

DOELMATIGHEID VAN ONDERZOEK NAAR HET VERPLAATSGEDRAG

R-79-42

Ir. F.C. Flury

Voorburg, 1979

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

1. INLEIDING

Onderzoek naar het verplaatsingsgedrag van de bevolking heeft ten doel algemene kennis te verzamelen over het verplaatsingsgedrag, over de factoren die het verplaatsingsgedrag beïnvloeden, en de mate waarin zij dat doen. In het bijzonder is het van belang dat wordt nagegaan of en in welke mate het verplaatsingsgedrag verandert onder invloed van veranderingen van externe variabelen en onder invloed van gerichte maatregelen.

De belangrijkste gegevens over het verplaatsingsgedrag zijn:

1. De vervoersprestatie, dat is de totale verplaatsingsafstand.

Deze is te bepalen door sommering van de afzonderlijke verplaatsingsafstanden over alle verplaatsingen of als het produkt van het aantal verplaatsingen en de gemiddelde verplaatsingsafstand.

2. De reisduur, dat is de totale tijdsduur besteed aan reizen.

Deze is te bepalen door sommering van de afzonderlijke verplaatsingstijden over alle verplaatsingen of als het produkt van het aantal verplaatsingen en de gemiddelde reisduur per verplaatsing.

De vorengenoemde gegevens dienen gedifferentieerd te kunnen worden naar een aantal variabelen, waarvan de belangrijkste zijn:

- a. verplaatsingsmotief (bestemmingskeuze)
- b. verplaatsingswijze (keuze vervoermiddel)
- c. verplaatsingsweg (routekeuze).

Aangezien het registreren van alle verplaatsingsactiviteiten van alle individuen van een populatie een te omvangrijke tijdrovende taak zou zijn, dient volstaan te worden met een steekproef, die representatief moet zijn (dus aselekt getrokken) en voldoende groot om gewenste nauwkeurigheidsgrenzen te bereiken.

2. STEEKPROEFTREKKING

Doel van de steekproeftrekking is het verkrijgen van een aselechte steekproef van alle verplaatsingen (ritten) die in een bepaalde periode in een bepaald gebied door een bepaalde populatie gemaakt worden.

Een steekproef uit verplaatsingen is niet rechtstreeks te trekken. Indirecte steekproeftrekking is op verschillende manieren mogelijk.

2.1. Steekproef uit de bevolking

Verondersteld wordt dat het verplaatsingsgedrag van een aselechte steekproef uit de bevolking representatief is voor het verplaatsingsgedrag van de gehele bevolking.

Aselectheid veronderstelt dat het verplaatsingsgedrag niet van invloed is op de samenstelling van de steekproef.

Bij enquêtes langs de weg zullen uithuizige individuen overgerepresenteerd zijn. Bij enquêtes aan huis zullen uithuizigen ondergerepresenteerd zijn (overgerepresenteerd in de non-response categorie).

Indien door een corrigerende selectieprocedure de aselectheid gewaarborgd kan worden, is daarmee de representativiteit nog niet gegarandeerd. Voorwaarde is dat het verplaatsingsgedrag niet door de enquête wordt beïnvloed.

2.2. Steekproef uit het wegennet

Permanente waarneming van het totale wegennet leidt tot informatie over alle verplaatsingen voor wat betreft het aantal verplaatsingen en de verplaatsingsafstand.

Indien het wegennet gelijkmatig en zeer dicht belegd wordt met telpunten waar alle passanten geregistreerd worden, dan wordt wel het totaal aan verplaatsingen gemeten, maar niet het aantal verplaatsingen en de verdeling van de verplaatsingsafstanden. Elke telling is equivalent met een eenheidsafstand. Verplaatsingen over grotere afstanden worden vaker geteld. Zouden passanten

geïdentificeerd kunnen worden (kentekenregistratie) dan zouden via verkeerstellingen het aantal verplaatsingen en de verplaatsingsafstanden onafhankelijk bepaald kunnen worden.

Verondersteld wordt dat een maat voor de totale verplaatsingsafstand verkregen wordt door verkeerstellingen op een aselechte deelverzameling van alle mogelijke telpunten.

Voorwaarde is dat selectie van telpunten niet beïnvloed wordt door de intensiteit ter plaatse en dat de intensiteit ter plaatse niet wordt beïnvloed door de selectie als telpunt.

3. METING VAN DE VERVOERSPRESTATIE

3.1. Enquête

De vervoersprestatie in voertuigkilometers, resp. reizigerskilometers, kan gemeten worden door middel van een enquête onder een steekproef van de bevolking.

Het aantal verplaatsingen (v) waarover informatie verkregen wordt is het produkt van het aantal geënquêteerden (p), het aantal dagen (d) waarover geënquêteerd wordt, en het gemiddelde aantal verplaatsingen (r) dat een individu dagelijks maakt.

$$v = p.d.r. \qquad (1)$$

Indien een individu over een groter aantal verplaatsingen ondervraagd wordt dan zijn in het algemeen de verplaatsingen niet meer onafhankelijk van elkaar.

Van de ca. 22 verplaatsingen per week maakt de doorsnee werknemer er 10 in woon-werk verkeer.

Indien een woon-werk rit wordt onderbroken (voor het doen van inkopen bijvoorbeeld) dan wordt de woon-werk rit niet meer als zodanig opgevat, maar als twee afzonderlijke ritten. Qua verkeersprestatie is het echter dezelfde rit als op andere werkdagen. Qua expositie eveneens, afgezien vanaf het moment van onderbreking tot de hervatting van de rit. Bij een langdurige onderbreking kan uiteraard de verkeersintensiteit aanmerkelijk gewijzigd zijn en daarmee ook het risico.

Indien voor het doen van inkopen of andere onderbrekingen een omweg gemaakt wordt, verandert daarmee de route en de verplaatsingsafstand. Ook in dit geval kan toch niet beweerd worden dat één tussenbestemming leidt tot twee verplaatsingen die zowel onderling als van de woon-werk afstand onafhankelijk zijn.

Uit bovenstaande overwegingen volgt dat de verkregen informatie niet evenredig toeneemt met het aantal dagen waarover geënquêteerden ondervraagd worden. Hetzelfde geldt in zekere mate voor het aantal ritten dat per dag wordt afgelegd; ook deze zijn qua afstand niet onafhankelijk van elkaar.

Het is dus nodig de vergelijking (1) uit te breiden met een factor η_e voor de effectiviteit van de enquête:

$$v_e = \eta_e \cdot p.d.r. = \eta_e \cdot v$$

Waarin η_e (≤ 1) een functie is van d en r .

De effectiviteit zal hoger zijn naar mate meer personen over een kleiner aantal ritten ondervraagd worden. Vermoedelijk echter zullen de kosten toenemen als een groter aantal personen over een kleiner aantal ritten ondervraagd wordt.

In het verleden is gebleken dat weggebruikers niet in staat zijn nauwkeurige informatie te verschaffen over de door hen afgelegde afstanden. De afwijkingen die bij nameting geconstateerd worden verschillen nogal per soort vervoermiddel. Overschatting van de afstand overheerst.

Indien een accurate methode gevonden wordt om de werkelijke afgelegde afstanden te verifiëren (waarover, als gevolg van recente ervaringen, thans minder optimisme bestaat dan vroeger) dan kan een verdeling worden gemaakt van afwijkingen van de opgegeven afstanden ten opzichte van de werkelijke verplaatsingen, en kan onderscheid worden gemaakt tussen systematische en toevallige afwijkingen.

De opgegeven verplaatsingsafstanden kunnen dan voor systematische afwijkingen gecorrigeerd worden. De toevalspreiding kan verkleind worden door de steekproef te vergroten.

Bij een relatief kleine omvang van de steekproef is de toevalspreiding omgekeerd evenredig met de wortel uit de effectieve steekproefomvang.

3.2. Verkeerstelling

Een maat voor de vervoersprestatie in voertuigkilometers kan worden bepaald door verkeerstellingen op aselect gekozen punten van het wegennet.

Het aantal verplaatsingen (v) waarover informatie verkregen wordt

is het produkt van het aantal telpunten (t), het aantal uren (h) waarover geteld wordt en de intensiteit (i): het aantal verkeers-eenheden dat per uur het telpunt passeert.

$$v = t.h.i. \quad (3)$$

Dit aantal verplaatsingen kan alleen gelden als vergelijkingsmaat voor de vervoersprestatie als aangenomen wordt dat de gemiddelde verplaatsingsafstand invariant is over de tijd en over alle andere onderverdelingen waarvoor interesse bestaat. Deze aanname is uiterst discutabel.

Een alternatief is dat verkeerstellingen uitsluitend gebruikt worden als indicatie voor het aantal verplaatsingen en dat additionele methoden worden toegepast om informatie te verkrijgen over variatie en differentiatie van verplaatsingsafstanden. In dat geval wordt de vervoersprestatie gevonden als produkt van het aantal verplaatsingen en de gemiddelde verplaatsingsafstand.

Een derde mogelijkheid is om de lengte van het wegvak waarin het beschouwde telpunt gelegen is als maat voor de verplaatsingsafstand te kiezen.

Evenals bij enquêtering van een persoon betreffende meerdere verplaatsingen is er ook bij tellingen van het verkeer op een telpunt geen onafhankelijkheid tussen opeenvolgende passanten. In het verkeer treedt veel clustering op, zowel naar verkeersmiddel als naar ritmotief als naar leeftijdsgroepen. Er is dus een relatief grote kans dat opeenvolgende passanten op een telpunt tot dezelfde soort vervoersmiddel, ritmotief en leeftijdsgroep behoren, en vermoedelijk is de correlatie van hun verplaatsingsafstand gemiddeld hoger dan bij willekeurige verplaatsingen het geval is. Ook hier is het nuttig om met een effectieve omvang v_e van de verkeerstellingen te rekenen

$$v_e = \eta_t . t.h.i. \quad (4)$$

waarin de effectiviteitsfactor η_t voor de verkeerstellingen een functie is van h en i .

4. DE KOSTEN VAN HET VERZAMELEN VAN GEGEVENS

De kosten K voor het verzamelen van gegevens betreffende de elementen van een verzameling (of de individuen van een populatie of gebeurtenissen van een bepaalde soort) hangen af van een aantal factoren, te weten:

- a. het aantal elementen N van de steekproef waarover informatie verzameld wordt;
- b. het aantal S en de aard van de kenmerken waarover per element informatie verzameld wordt;
- c. de verlangde nauwkeurigheid (betrouwbaarheid etc.) van de verzamelde gegevens;
- d. de methode m van verzamelen van de gegevens (inclusief verwerking tot gebruiksklaar materiaal).

De kosten K_m van het verzamelen van de benodigde gegevens volgens de methode m kunnen worden gesplitst in kosten $K_{m,o}$ die onafhankelijk zijn van het aantal elementen waarover informatie verzameld wordt en kosten $K_{m,N}$ die afhankelijk zijn van dat aantal elementen.

$$K_m = K_{m,o} + K_{m,N} \quad (5)$$

De kosten kunnen evenredig zijn met het aantal elementen van de steekproef. Aannemelijker is dat de meerkosten per element geleidelijk zullen afnemen met een toenemend aantal elementen.

In het algemeen zal dus gelden

$$K_m = K_{m,o} + \sum_{n=1}^N k_{m,n} \quad (6)$$

$$\text{met } k_{m,n+1} \leq k_{m,n} \quad (7)$$

De kosten per element kunnen nog verder opgesplitst worden, nl. in algemene kosten per element $k_{m,n,o}$ en kosten per soort kenmerk waarover informatie verzameld wordt $k_{m,n,s}$.

Vergelijking (6) kan daarmee herleid worden tot

$$K_m = K_{m,o} + \sum_{n=1}^N (k_{m,n,o} + \sum_{s=1}^S k_{m,n,s}) \quad (8)$$

De kosten per soort kenmerk waarover informatie verzameld wordt, zijn afhankelijk van de verlangde betrouwbaarheid, nauwkeurigheid etc. van de betreffende gegevens.

De onnauwkeurigheid van "meetgegevens" kan ook in twee componenten (categorieën) gesplitst worden nl. in systematische fouten en toevallige fouten (spreiding, error).

Voor veel onderzoek is het niet zozeer van belang om per element over nauwkeurige gegevens te beschikken, maar om een nauwkeurige verdeling over de beschouwde verzameling. (Uitgedrukt in statistische grootheden als gemiddelde, spreiding, scheefheid, wending etc.)

Naast de systematische en toevallige meetfouten kunnen systematische en toevallige fouten bij het trekken van de steekproef optreden. De systematische fouten hangen af van de wijze van steekproeftrekking. De toevallige fouten in de steekproeftrekking nemen af met toenemende grootte van de steekproef.

5. HET MAATSCHAPPELIJK NUT VAN HET VERZAMELEN VAN GEGEVENS

Het maatschappelijk nut van het verzamelen van gegevens is hoofdzakelijk indirect te bepalen. De gegevens worden gebruikt ten behoeve van onderzoek waarvan de conclusie gebruikt worden voor het ontwikkelen van maatregelen die een maatschappelijk nut hebben, of voor het modificeren van maatregelen waardoor het maatschappelijk nut daarvan toeneemt.

Op het moment dat beslist moet worden over het al-dan-niet verzamelen van bepaalde gegevens, bestaat gewoonlijk wel behoefte aan dergelijke gegevens voor bepaalde onderzoekprojecten, maar er is zelden meer dan een vage notie van maatregelen die mede op dergelijk onderzoek gebaseerd zouden kunnen worden, en nog minder van het maatschappelijk nut van zulke maatregelen.

Het vaststellen van het maatschappelijk nut van een maatregel (evaluatie) kan een te moeilijke opgave blijken zelfs nadat de maatregel genomen is.

Voorzover dat is toe te schrijven aan het ontbreken van de benodigde gegevens levert dit dan wel een argument om die gegevens te gaan verzamelen, maar ook weer niet tot elke prijs.

De beslissing om tot het verzamelen van bepaalde gegevens over te gaan, behoudt blijkbaar voorlopig zijn speculatieve basis.

De beslissing om aan een bepaalde methode van gegevens verzamelen de voorkeur te geven, als tot het verzamelen van de betreffende gegevens besloten is, kan op een meer rationele basis genomen worden. Uitgangspunt is de aanname dat het maatschappelijk nut dat op basis van een bepaalde verzameling van gegevens kan worden verkregen niet afhankelijk is van de wijze waarop de gegevens zijn verkregen, maar uitsluitend van de omvang (aantal en soort) en de kwaliteit (nauwkeurigheid, betrouwbaarheid, enz.) van de verzameling gegevens. Een op het oog vrij plausibele aanname.

In een aantal gevallen is het dan relatief eenvoudig om een voorkeur te bepalen.

1. De goedkoopste methode voor het verzamelen van gegevens verdient

de voorkeur als deze tenminste zowel kwantitatief als kwalitatief dezelfde informatie verschaft.

2. Bij gelijke kosten verdient die methode de voorkeur die kwantitatief en kwalitatief tenminste dezelfde en in sommige opzichten betere informatie oplevert.

Deze eenvoudige gevallen zullen zich in de praktijk zelden voordoen.

In het algemeen zal de methode die meer en/of betere informatie verschaft ook de duurdere blijken. Wordt bij vergelijking van methoden voor informatieverzameling van een vast budget uitgegaan, dan zullen waardeoordelen over ten dele ongelijksoortige informatiebestanden gevormd moeten worden, hetzij omdat meer informatie tegen grotere nauwkeurigheid moet worden afgewogen, hetzij omdat beide methoden een deelpakket unieke informatie opleveren, dat niet met de andere methode verkregen kan worden.

De bepaling van het relatieve maatschappelijk nut van informatieverzamelingen die volgens verschillende methoden voor een gegeven budget verkregen kunnen worden, kan als gevolg benaderd worden. De verzameling S van kenmerken waarover we informatie wensen te verzamelen, kan worden gesplitst in vier deelverzamelingen te weten:

1. De verzameling kenmerken S_{ab} waarover beide methoden informatie kunnen verschaffen.
2. De verzameling kenmerken S_a waarover alleen de methode a informatie kan verschaffen.
3. De verzameling kenmerken S_b waarover alleen de methode b informatie kan verschaffen.
4. De verzameling kenmerken S_o waarover geen van beide methoden informatie kunnen verschaffen.

Het is daarbij nuttig in eerste instantie alleen de belangrijkste kenmerken in de beschouwing te betrekken. Indien daaruit geen duidelijke voorkeur voor een van beide methoden volgt, kunnen minder belangrijke kenmerken in de waardebeoordeling betrokken worden. Geeft ook dit geen uitsluitsel, dan zijn de methoden blijkbaar naar hun maatschappelijk nut gemeten gelijkwaardig, afgezien van beoordelingsfouten.

Per verplaatsing zijn de belangrijkste kenmerken

- a. de verplaatsingsafstand
- b. de reisduur
- c. het verplaatsingsmotief
- d. de verplaatsingswijze
- e. de verplaatsingsweg
- f. het verplaatsingstijdstip

Om informatie over de totale mobiliteit te verkrijgen dient uit een voldoende grote aselechte steekproef de gemiddelde verplaatsingsafstand te kunnen worden bepaald. Bovendien moet de wijze van steekproeftrekking informatie verschaffen over welke fractie van alle verplaatsingen de steekproef omvat.

Ook binnen de groep belangrijkste kenmerken zijn niet alle kenmerken even belangrijk.

Zolang het aantal ongevallen, slachtoffers, doden per reizigerskilometer een meer gebruikelijke maat voor de verkeersonveiligheid is dan het aantal per reizigersuur, is de verplaatsingsafstand een belangrijker gegeven dan de reisduur.

Indien de gemiddelde reissnelheid per soort voerpmiddel en de variatie in de reissnelheid met de omstandigheden bekend is, kan men de gemiddelde verplaatsingsafstand en de gemiddelde reisduur in elkaar omrekenen, en moet in het algemeen het nut van beide gegevens te zamen lager gewaardeerd worden dan het gesommeerde nut van elk van de gegevens afzonderlijk.

Indien echter over de reissnelheid onvoldoende betrouwbare en nauwkeurige informatie beschikbaar is, dan heeft de combinatie van verplaatsingsafstand en reisduur een hogere waarde dan de gesommeerde waarden van verplaatsingsafstand en reisduur afzonderlijk.

Evenzo is de combinatie van verplaatsingsafstand (respectievelijk tijdsduur) met het (landelijk, jaarlijks) totaal aantal ritten waardevoller dan de som van de waarden van elk afzonderlijk.

De waarde van de gegevens: aantal verplaatsingen, verplaatsingsafstand en reisduur is ook afhankelijk van de nauwkeurigheid waarmee ze de realiteit weergeven. Immers, naar mate de onnauwkeurigheid groter is zal het vaker voorkomen in voor- en nastudies naar het effect

van veiligheidsmaatregelen, dat de toevallige spreiding in de verplaatsingsgegevens tot onjuiste conclusies leidt. Het effect van maatregelen kan zowel overschat als onderschat worden. In het eerste geval kan ten onrechte tot handhaving en uitbreiding van de maatregel besloten worden, in het tweede geval, evenzeer ten onrechte, tot afschaffing.

Bij landelijke verkeersveiligheidsmaatregelen zoals snelheidslimieten, alcoholwetten, periodieke autokeuringen, propaganda-acties, autogordels, helmen e.d. is een risicovermindering van enkele procenten een waardevol resultaat.

Een standaardfout in de mobiliteitsmetingen van dezelfde grootteorde kan al tot 50% foute beslissingen leiden.

6. VERGELIJKING VAN METHODEN VOOR HET VERZAMELEN VAN GEGEVENS

Er zijn een aantal methoden om gegevens te verkrijgen over het verplaatsingsgedrag van mensen. Twee groepen zijn al genoemd in Hoofdstuk 3, nl. verkeerstellingen en enquêtes.

Van beide groepen zijn er een aantal varianten. Bovendien kunnen combinaties gemaakt worden van twee of meer methoden.

6.1. Overzicht van onderzoekmethoden

1. Verkeerstellingen met automatisch tellende en registrerende apparatuur

Verkeersdeelnemers die het telpunt passeren worden gedetecteerd en geregistreerd. Met sommige detectoren zijn sommige soorten vervoersmiddelen te herkennen.

2. Verkeerstellingen verricht door tellende waarnemers

Passerende verkeersdeelnemers worden naar soort verkeersmiddel herkend en geregistreerd.

3. Enquête met ondervraging door een ervaren, goed geïnstrueerde enquêteur

Geënquêteerden kunnen ondervraagd worden betreffende aantal en aard van hun verplaatsingen in een voorbije periode.

4. Rittenboek

Een vorm van schriftelijk enquêteren waarbij geënquêteerden worden verzocht gedurende een bepaalde periode gegevens betreffende hun verplaatsingen te noteren.

5. Routekaart

Een vorm van schriftelijk enquêteren waarbij geënquêteerden wordt verzocht gedurende een bepaalde periode hun verplaatsingen op een kaart aan te geven.

Er kunnen verschillende overwegingen zijn twee of meer van de genoemde onderzoeksmethoden te combineren, omdat:

- a. geen der methoden alle gewenste informatie kan verschaffen;
- b. geen der methoden voor alle gewenste informatie de kleinste systematische fout heeft;
- c. geen der methoden voor alle gewenste informatie de grootste nauwkeurigheid heeft.

Met de vijf genoemde onderzoeksmethoden kunnen in principe eenendertig combinaties gemaakt worden. Uitgaande van een vast budget kunnen combinaties in elke willekeurige verhouding gemaakt worden.

6.2. Vergelijking van onderzoeksmethoden met betrekking tot de kerngegevens

1. Het aantal verplaatsingen

Verkeerstellingen geven informatie over het aantal verplaatsingen dat de telpunten passeert. De verhouding tot het aantal werkelijke verplaatsingen is echter niet eenvoudig te bepalen.

Enquêtes, rittenboeken en routekaarten geven informatie over het aantal verplaatsingen van een bekende fractie van de bevolking gedurende een bekende fractie van het jaar.

2. De verplaatsingsafstand per verplaatsing

Verkeerstellingen geven geen informatie over de per verplaatsing afgelegde afstand. Dit zou alleen mogelijk zijn als het wegennet zeer dicht belegd was met telpunten en bij ieder telpunt de passerende verkeersdeelnemers geïdentificeerd zouden kunnen worden (met kentekenregistratie bijvoorbeeld) waardoor de verplaatsing gereconstrueerd kan worden.

Bij enquêtes, rittenboeken en routekaarten wordt de afgelegde afstand per verplaatsing vastgelegd, zodat de ritlengteverdeling, met gemiddelde en spreiding etc., bepaald kan worden.

3. De mobiliteit

Verkeerstellingen mits simultaan uitgevoerd op een voldoende groot aantal aselekt gekozen telpunten kunnen worden geïnterpreteerd als meting van de gemiddelde intensiteit over het volledige wegennet. Vermenigvuldiging van deze gemiddelde intensiteit met de lengte van het wegennet geeft de uurprestatie in voertuigkilometers. Sommering over een jaar geeft de mobiliteit als jaarkilometrage.