvak k toegedeelde fractie van het ver-
keer langs wenslijn ij , te meten in een analoog
weerstandmodel van het wegennet
 JEG_k = jaaretmaalgemiddelde intensiteit van verkeers-
passages op wegvak k
 I_{kn} = etmaalintensiteit van verkeerspassages op de n^e
drukste dag op wegvak k

Gevoeligheidsonderzoek van het gehele complex van modellen zal moeten aantonen voor welke grootheden de modeluitkomst van JEG_k grote gevoeligheid bezit. De resultaten van deze analyse zullen vooral moeten bepalen of de parameters in de functies W_{ijm} , in V_j en R_j , alsmede q_m , α en β op grond van reeds elders verrichte studies of in het kader van dit onderzoek nog te verrichten deelstudies kunnen worden geschat, danwel of ze moeten worden vereffend op grond van vergelijking (14) of (16), waarvan elk telpunt k , waarop JEG_k wordt gemeten, er één oplevert.

In ieder geval zullen in dit verband de volgende deelstudies moeten worden verricht:

1. Overschrijdingskromme etmaalintensiteiten

Analyse van resultaten van diverse tellingen op plattelandswegen. Testen van verschillende negatief-exponentiële functies (o.a. vgl. (1)) voor de vorm van de intensiteitsoverschrijdingskromme per wegvak. Analyse van het verband van de parameter β met de functie van de weg c.q. de verdeling van het verkeer naar ritmotief.

2. Zonering studiegebied

Analyse van

- a. het verband tussen zonegrootte en maaswijdte van het wegennet waarop het verkeer moet worden beschreven;
- b. het verband tussen zonegrootte en nauwkeurigheid van ruimtegebruiks- en afstandsvariabelen;
- c. de rekentechnische consequenties van het zone-aantal voor alle modelonderdelen.

Formuleren van criteria voor de zonering op grond van deze relaties.

3. Reisweerstand

- a. Analyse van het verband tussen weglengte en gemiddelde reistijd, afhankelijk van dwarsprofiel en alignement. Ontwikkeling van een functie voor het totale reisbezwaar uitgedrukt in kosten, afhankelijk van reistijd en weglengte.
- b. Idem voor recreatieverkeer; analyse van de invloed van recreatieve aantrekkelijkheid van een wegvak op het totale reisbezwaar.

4. Ritproductie

Kwantificeren van de relatieve ritproductie van

- a. agrarisch grondgebruik ten opzichte van niet-agrarische arbeidsplaatsen;
- b. verschillende categorieën verzorging onderling;
- c. verschillende typen recreatievoorzieningen onderling;
- d. verblijfsrecreanten ten opzichte van permanente bevolking;
- e. bevolkingsgroepen met verschillende demografische en socio-economische eigenschappen.

5. Afstandsfuncties

Analyse van de frequentieverdeling van ritlengten per ritmotief, aan de hand van diverse wegenquête-resultaten. Testen van verschillende afstandsfuncties W_{ijm} per ritmotief.

6. Ritfrequentie per relatie

Analyse van de ritfrequentie q_m in vervoerseenheden per verkeersrelatie, voor de verschillende ritmotieven, aan de hand van elders verrichte huisenquêtes. Zo mogelijk afleiden van gemiddelde waarden per ritmotief.

7. Verplaatsingen per ritmotief

Analyse van het verband tussen de verdeling naar verplaatsingswijze en de ritlengte per ritmotief, aan de hand van diverse wegenquête-resultaten.

8. Rittoedeling

Onderzoeken van de mogelijkheid, de routekeuze te meten in een elektrisch analogon van het wegennet met correctie van de gevoeligheid voor weerstandsverschillen. Vergelijken van de aldus verkregen uitkomsten van vergelijking (14) met die van de Steierwald-analogie van zuivere parallelschakelingen volgens (15) en (16).

Vooruitlopend hierop liggen de volgende metingen van gebieds- en verkeersvariabelen voor de hand:

De sociografische variabelen per zone, B, P, A, V en R, zijn grotendeels te ontleen aan bestaande statistieken (volkstelling, bodemstatistiek e.d.) en aan topografische kaarten. Voor enkele onderdelen zullen aanvullende gegevens verzameld moeten worden.

De wegennetvariabelen, i.c. de wegvaklengtes kunnen worden afgelezen

van topografische kaarten. Indien de rijksnelheden kunnen worden afgeleid uit dwarsprofiel en alignement per wegvak, kunnen hieraan tevens reistijden per wegvak worden ontleend.

De verkeersvariabelen volgen uit de volgende metingen:

- . mechanische tellingen leveren de verdeling van etmaalintensiteiten van assenpassages over het jaar;
- . visuele tellingen op alle mechanische telpunten leveren de samenstelling van de etmaalintensiteit in aantallen vervoerseenheden en inzittenden per verplaatsingswijze en per rijrichting;
- . wegenquêtes op alle telpunten leveren de samenstelling van de etmaalintensiteit in aantallen per ritmotief, alsmede herkomsten en bestemmingen van de ritten, waaruit via de ritlengtenverdeling tot een vorm voor W_{ijm} kan worden geconcludeerd.

Het bij de wegenquêtes geregistreeerde aantal inzittenden per verplaatsingswijze en per ritmotief geeft wellicht een indicatie omtrent de ritlengtefrequenties per relatie, q_a , q_v en q_r .

De meting van de verkeersvariabelen per wegvak levert zoveel vergelijkingen (14) respectievelijk (16) als er telpunten onderscheiden worden. Met behulp van deze vergelijkingen kunnen de onbekende parameters zonodig worden vereffend, door de modelwaarden voor JEG_k zo goed mogelijk bij de gemeten waarden te laten aansluiten.

4. LITERATUUR

- BERG, B.J. VAN DEN, 1973. Capaciteitsnormen voor openluchtrecreatiegebieden. Nota ICW 763, Wageningen.
- CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK, 1970. Statistiek van de wegen, 's-Gravenhage.
- CENTRALE CULTUURTECHNISCHE COMMISSIE, 1969. Plattelandswegennota, 's-Gravenhage.
- COMMISSIE BEVORDERING OPENBAAR VERVOER WESTEN DES LANDS, 1968. De verplaatsingsgewoonten van de inwoners van het gebied van onderzoek. Interimrapport I.1, 's-Gravenhage.
- FLACH, A.J., 1966. Ritproductie van landbouwverkeer in graslandgebieden. Versl. Landbk. Onderz. 678, Wageningen.

- GANTVOORT, J.Th., 1973. De behoefte aan winkelruimte in Nederland. Stedebouw en Volkshuisvesting 54-6.
- GOUDAPPEL, H.M., 1970. Verkeers- en vervoersstudies. ANWB, Serie Verkeerskunde en Verkeerstechniek nr. 9, 's-Gravenhage.
- HAMERSLAG, R., 1972. Prognosemodel voor het personenvervoer in Nederland, ANWB, 's-Gravenhage.
- 't HART, M., H.M. GOUDAPPEL, A. BLACK, 1964. The interaction of traffic generation and land use in Amsterdam. Seventh Int. Study Week in Traffic Engineering, London.
- JAARSMA, C.F., 1972. Ritproductie en -karakteristieken van legkippenhouderijen en slachtkuikenmesterijen, Verkeerstechniek 23-12.
- en J.L.M. VAN DER VOET, 1972. Recreatieverkeer en recreatiewegen, WIRO-rapport nr 5, Wageningen.
- MICHELS, Th. en Th.G.C. VAN DER HELJDEN, 1973. Snelheidsgedrag van automobilisten op wegen buiten de bebouwde kom. Nota ICW 786, Wageningen.
- NEDERLANDS ECONOMISCH INSTITUUT, 1972. Integrale Verkeers- en Vervoers Studie, 's-Gravenhage.
- SPIJK, P. en L.J. MIDDELKOOP, 1970. Verkeer en nederzettingsvorm; opzet en uitvoering van het onderzoek. Nota ICW 564, Wageningen.
- STEIERWALD, G., 1961. Verkehrsumlegung auf Stadtstrassennetze. Elektronisches Rechnen im Verkehrswesen. Haus der Technik E.V., Essen. Heft 9. Essen.
- STOL, Ph.Th., 1973. Het gebruik van de negatief-exponentiële kansverdeling voor afvoergegevens en voor het bepalen van de maatgevende afvoer. Deel I: Theoretische achtergronden. Nota ICW 724, Wageningen.
- STICHTING INSTITUUT VOOR VERKEERS- EN VERVOERSECONOMIE, 1971. Recreatieverkeer in Nederland in 1980, 1990 en 2000, Amsterdam.
- VERBOST, G.P. en H.D.L. VAN RIJN, 1974. De ontwikkeling van het verkeer op plattelandswegen. Verkeerstechniek 25-8.
- VINK, L.W., 1972. Omvang van verkeer op ontsluitingswegen voor bedrijven met glastuinbouw. Bedrijfsontwikkeling 3-9.
- WAARD, J. DE, 1971. Analyse van het verkeer op 84 plattelandswegen. Nota ICW 634, Wageningen.