

Methodieken voor verkeersonderzoek

Inhoud

| | |
|--|----------|
| 1. INLEIDING | 1 |
| 2. DE 11 ONDERZOEKSMETHODEN IN DRIE TABELLEN | 2 |
| 3. TOELICHTING PER ONDERZOEKSMETHODE | 8 |
| 3.1 METHODE 1 KRUISPUNTTELLING..... | 8 |
| 3.2 METHODE 2 DOORSNEDETELLING..... | 13 |
| 3.3 METHODE 3 ROTONDETELLING..... | 19 |
| 3.4 METHODE 4 KENTEKENONDERZOEK..... | 24 |
| 3.5 METHODE 5 SNELHEIDSMETING..... | 31 |
| 3.6 METHODE 6 WACHTRIJMETING..... | 34 |
| 3.7 METHODE 7 WACHTTIJDMETING..... | 37 |
| 3.8 METHODE 8 REISTIJDENMETING..... | 45 |
| 3.9 METHODE 9 OVERSTEEKBAARHEIDSMETING..... | 50 |
| 3.10 METHODE 10 PARKEERDRUKMETING..... | 55 |
| 3.11 METHODE 11 PARKEERDUUR- EN PARKEERMOTIEFMETING..... | 60 |

1. Inleiding

Iedereen die zich beroepsmatig met verkeer bezighoudt heeft wel eens met verkeersonderzoek te maken. Wie bijvoorbeeld een aangepast of nieuw ontwerp van een kruispunt gaat maken, moet eerst weten hoeveel verkeer gebruikmaakt van het kruispunt. Een betrokken verkeerskundig medewerker van een gemeente gaat op zoek naar gegevens hierover. Als deze niet beschikbaar zijn, zal de verkeerskundige de juiste informatie moeten verzamelen. Dat betekent: de juiste vragen formuleren en de juiste onderzoeken uitvoeren.

Vaak draait een dergelijk onderzoek om vragen als:

- Wie maken gebruik van het kruispunt? Hoeveel voetgangers, fietsers en automobilisten passeren dagelijks het kruispunt?
- Wat is er te vinden op het kruispunt? Hoeveel rijstroken zijn er bijvoorbeeld? Zijn er aparte stroken voor linksaf en rechtsaf? Hebben fietsers een eigen rijbaan?
- Waar rijden de voertuigen? Rijden alle voertuigen rechtdoor op de middelste rijstrook of gebruiken zij vooral de rijstroken voor linksaf en rechtsaf?
- Waarom nemen de weggebruikers dit kruispunt? Willen zij een naastgelegen winkelgebied inrijden of hebben zij andere redenen?
- Wanneer rijden de meeste voertuigen over dit kruispunt? Is het het drukst in de ochtend- of de avondspits?

Dit is slechts een indicatie van de vele vragen die relevant kunnen zijn in een specifieke situatie. Ook zijn er tal van potentiële methoden toe te passen om de antwoorden te vinden. Het CROW “Handboek Verkeersonderzoek” biedt een praktisch overzicht van de meest toegepaste methoden voor verkeersonderzoek. Dit ‘Handboek verkeersonderzoek’ behandelt de meest voorkomende en gangbare onderzoeksmethoden en -technieken. Onderzoeksmethoden die minder gangbaar zijn of waarvoor zeer gespecialiseerde kennis nodig is, blijven buiten beschouwing.

De elf onderzoeksmethoden die aan bod komen betreffen:

- verkeerstellingen op kruispunten, rotonden en wegvakken (methode 1, 2 en 3);
- onderzoek naar de herkomsten en bestemmingen van wegverkeer aan de hand van kentekens (methode 4);
- metingen van snelheden en reistijden (methode 5 en 8);
- metingen van wachtrijlengtes, wachttijden en de oversteekbaarheid (methode 6, 7 en 9) en
- parkeeronderzoeken naar bezetting en tijdsduur (methode 10 en 11).

2. De 11 Onderzoeksmethoden in drie tabellen

De elf beschreven onderzoeksmethoden voor het verzamelen van verkeersgegevens via observeren of tellen zijn de meest gangbare. Een gedetailleerde beschrijving van

elk van de methoden staat is te vinden in hoofdstuk drie. Om uit deze methoden de geschiktste methode te kunnen selecteren staan de toepassingsgebieden en de resultaatgegevens per methode overzichtelijk op een rij (zie tabel 1 en 2).

Het uitgangspunt bij elke beschrijving is dat de observatie of telling uit te voeren is door waarnemers en/of technische hulpmiddelen als camera's, detectielussen, radar of een andere inwintechniek.

| <i>Toepassingen</i> | <i>Onderzoeksmethode</i> |
|--|----------------------------|
| Het schatten of bepalen van verkeersintensiteit per etmaal | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| Het bepalen van intensiteiten per rijrichting | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| Het bepalen van de verkeerssamenstelling | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| Het dimensioneren van een kruispuntontwerp | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| Input voor milieuberekeningen (geluid en lucht) | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| | 5 Snelheidsmeting |
| | 6 Wachtrijmeting |
| Input voor modelberekeningen | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| | 4 Kentekenonderzoek |
| | 8 Reistijdenmeting |
| Ontwerpen, bijstellen en evalueren van een verkeerslichtenregeling | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| | 6 Wachtrijmeting |
| | 7 Wachtijdmeting |
| | 9 Oversteekbaarheidsmeting |
| Classificatie van wegen | 1 Kruispunttelling |
| | 2 Doorsnedetelling |
| | 3 Rotondetelling |
| De aanwezigheid van sluipverkeer vaststellen | 4 Kentekenonderzoek |
| Herkomsten, bestemmingen en routes van voertuigen achterhalen | 4 Kentekenonderzoek |
| Bereikbaarheid van bepaalde gebieden onderzoeken | 4 Kentekenonderzoek |
| Voertuigbewegingen op grote (onoverzichtelijke) rotondes, kruisingen of gekoppelde kruisingen in kaart brengen | 4 Kentekenonderzoek |
| Evaluatie van effecten na snelheidsremmende maatregelen | 5 Snelheidsmeting |
| De omvang van een snelheidsprobleem bepalen na ongevallen of klachten | 5 Snelheidsmeting |
| De noodzaak bepalen en afwegen van keuze voor plaatsing van verkeerslichten of aanleg van een rotonde | 1 Kruispunttelling |
| | 3 Rotondetelling |
| | 6 Wachtrijmeting |
| | 7 Wachtijdmeting |
| Het evalueren van de werking van een verkeerslichtenregeling | 1 Kruispunttelling |
| | 6 Wachtrijmeting |
| | 7 Wachtijdmeting |
| Het evalueren van een rotonde | 3 Rotondetelling |
| | 6 Wachtrijmeting |
| | 7 Wachtijdmeting |

| | |
|--|-------------------------------------|
| De kwaliteit van het verkeersnetwerk bepalen en het achterhalen waar eventuele vertragende factoren zitten | 4 Kentekenonderzoek |
| | 8 Reistijdenmeting |
| Het evalueren van diverse (tijdelijke) verkeersmaatregelen | 6 Wachtrijmeting |
| | 7 Wachtijdmeting |
| Het evalueren van maatregelen voor kortere wachtrijen | 6 Wachtrijmeting |
| | 7 Wachtijdmeting |
| Verliestijd bepalen bij het oversteken van een geregelde of ongeregelde oversteek | 6 Wachtrijmeting |
| | 7 Wachtijdmeting |
| | 9 Oversteekbaarheidsmeting |
| De veiligheid van een wegoversteek vaststellen | 9 Oversteekbaarheidsmeting |
| Het bepalen van de parkeercapaciteit, eventueel per type parkeerplaats | 10 Parkeerdrukmeting |
| | 11 Parkeerduur-/parkeermotiefmeting |
| Het bepalen van de parkeerdruk/-bezettingsgraad per sectie en/of typeparkeerplaats | 10 Parkeerdrukmeting |
| | 11 Parkeerduur-/parkeermotiefmeting |
| Het achterhalen van parkeermotieven | 11 Parkeerduur-/parkeermotiefmeting |
| Het bepalen van de parkeerduur per sectie en/of type parkeerplaats | 11 Parkeerduur-/parkeermotiefmeting |
| Het totaal aantal voertuigen dat in een periode in een gebied parkeert | 10 Parkeerdrukmeting |
| Het bepalen van het aantal geparkeerde voertuigen per parkeerplaatsgedurende de meetperiode (turn-over) | 11 Parkeerduur-/parkeermotiefmeting |
| Het bepalen van het totaal aantal voertuigen dat in een periode in een gebied parkeert | 11 Parkeerduur-/parkeermotiefmeting |

Tabel 1: Te gebruiken onderzoeksmethode(n) per te onderscheiden toepassing

| Onderzoeksmethode | Gegevens |
|-------------------------------------|---|
| 1 Kruispunttelling | Verkeersintensiteiten op kruispunten: <ul style="list-style-type: none"> • per voertuigcategorie; • per rijrichting (rechtsaf, rechtdoor, linksaf); • per tijdsperiode. |
| 2 Doorsnedetelling | Intensiteiten op wegvakken: <ul style="list-style-type: none"> • per voertuigcategorie; • per rijrichting (heen/terug); • per tijdsperiode. |
| 3 Rotondetelling | Intensiteiten op rotonden: <ul style="list-style-type: none"> • per voertuigcategorie; • per rijrichting (kwart, half, driekwart); • per tijdsperiode. |
| 4 Kentekenonderzoek | <ul style="list-style-type: none"> • intensiteiten per soort verplaatsing; <ul style="list-style-type: none"> - per voertuigcategorie - per tijdsperiode • routes door een gebied; • omvang doorgaand-/herkomst- en bestemmingsverkeer; • reistijden en trajectnelheden. |
| 5 Snelheidsmeting | Snelheden: <ul style="list-style-type: none"> • per voertuigcategorie; • per rijrichting; • per tijdsperiode. |
| 6 Wachrijmeting | Wachrijlengte: <ul style="list-style-type: none"> • in het aantal voertuigen per categorie; • in meters. |
| 7 Wachtijdmeting | <ul style="list-style-type: none"> • gemiddelde wacht- en verliestijden; • percentage verkeersdeelnemers dat moet stoppen; • maximale wachrijlengte. |
| 8 Reistijdenmeting | <ul style="list-style-type: none"> • reistijden; • rijtijden; • duur van vertraging; • snelheden. |
| 9 Oversteekbaarheidsmeting | <ul style="list-style-type: none"> • wachttijden; • oversteekkans; • intensiteit op wegvakken. |
| 10 Parkeerdrukmeting | <ul style="list-style-type: none"> • parkeercapaciteit; • parkeerbezettingsgraad; • aantal geparkeerde voertuigen. |
| 11 Parkeerduur-/parkeermotiefmeting | <ul style="list-style-type: none"> • parkeercapaciteit; • parkeerbezettingsgraad; • aantal geparkeerde voertuigen; • parkeermotieven; • parkeerduur; • aantal geparkeerde voertuigen per parkeerplaats in een periode (turn-over). |

Tabel 2: Verkeersgegevens per onderzoeksmethode

| Methode | Toepassing |
|--------------------|---|
| 1 Kruispunttelling | <ul style="list-style-type: none"> • schatten of bepalen van etmaalintensiteit • bepalen van intensiteiten per rijrichting • bepalen van de verkeerssamenstelling • als input voor milieuberekeningen (geluid en lucht) |

| | | |
|----|--------------------------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> als input voor modelberekeningen ontwerp en bijstellen van een verkeerslichtenregeling dimensioneren van het kruispuntontwerp classificatie van wegen |
| 2 | Doorsnedetelling | <ul style="list-style-type: none"> schatten of bepalen van etmaalintensiteit bepalen van intensiteiten per rijrichting bepalen van de verkeerssamenstelling als input voor milieuberekeningen (geluid en lucht) als input voor modelberekeningen classificatie van wegen |
| 3 | Rotondetelling | <ul style="list-style-type: none"> schatten of bepalen van etmaalintensiteit bepalen van intensiteiten per rijrichting bepalen van de verkeerssamenstelling als input voor milieuberekeningen (geluid en lucht) als input voor modelberekeningen classificatie van wegen |
| 4 | Kentekenonderzoek | <ul style="list-style-type: none"> de aanwezigheid van sluipverkeer vaststellen herkomsten, bestemmingen en routes van voertuigen achterhalen bereikbaarheidsonderzoek voor vastgestelde gebieden voertuigbewegingen op grote (onoverzichtelijke) rotondes, kruisingen of gekoppelde kruisingen in beeld brengen |
| 5 | Snelheidsmeting | <ul style="list-style-type: none"> evaluatie van effecten na beperkende maatregelen bepalen hoe groot een eventueel snelheidprobleem is naar aanleiding van klachten of ongevallen |
| 6 | Wachtrijmeting | <ul style="list-style-type: none"> het evalueren van een verkeerslichtenregeling het evalueren van een rotonde het evalueren van overige (tijdelijke) verkeersmaatregelen |
| 7 | Wachttijdmeting | <ul style="list-style-type: none"> het bepalen van de noodzaak tot plaatsing van verkeerslichten of aanleg van een rotonde het evalueren van getroffen maatregelen ter verkorting van de wachtrijen het evalueren van de werking van verkeerslichtenregelingen het maken van de afweging of er een verkeerslichtenregeling of een rotonde moet komen |
| 8 | Reistijdenmeting | <ul style="list-style-type: none"> de kwaliteit van het verkeersnetwerk bepalen achterhalen waar eventuele vertragende factoren in een netwerk zitten |
| 9 | Oversteekbaarheidsmeting | <ul style="list-style-type: none"> verliestijd bepalen bij het oversteken van een geregelde of ongeregelde oversteek veiligheid van een wegoversteek in beeld brengen |
| 10 | Parkeerdrukmeting | <ul style="list-style-type: none"> het bepalen van de parkeercapaciteit, eventueel onderverdeeld naar categorie |

| | | |
|----|----------------------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • het bepalen van de parkeerdruk, onderverdeeld naar straatsectie en/of naar parkeercategorie • parkeerbezetting per straatsectie en/of per parkeercategorie • bezettingsgraad van de parkeerplaatsen per straatsectie en/of per parkeercategorie • totaal aantal voertuigen dat in een gebied gedurende de meetperiode geparkeerd heeft |
| 11 | Parkeerduur-/parkeermotiefmeting | <ul style="list-style-type: none"> • het bepalen van de parkeer capaciteit, eventueel onderverdeeld naar categorie • parkeerduur per straatsectie en/of per parkeercategorie • achterhalen van parkeermotieven • turn-over, het aantal parkeringen per parkeerplaats gedurende de meetperiode • totaal aantal voertuigen dat in een gebied gedurende de meetperiode geparkeerd heeft |

Tabel 3: Relatie toepassingsgebied en onderzoeksmethode

3. Toelichting per onderzoeksmethode

3.1 Methode 1 Kruispunttelling

a Typering van de methode

Een kruispunttelling betreft de waarneming van alle passerende verkeersdeelnemers op een kruispunt van wegen, waarbij de verschillende rijrichtingen afzonderlijk worden vastgelegd. Vaak maken onderzoekers hierbij ook een onderverdeling naar voertuigcategorieën. Een volledige kruispunttelling omvat tenminste alle mogelijke rijrichtingen, inclusief de oversteekbewegingen van het langzaam verkeer, de voetgangers en (brom)fietsers. Met deze methode zijn eenvoudig en snel gedetailleerde gegevens te verkrijgen over de verkeersintensiteiten, de rijrichtingen en de verkeerssamenstelling. De methode is zonder veel of langdurige voorbereidingen toe te passen en levert vaak direct bruikbare gegevens op, afhankelijk van de dataverzamelingstechniek. Uit de resultaten van een kruispunttelling zijn doorsnedetellingen (zie ook methode 2) voor alle kruispuntarmen af te leiden.

Deze methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- verkeersintensiteit per afzonderlijke telperiode (bijvoorbeeld per 5 minuten, ochtendspits of avondspits);
- (spitsuur)intensiteit op alle wegen die op het kruispunt uitmonden;
- intensiteit per rijrichting op het kruispunt;
- verkeerssamenstelling;
- intensiteit van verkeersdeelnemers die mechanisch moeilijk of niet te detecteren zijn, zoals voetgangers, (brom-)fietsers, auto's met caravans, touringcars en
- gedetailleerde opbouw van de intensiteiten tijdens spitsperioden, bijvoorbeeld per 5 minuten.

Als de waarnemers voldoende gegevens hebben verzameld, is de methode onder meer te gebruiken voor:

- het dimensioneren van een kruispunt(ontwerp);
- de classificatie van wegen;
- het berekenen van de etmaalintensiteit;
- het ontwerpen en bijstellen van verkeerslichtenregelingen en
- het kiezen tussen de aanleg van een rotonde of plaatsing van verkeerslichten.

b Uitvoering

Een kruispunttelling is in hoofdlijnen op twee manieren uit te voeren:

- met waarnemers en
- met camera's.

Bij een kruispunt met verkeerslichten zijn de kruispuntstromen in theorie ook af te leiden uit informatie van de detectielussen die de verkeerslichten aansturen. Dit vereist dat iedere beweging (linksaf, rechtdoor en rechtsaf) voorzien is van een eigen detectielus. Dit is lang niet altijd het geval, bijvoorbeeld als er één strook is voor rechtdoorgaand en rechtsafslaand verkeer. Daarnaast zijn detectielussen (nog) niet in staat het verkeer goed te categoriseren. De gegevens die detectielussen opleveren, zijn dus niet betrouwbaar genoeg voor een volledige kruispunttelling.

Tijdens het uitvoeren van een kruispunttelling registreren waarnemers op een registratieformulier het voertuig, de rijrichting en eventueel de voertuigcategorie per

tijdsinterval. In veel gevallen is het tijdsinterval een periode van 5 of 15 minuten. Afhankelijk van het doel van het onderzoek is hiervan af te wijken. Ook is het zaak op het registratieformulier gegevens te noteren als de waarneemlocatie, de waarnemer, de datum en de weersgesteldheid.

Tip

Verdeel de richtingen zó over de waarnemers dat zij zoveel mogelijk conflicterende richtingen tellen. Over het algemeen tellen vier waarnemers één kruispunt, waarbij elke waarnemer een afvoerende tak en dus drie conflicterende richtingen telt.

c Gegevensverwerking en presentatie

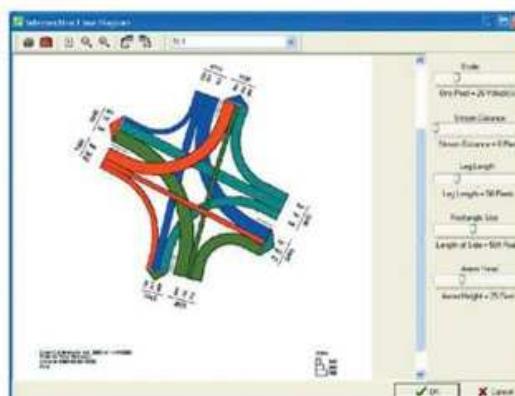
Na de dataverzameling is een groot aantal gegevens beschikbaar. Veelgebruikte manieren om deze gegevens te presenteren zijn:

- totale kruispuntintensiteit, per kwartier en per (spits)uur;
- (spits)uurintensiteit per rijrichting, eventueel gespecificeerd per rijrichting;
- intensiteit per verkeerscategorie, gespecificeerd per rijrichting en
- het aantal voertuigen per uur dat om te rekenen is naar personenauto-equivalenten (pae's).

In tabel:
per tijdseenheid naar categorie

| Time | Car | Motorbike | Car/M | Van | Truck | Truck/Trailer | Tram | Bus | POU |
|---------------|-----|-----------|-------|-----|-------|---------------|------|-----|-----|
| 09:20 - 09:35 | 114 | 2 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 120 |
| 09:35 - 09:50 | 228 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 231 |
| 09:50 - 10:05 | 150 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 152 |
| 10:05 - 10:20 | 229 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 233 |
| 10:20 - 10:35 | 249 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 257 |
| 10:35 - 10:50 | 223 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 4 | 233 |
| 10:50 - 11:05 | 241 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 242 |
| 11:05 - 11:20 | 172 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 176 |
| 11:20 - 11:35 | 221 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 228 |
| 11:35 - 11:50 | 301 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 301 |
| 11:50 - 12:05 | 238 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 240 |
| 12:05 - 12:20 | 220 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 224 |
| 12:20 - 12:35 | 203 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 207 |
| 12:35 - 12:50 | 151 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 153 |

In stromendiagram:
voertuigen weergegeven naar herkomst en bestemming



Figuur 1: Mogelijkheden voor presentatie van de resultaten

Voor het visualiseren van de gegevens zijn diverse softwarepakketten op de markt. Sommige producten zijn alleen geschikt voor het registreren van gegevens, andere zijn ook te gebruiken voor het beheer van de gegevens. Voor het verwerken van eenvoudige gegevens is meestal gebruik te maken van een applicatie als Microsoft Excel. De gegevens komen dan veelal in tabelvorm en in een stroomdiagram te

staan (zie figuur 1). Bij de tabel gaat de voorkeur uit naar stromen per 15 minuten, omdat deze maat nogal gebruikelijk is om uitspraken te doen over het verkeersbeeld. De resultaten zijn ook in verschillende tijdsperioden weer te geven. Denk bijvoorbeeld, afhankelijk van het onderzoeksdoel, aan één of meer van de volgende tijdsweergaven:

- dag-, nacht-, uurgemiddelde;
- etmaalwaarde; periodiek- minimaal drie weken;
- gewogen gemiddelde en
- jaargemiddelde, voor periodieke telpunten bepalen.

d Waarde van de resultaten

De verkeersintensiteit staat onder invloed van factoren als de dag van de week, het weer, het jaargetijde en bijzondere omstandigheden, zoals wegwerkzaamheden of ongevallen. De overdraagbaarheid van de resultaten van een meting hangen daardoor sterk af van de situatie tijdens de onderzoeksdag. Een korte, eenmalige telling levert daarom hooguit een indicatief beeld op.

Over het algemeen is een kruispunttelling met visuele waarnemers gedurende enkele uren, met daarin voor de ochtend- en avondspits de vier drukste aaneengesloten kwartieren, voldoende om een goede indicatie te krijgen van de spitsintensiteit en de samenstelling van het verkeer. De meetresultaten van een telling van enkele uren zijn echter niet te gebruiken om uitspraken op te baseren over de verkeersafwikkeling over een gehele week, een maand of een jaar.

De representativiteit van een dergelijke visuele telling is als volgt te bepalen: door gelijktijdig (mechanische) doorsnedetellingen te houden en de met de hand gemeten verkeersintensiteiten te vergelijken met de intensiteiten van andere perioden of dagen.

e Beperkingen, tips en valkuilen

Door onverwachte omstandigheden kan wel eens een deel van een meetperiode wegvallen. Dit hoeft niet direct problemen te geven. Omtrent uitval zijn over het algemeen de volgende vuistregels aan te houden:

- het missen van 5 minuten is nog geen probleem: de ontbrekende gegevens zijn bij te berekenen;
- bij het missen van meer dan 10 minuten per uur zijn de resultaten van het betreffende uur niet meer bruikbaar en
- het missen van een half uur over een hele telperiode van drie weken is geen probleem, maar het missen van een hele dag leidt mogelijk wel tot problemen.

Kortom, de lengte en aard van de telperiode bepalen mede de ernst van een eventuele fout. Wees wel alert op fouten en bekijk de meetresultaten altijd met verstand.

3.2 Methode 2 Doorsnedetelling

a Typering van de methode

Deze methode is geschikt voor het registreren van alle passerende verkeersdeelnemers op een wegvak en daarbij de verkeersdeelnemers te verdelen in verschillende verkeerscategorieën. Met deze methode zijn snel en eenvoudig gedetailleerde gegevens over de verkeersintensiteit en de verkeerssamenstelling te verzamelen. Het aantal te onderscheiden categorieën verkeersdeelnemers is afhankelijk van het doel van het onderzoek. De methode is zonder veel of langdurige voorbereidingen toe te passen, vergt geen speciale en/of kostbare apparatuur en levert direct bruikbare gegevens op. Deze methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- verkeersintensiteit per afzonderlijke telperiode;
- (spitsuur)intensiteit per rijrichting;
- verkeerssamenstelling;
- opbouw van de intensiteiten tijdens spitsperioden (bijvoorbeeld per 5 minuten) en
- intensiteit per voertuigcategorie. Welke categorieën te onderscheiden zijn, hangt af van de onderzoekstechniek. Mechanisch is het moeilijk om voetgangers, fietsers, auto's met caravans, touringcars en dergelijke te onderscheiden. Daarvoor is meestal een visuele registratie nodig.



Als de waarnemers voldoende gegevens hebben verzameld, is de methode onder meer te gebruiken voor:

- het berekenen van de etmaalintensiteit;
- het uitvoeren van geluidsberekeningen;
- de classificatie van wegen;
- het bepalen van de noodzaak of het gebruik van oversteekvoorzieningen en
- het berekenen van de luchtkwaliteit.

b Uitvoering

Een doorsnedetelling is globaal op twee manieren uitvoerbaar:

- met waarnemers (visueel) en
- met apparatuur (mechanisch).

Tijdens het uitvoeren van een doorsnedetelling wordt per tijdsinterval het voertuig, de rijrichting en eventueel de voertuigcategorie geregistreerd op een registratieformulier. In veel gevallen is het tijdsinterval een periode van 5 of 15 minuten, maar afhankelijk van het doel van het onderzoek is dit aan te passen. Noteer op het registratieformulier eveneens de waarneemlocatie, de waarnemer, de datum en de weersgesteldheid.

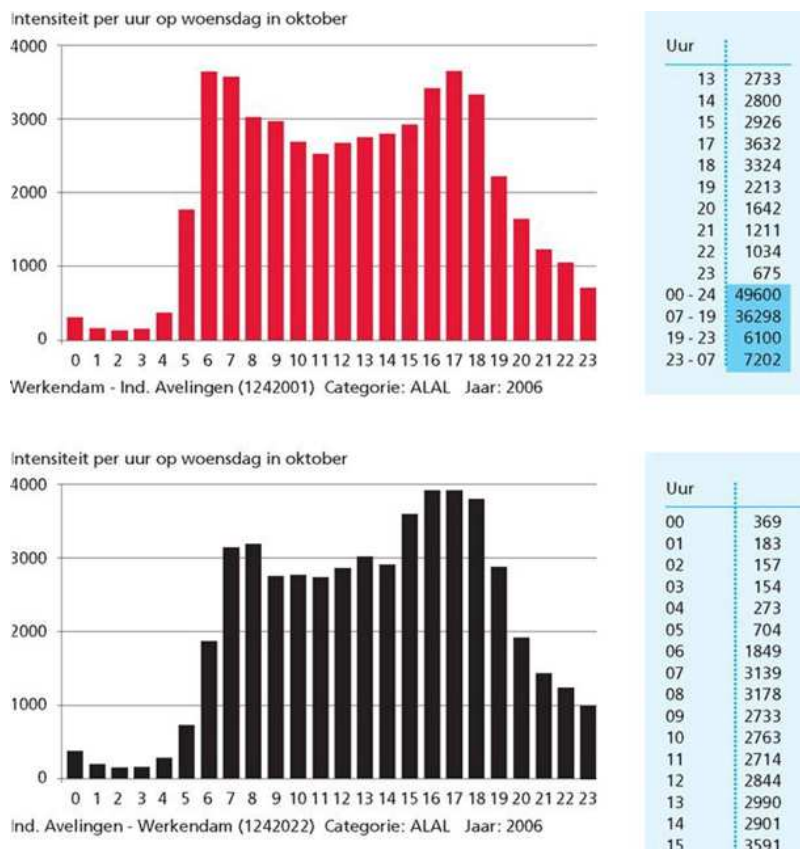
c Gegevensverwerking en presentatie

Na de dataverzameling is een groot aantal gegevens beschikbaar. Veelgebruikte manieren om deze gegevens weer te geven zijn:

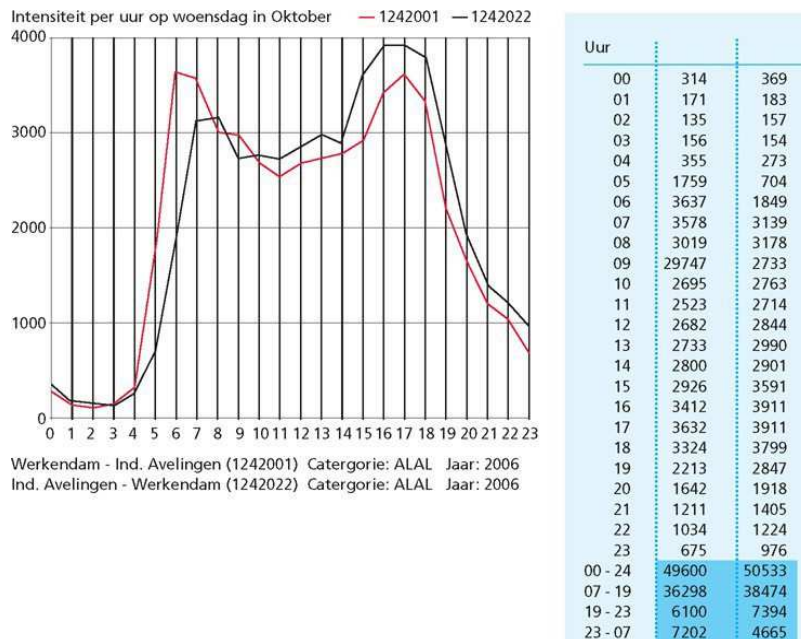
- totale intensiteit op de doorsnede, per kwartier en per (spits)uur;
- (spits)uurintensiteit per rijrichting;
- intensiteit per verkeerscategorie, gespecificeerd per rijrichting;
- het aantal voertuigen per uur, om te rekenen naar personenauto-equivalenten (pae's);
- trends in de intensiteit gedurende de onderzoeksperiode, bij langdurige mechanische tellingen;
- gemiddelde werkdagintensiteit, eventueel uitgesplitst naar rijrichting en voertuigcategorie;
- gemiddelde drukste uur en

- de normale werkdag: de dag in de week waarvan de etmaalintensiteit overeenkomt met de intensiteit van de gemiddelde werkdag en die dus als representatief te beschouwen is voor de gemiddelde werkdag.

Voor de presentatie van de gegevens zijn verschillende softwarepakketten op de markt. Sommige producten zijn alleen geschikt voor het registreren van gegevens, andere zijn ook bruikbaar voor het beheer van de gegevens. Voor het verwerken van eenvoudige gegevens is meestal gebruik te maken van een applicatie als Microsoft Excel. De gegevens komen dan veelal in tabelvorm en soms in een stroomdiagram te staan. De uitkomsten van mechanische tellingen worden veelal ook in een grafiek gepresenteerd (zie figuur 2). Bij de tabel gaat de voorkeur uit naar stromen per 15 minuten, omdat deze maat nogal gebruikelijk is om uitspraken te doen over het verkeersbeeld.



Figuur 2: 24-uursverdeling doorsnede, twee richtingen, losse grafieken (bron: AVV, MTR+)



Figuur 3: 24-uur verdeling doorsnede, twee richtingen, gecombineerde grafiek (bron: AVV, MTR+)

Voor luchtkwaliteitsberekeningen met bijvoorbeeld het CARII-model is het nodig te beschikken over de verkeersintensiteiten en het aandeel vrachtverkeer. Een handig hulpmiddel om met bestaande, soms verouderde of onvolledige intensiteitsgegevens toch een voldoende betrouwbare inschatting te maken van de verkeersintensiteiten is het programma VI-Lucht. Dit programma levert voor een bepaald wegvak voor de huidige situatie en voor 2010, 2015 en 2020:

- een gemiddelde verkeersintensiteit uitgedrukt in motorvoertuigen per etmaal;
- het aandeel en de omvang van het middelzwaar en zwaar vrachtverkeer en
- het aandeel en de omvang van het auto-busverkeer.

d Waarde van de resultaten

Factoren als de dag van de week, het weer, het jaargetijde en bijzondere omstandigheden, zoals wegwerkzaamheden of ongevallen, beïnvloeden de verkeersintensiteit. De overdraagbaarheid van de resultaten van een meting hangen daardoor sterk af van de situatie tijdens de onderzoeksdag. Een korte, eenmalige telling geeft daarom hooguit een indicatief beeld.

Een doorsnedetelling met visuele waarnemers gedurende enkele uren, met daarin voor de ochtend- en avondspits de vier drukste aaneengesloten kwartieren, is doorgaans voldoende om een goede indicatie te krijgen van de spitsintensiteit en de samenstelling van het verkeer. De meetresultaten van een telling van enkele uren

zijn echter niet te gebruiken om uitspraken op te baseren over de verkeersafwikkeling over een gehele week, een maand of een jaar. Tenzij er te refereren valt aan een (semi)-permanent telpunt.

De representativiteit van een dergelijke visuele telling is als volgt te bepalen: door gelijktijdig (mechanische) doorsnedetellingen te houden en de met de hand gemeten verkeersintensiteiten te vergelijken met de intensiteiten van andere perioden of dagen. Een combinatie van een visuele en mechanische telling geeft in veel gevallen bruikbare informatie. Een korte visuele telling kan bijvoorbeeld inzicht geven in de samenstelling van het verkeer (de voertuigklassen), terwijl de mechanische tellingen de representativiteit van de gekozen onderzoeksdag(en) bepalen.

e Beperkingen, tips en valkuilen

Door onverwachte omstandigheden kan soms een deel van een meetperiode wegvallen. Dit hoeft niet direct problemen te geven. Houd bij uitval de volgende vuistregels aan (net als bij methode 1):

- het missen van 5 minuten is nog geen probleem: de ontbrekende gegevens zijn bij te berekenen;
- bij het missen van meer dan 10 minuten per uur zijn de resultaten van het betreffende uur niet meer bruikbaar en
- het missen van een half uur over een hele telperiode van drie weken vormt geen probleem, maar het missen van een hele dag mogelijk wel.

Kortom, de lengte en aard van de telperiode bepalen mede de ernst van een eventuele fout. Wees wel altijd alert op fouten en bekijk de meetresultaten met verstand.

Handige kengetallen:

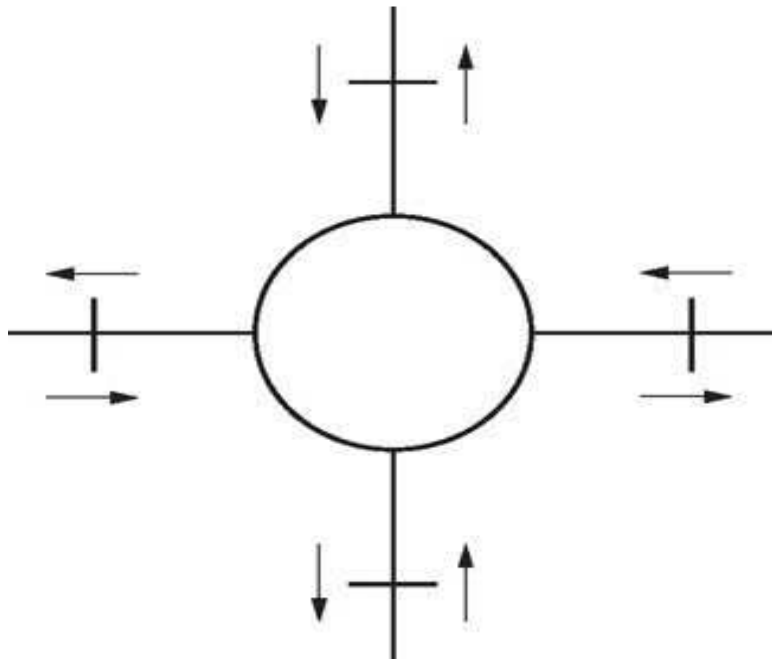
- Spitsuur = ± 10 procent van de etmaalintensiteit. Uiteraard kan dit per locatie specifiek verschillen, maar de vuistregel is een handig hulpmiddel bij het inschatten van de 24-uurswaarde.
- Intensiteit tussen 7.00 en 19.00 uur = ± 80 procent van de etmaalintensiteit. Tellingen vinden meestal plaats tussen 7.00 en 19.00 uur (of in de Randstad

tussen 6.00 en 19.00 uur). Deze tellingen zijn op te hogen naar etmaalniveau door de telwaarde met 1,25 te vermenigvuldigen.

3.3 Methode 3 Rotondetelling

a Typering van de methode

De rotondetelling is een combinatie van een kruispunttelling (methode 1) en kentekenonderzoek (methode 4). Aangezien het, zeker bij grotere rotondes, vaak lastig te bepalen is of een voertuig rechtdoor gaat of linksaf slaat, is vaak een kentekenonderzoek nodig. De armen van de rotonde vormen in dat geval de kordonpunten.



Figuur 4: Kordonpunten, in- en uitgaand, op een rotonde

Deze methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- verkeersintensiteit per afzonderlijke telperiode, bijvoorbeeld per 5 minuten, ochtendspits of avondspits;
- (spitsuur)intensiteit op alle wegen die op de rotonde uitmonden;
- intensiteit per rijrichting op de rotonde;
- verkeerssamenstelling;
- intensiteit van verkeersdeelnemers die mechanisch moeilijk of niet te detecteren zijn, zoals voetgangers, fietsers, auto's met caravans, touringcars en
- gedetailleerde opbouw van de intensiteiten tijdens spitsperioden, bijvoorbeeld per 5 minuten.

De methode is bruikbaar voor:

- dimensioneren van de rotonde;
- classificatie van wegen en
- schatten van de etmaalintensiteit.

b Uitvoering

Een rotondetelling is in hoofdlijnen uit te voeren:

- met waarnemers en
- met camera's.

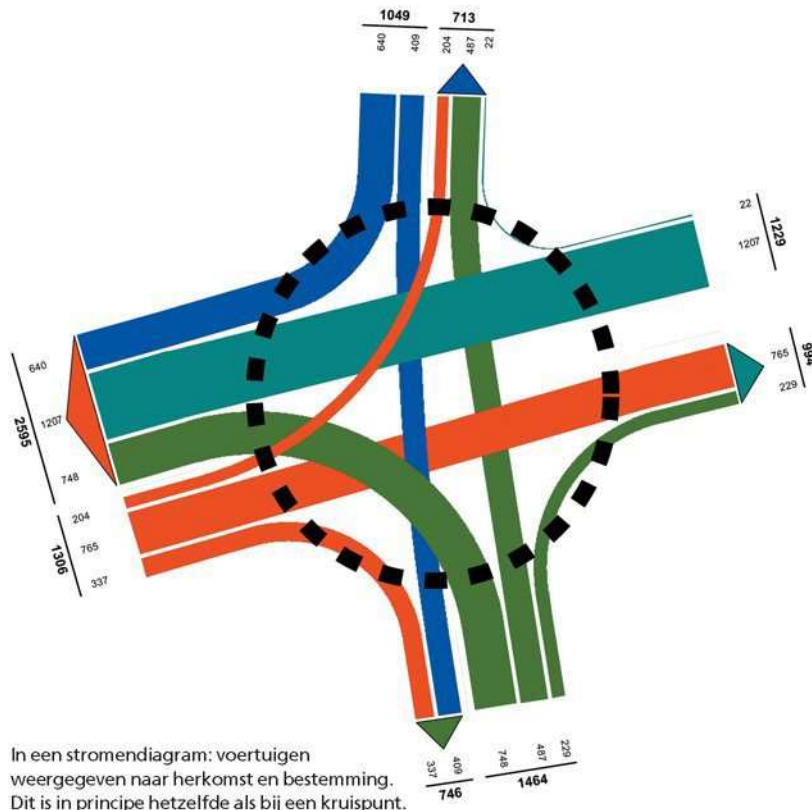
Bij een overzichtelijke en niet al te drukke rotonde is de telling visueel uit te voeren. Dat kan dan per aanvoerende tak. Dit in tegenstelling tot een kruispunttelling, waar het tellen meestal per afvoerende tak gebeurt. Ook is het mogelijk een of meer camera's op een hoog punt te hangen en daarmee de gehele rotonde in beeld te brengen. Hiermee is op kantoor een telling uit te voeren, waarbij voertuigen op een beeldscherm te volgen zijn.

Bij een onoverzichtelijke of drukke rotonde is het goed op elk waarneempunt (elke arm) minstens één waarnemer of camera te plaatsen. Deze moet dan van elk passerend voertuig het kenteken, het passeermoment en de rijrichting registreren op een registratieformulier, eventueel aangevuld met de voertuigcategorie. Bij hoge intensiteiten is het kenteken in te spreken op een memorecorder waarbij de waarnemer de tijd eens per minuut inspreekt. Het verschil met een normaal kentekenonderzoek is dat er in principe geen bestemmingsverkeer waar te nemen is. Ieder voertuig moet twee keer worden waargenomen, één keer bij het benaderen en één keer bij het verlaten van de rotonde.

Aandachtspunten bij de uitvoering van veldwerk:

- Het kan handig zijn twee waarnemers per waarneempunt in te schakelen. Dit heeft als voordeel dat zij de taken – waarnemen, oplezen en registreren – kunnen verdelen en om beurten uitvoeren. Zo nodig kan een van beiden de taken tijdelijk alleen op zich nemen.
- Een waarnemer kan maximaal drie uur aaneen volledig geconcentreerd kentekens registreren. Bij langer durende onderzoeken is aflossing vereist. Dit is ook sterk afhankelijk van de intensiteit en de spreiding van de aankomsten van het verkeer.

- Controleer of er geen wegwerkzaamheden zijn die de normale verkeerscirculatie verstoren.
- De doorrijtijd is bij een rotondetelling niet erg van belang, aangezien al het verkeer doorgaand is en de afstanden tussen de waarneempunten beperkt is.



Figuur 5: Stromendiagram van verkeer op een rotonde

c Gegevensverwerking en presentatie

- Indien de waarnemers dictafoons hebben gebruikt, kan de inspreker de opnames het best zelf afluisteren en uitwerken. De gegevens zijn eventueel direct in de computer in te voeren.
- Bij verwerking met een softwarepakket is een deel van de registratiefouten te herstellen. Hierbij zijn namelijk twee kentekens die slechts één symbool verschillen binnen een groep van twee symbolen (zoals DB-34 en DD-34) en twee kentekens waarvan binnen een groep van twee symbolen kruislings verwisseld zijn (zoals DB-34 en DB-43) aan elkaar gelijk te verklaren.
- Bij de analyse is er maar één soort verkeer mogelijk: het doorgaand verkeer. De overige verkeerssoorten (bestemmingsverkeer, herkomstverkeer, doorgaand bestemmingsverkeer en intern verkeer) bestaan niet op een rotonde.

Gebruikelijke vormen om de resultaten weer te geven, zijn stromendiagrammen en tabellen, net als bij de kruispunttelling. Het is niet gebruikelijk om een H/B-tabel op te nemen. Het kentekenonderzoek is alleen maar de vorm van dataverzameling bij deze methode.

d Waarde van de resultaten

- De representativiteit van de rotondetelling is te bepalen door gelijktijdig (mechanische) doorsnedetellingen te houden en de gemeten verkeersintensiteiten te vergelijken met de intensiteiten van andere perioden of dagen.
- Bij registratie van vier karakters zijn de kentekens niet meer uniek, maar vanwege de korte verblijftijd van een voertuig op een rotonde is deze fout hier verwaarloosbaar. Bij een kentekenonderzoek bedraagt deze fout ongeveer 2 procent.
- Een fout van een van de waarnemers kan de kwaliteit van het gehele onderzoek omlaag halen.

e Beperkingen, tips en valkuilen

- Kentekenonderzoek is niet geschikt voor het verzamelen van gegevens over niet-gemotoriseerd verkeer, zoals fietsers en voetgangers. Voor een rotondetelling is het dus zaak deze anders in beeld te brengen, bijvoorbeeld door alleen de oversteekbewegingen te noteren.
- De methode is arbeidsintensief, zowel bij de uitvoering als bij de verwerking, en is daardoor kostbaar. Bedenk dat de verwerking complexer wordt, naarmate het aantal genoteerde kentekens toeneemt en de doorrijtijd langer is.
- Bij het gebruik van een dictafoon is de kans op bedieningsfouten en defecten reëel en daarmee ook de kans op minder bruikbare meetresultaten. Ook bij het noteren van de kentekens kunnen waarneemfouten, schrijffouten of onleesbare kentekens voorkomen, waarmee de kans bestaat op minder bruikbare meetresultaten. Uit analyse kan naar voren komen dat bepaalde kentekens slechts op één plek geregistreerd zijn, terwijl ze meerdere waarnemingsposten of kordonpunten hebben gepasseerd.

- Aangezien er bij een rotondetelling geen herkomst- en/of bestemmingsverkeer mogelijk is, luistert de dataverzameling erg nauw. Ieder gemist voertuig wordt direct inzichtelijk, doordat deze niet gematched kan worden.

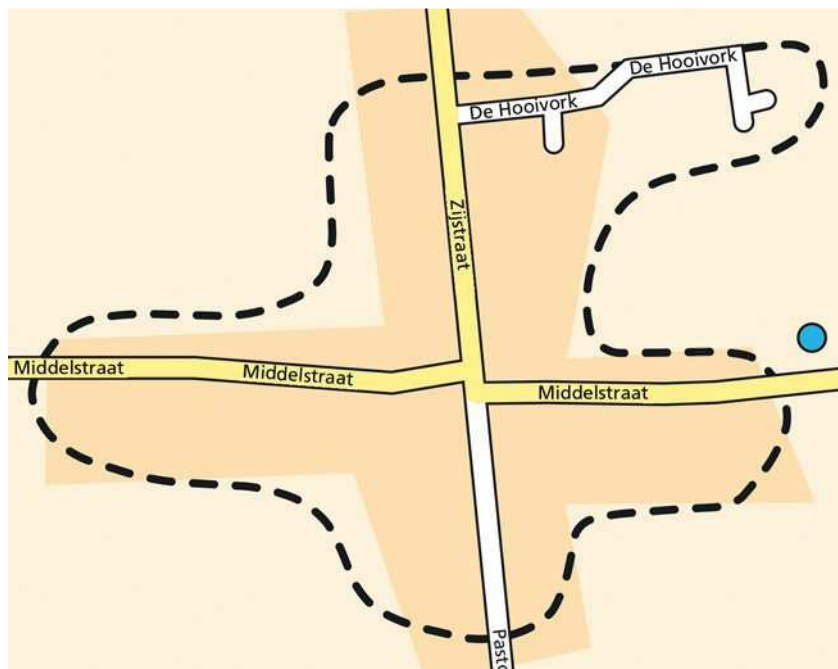
Houd bij de verwerking van kentekenwaarnemingen voor rotondetellingen rekening met de volgende, veel voorkomende fouten:

- één of meer tekens van het kenteken worden fout genoteerd;
- cijfer- of letterparen worden verwisseld (67 in plaats van 76) en
- kentekens worden in het geheel niet genoteerd.

3.4 Methode 4 Kentekenonderzoek

a Typering van de methode

Bij deze methode noteren waarnemers het kenteken, het passeermoment, de rijrichting en de voertuigcategorie van elk gemotoriseerd voertuig op een aantal dichtbij elkaar gelegen waarneempunten. Deze vormen samen een denkbeeldige verbindingslijn, een kordon, die het onderzoeksgebied geheel omsluit. Door de per waarneempunt genoteerde kentekens met elkaar te vergelijken is vast te stellen hoeveel voertuigen langs twee of meer waarneempunten zijn gereden en hoeveel voertuigen het gebied als herkomst of bestemming hadden. Aan de hand van het genoteerde passeermoment is voor elk voertuig afzonderlijk de reistijd en de gemiddelde trajectsnelheid na te gaan.



Figuur 6: Onderzoekgebied

De methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- routes door een gebied;
- omvang van de verkeersstromen tussen bepaalde (waarneem)punten;
- reistijden en trajectsnelheden tussen twee posten;
- omvang van het doorgaande verkeer;
- omvang van herkomstverkeer;
- omvang van bestemmingsverkeer en

- omvang van doorgaand bestemmingsverkeer, dat wil zeggen doorgaand verkeer met een tijdelijke bestemming in het onderzoeksgebied.

De methode is onder meer bruikbaar voor:

- bepalen van de omvang van sluipverkeer;
- verkrijgen van informatie over de verkeersstromen in een gebied;
- bepalen van intensiteiten op onoverzichtelijke rotondes of complexe kruispunten;
- bepalen van de parkeerduur op grote parkeerterreinen of in parkeergarages;
- bepalen van trajectsnelheden van (bus)verkeer;
- evalueren van verkeersmaatregelen zoals snelheidsbeperkende maatregelen en
- kwantificeren van verkeersstromen voor gecoördineerde verkeerslichtenregelingen.

Voor het in beeld brengen van routes zijn verkeersonderzoekers vaak puur geïnteresseerd in de verplaatsingen van individuele voertuigen in een korte periode. Hiervoor is kentekenonderzoek, met handmatige of automatische registratie, de meest geëigende methode. Om meer te weten te komen over het hoe, waar, wanneer en waarom van de verplaatsingen is een enquête meer geschikt. Voor langdurig routeonderzoek in een groot gebied is het de overweging waard om gebruik te maken van voertuiggebonden (volg)systemen. Methodes om deze onderzoeken uit te voeren, blijven in deze publicatie buiten beschouwing.

b Uitvoering

Plaats op elk waarneempunt minstens één waarnemer of camera die van elk passerend voertuig het kenteken, het passeermoment en de rijrichting registreert, eventueel met de voertuigcategorie erbij. Bij hoge intensiteiten zijn de kentekens in te spreken op een memorecorder (dictafoon). Spreek daarbij eens per minuut de tijd in. Na afloop is vast te stellen welke kentekens op twee of meer waarneempunten geregistreerd zijn en hoe lang ze onderweg zijn geweest. Als deze reistijd tussen twee verschillende waarneempunten korter of gelijk is aan de vastgestelde doorrijtijd, is er sprake van doorgaand verkeer.

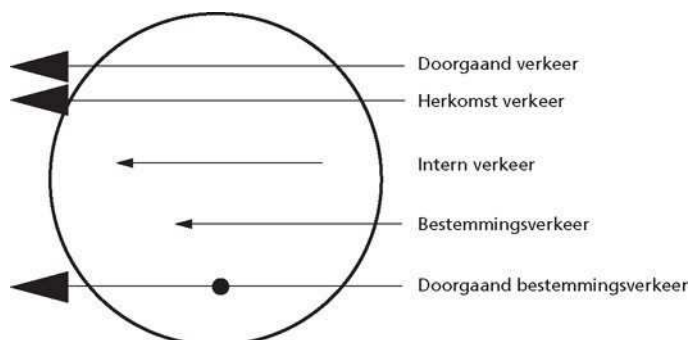
Aandachtspunten bij de uitvoering van veldwerk:

- Het kan handig zijn twee waarnemers per waarneempunt in te schakelen. Dit heeft als voordeel dat zij de taken – waarnemen, oplezen en registreren – kunnen verdelen en om beurten uitvoeren. Zo nodig kan een van beiden de taken tijdelijk alleen op zich nemen.
- Een waarnemer kan maximaal drie uur aaneen volledig geconcentreerd kentekens registreren. Bij langer durende onderzoeken is aflossing vereist. Dit is ook sterk afhankelijk van de intensiteit en de spreiding van de aankomsten van het verkeer.
- Bij een groter opgezet kentekenonderzoek dat meer uren duurt, moet de onderzoeksleider de waarneempunten regelmatig bezoeken om materialen te verzorgen en eventuele problemen op te lossen. Daarnaast zijn dan reservewaarnemers nodig om de waarnemers af te lossen en/of tijdelijk te assisteren.
- Controleer of er geen wegwerkzaamheden zijn binnen of aan de rand van het onderzoeksgebied, die de normale verkeerscirculatie verstoren.
- Gebruik bij voorkeur zendergestuurde DCF-klokken die altijd de juiste tijd aangeven. Werk als dat niet lukt, met horloges die exact gelijk lopen. Als alle waarnemers voor de start van de werkzaamheden op een punt samenkomen, is dat een geschikt moment om de klokken gelijk te zetten. Ook is het mogelijk de tijd van de coördinator over te laten nemen.

c Gegevensverwerking en presentatie

- Indien de waarnemers dictafoons hebben gebruikt, kan de inspreker de opnames het best zelf afluisteren en uitwerken. De gegevens zijn eventueel direct in de computer in te voeren.
- Bij verwerking met een softwarepakket is een deel van de registratiefouten te herstellen. Hierbij zijn namelijk twee kentekens die slechts één symbool verschillen binnen een groep van twee symbolen (zoals DB-34 en DD-34) en twee kentekens waarvan binnen een groep van twee symbolen kruislings verwisseld zijn (zoals DB-34 en DB-43) aan elkaar gelijk te verklaren.
- Bij de analyse zijn vijf soorten verkeer te onderscheiden:

- Doorgaand verkeer: dit rijdt door het onderzoeksgebied heen, zonder dat daar een bestemming is bezocht (voertuig is als inrijdend en – voordat de doorrijtijd was verstreken – als uitrijdend geregistreerd);
 - Bestemmingsverkeer: dit zijn voertuigen die van buiten het onderzoeksgebied komen en hierbinnen een bestemming hebben (zijn als inrijdend genoteerd, maar niet voor het verstrijken van de doorrijtijd als uitrijdend);
 - Herkomstverkeer: dit vertrekt bij een bestemming in het onderzoeksgebied en verlaat het onderzoeksgebied (voertuigen die als uitrijdend zijn genoteerd, zonder dat ze in de maximale doorrijtijd eerder als inrijdend zijn geregistreerd);
 - Doorgaand bestemmingsverkeer: dit is doorgaand verkeer dat in het onderzoeksgebied tijdelijk een bestemming bezocht (voertuig is als inrijdend en – nadat de doorrijtijd was verstreken – als uitrijdend geregistreerd);
 - Intern verkeer is alleen relevant als minstens één waarneempost binnen het onderzoeksgebied ligt. Het betreft dan voertuigen die binnen het onderzoeksgebied zijn waargenomen, maar niet aan de rand ervan.
- Voertuigen die bij een waarneempunt eerst als inrijdend binnenkomen en via het zelfde punt het onderzoeksgebied (even) later weer verlaten, worden altijd als respectievelijk bestemmings- en herkomstverkeer genoteerd.
 - De reistijden of trajectsnelheid van het doorgaand verkeer zijn vast te stellen door de in- en uitrijdtijd met elkaar te verrekenen, mits de passeermomenten nauwkeurig geregistreerd zijn. Het betreft hier een indicatie; met camera's is deze tijd nauwkeuriger te bepalen.



Figuur 7: Vijf soorten verkeer

| | 001 - ku | 002 - ku | 003 - ku | 004 - ku | | Bestem- mings- verkeer | Doorgaand verkeer | Totaal |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|-----|------------------------------|----------------------|--------|
| 001 - ki | 21 | 3 | 12 | 6 | 42 | 116 | 158 | |
| 002 - ki | 9 | 4 | 6 | 3 | 22 | 56 | 78 | |
| 003 - ki | 28 | 8 | 28 | 29 | 93 | 293 | 386 | |
| 004 - ki | | | | | | | | |
| Herkomst verkeer | 67 | 15 | 53 | 38 | | 173 | 583 | 756 |
| Doorgaand verkeer | 166 | 41 | 240 | 91 | 538 | | | |
| Totaal | 233 | 56 | 293 | 129 | 711 | | | 1467 |

Tabel 4: HB-matrix

d Waarde van de resultaten

- De representativiteit van het kentekenonderzoek is te bepalen door gelijktijdig (mechanische) doorsnedetellingen te houden en de gemeten verkeersintensiteiten te vergelijken met de intensiteiten van andere perioden of dagen.
- Doorgaand verkeer wordt vaak ondergewaardeerd als gevolg van fouten, gemaakt bij het waarnemen, noteren en eventueel invoeren in de computer. De kentekens komen als gevolg hiervan niet meer met elkaar overeen of de reistijd wordt langer dan de doorrijtijd.
- Doorgaand verkeer wordt overgewaardeerd, als voertuigen binnen het gebied een korte stop maken, zoals carpoolers, en zich binnen de genormeerde doorrijtijd uitmelden. In feite is er dan sprake van zowel bestemmings- als herkomstverkeer, ofwel doorgaand bestemmingsverkeer.
- Bij registratie van vier karakters zijn de kentekens niet meer uniek, hetgeen een geringe overschatting van het doorgaand verkeer oplevert. Deze fout bedraagt ongeveer 2 procent.
- Een fout van een van de waarnemers kan de kwaliteit van het gehele onderzoek aantasten.

e Beperkingen, tips en valkuilen

- Kentekenonderzoek is niet geschikt voor het verzamelen van gegevens over niet-gemotoriseerd verkeer, zoals fietsers en voetgangers.

- Laat motorfietsen (één kenteken) en voertuigen zonder kenteken weg, behalve op korte trajecten.
- De methode is arbeidsintensief, zowel bij de uitvoering als bij de verwerking, en is daardoor kostbaar. Bedenk dat de verwerking complexer wordt, naarmate het aantal genoteerde kentekens toeneemt en de doorrijtijd langer is.
- Bij het gebruik van een dictafoon is de kans op bedieningsfouten en defecten reëel en daarmee ook de kans op minder bruikbare meetresultaten. Daarnaast geldt dat bij het noteren van de kentekens waarneemfouten, schrijffouten of onleesbare kentekens kunnen voorkomen en daarmee de kans op minder bruikbare meetresultaten bestaat. Uit analyse kan naar voren komen dat bepaalde kentekens slechts op één plek geregistreerd zijn, terwijl ze meerdere waarnemingsposten of kordonpunten zijn gepasseerd.
- Zijn er ook waarnemingspunten binnen het onderzoeksgebied, dan is zelfs een deel van het interne verkeer te achterhalen.

De ingeschatte tijd die nodig is om het gebied te doorkruisen (= doorrijtijd) speelt een zeer belangrijke rol bij kentekenonderzoeken. Deze tijd bepaalt namelijk of verkeer het gebied alleen maar doorkruist of dat het verkeer thuishoort in het gebied, ofwel een herkomst en/of bestemming heeft in het gebied. Ook bepaalt deze tijd de totale onderzoekstijd. Stel bijvoorbeeld dat de doorrijtijd 15 minuten bedraagt en de gewenste onderzoekstijd van 16.00 tot 18.00 uur is. Dan moet het waarnemen in ieder geval van 15.45 tot 18.15 uur plaatsvinden. Dit om een voertuig dat een waarneempost passeert in ingaande richting op 17.55 uur en tien minuten later om 18.05 uur het gebied weer verlaat, ook nog in de analyses mee te kunnen nemen. Nu wordt dit voertuig als doorgaand verkeer herkend, terwijl het anders wellicht als bestemmingsverkeer zou worden aangemerkt. Deze tijd is het beste te bepalen door een week voor de onderzoeksdag enkele keren op alle mogelijke routes door het gebied een reistijdmeting uit te voeren.

Houd bij de verwerking van kentekenwaarnemingen rekening met de volgende, veel voorkomende, fouten:

- één of meer tekens van het kenteken worden fout genoteerd;
- cijfer- of letterparen worden verwisseld (67 in plaats van 76);
- kentekens worden in het geheel niet genoteerd en

- passeertijd is onjuist.

Het effect van nagenoeg al deze fouten is steeds hetzelfde: een doorgaande rit van een voertuig wordt vervangen door twee 'halve' ritten, namelijk een met bestemming in het gebied en een andere met herkomst in het gebied, met als gevolg een onderschatting van de hoeveelheid doorgaand verkeer. In de specialistische programmatuur voor kentekenverwerking is met deze gesignaleerde fouten rekening te houden. Kentekens met bijvoorbeeld vier of vijf dezelfde karakters zijn gelijk te veronderstellen en alsnog aan te merken als doorgaand verkeer. Uiteraard moet dit met de nodige voorzichtigheid gebeuren.

Motoren en voertuigen zonder kentekens

Motoren en voertuigen zonder kentekens, zoals landbouwverkeer, blijven bij een kentekenonderzoek doorgaans buiten beschouwing. Een opdrachtgever had eens de vraag om de routes van landbouwverkeer door de kern van een dorp in beeld te brengen. Een kenteken hebben deze voertuigen niet, dus zijn op diverse plaatsen passerende voertuigen gefotografeerd en daarbij het tijdstip en de rijrichting vastgelegd. Bij de verwerking zijn, als een soort memory-spel, de juiste foto's bij elkaar gezocht en de routes bepaald. Een bijkomend voordeel in dit geval was dat de opdrachtgever ook een gedetailleerd beeld kreeg van het type voertuig en het eventuele getrokken of gedragen werktuig.

3.5 Methode 5 Snelheidsmeting

a Typering van de methode

Deze methode is gericht op het meten van de snelheid van voertuigen, meestal met behulp van een technisch hulpmiddel. Dit kan steekproefsgewijs of (semi)continu plaatsvinden door gebruik te maken van (mobiele) meetapparatuur.

Steekproefsgewijze snelheidsmetingen leveren een nauwkeurig beeld op van de snelheden op een wegvak, zeker als de individuele, niet-geclassificeerde snelheden na afloop beschikbaar zijn. Toepassing van de methode vraagt weinig voorbereiding of organisatie vooraf. In plaats van een opgesteld radarapparaat valt ook te denken aan gebruik van een radargun of een lasergun die vanuit de hand te bedienen is.

Een goedkoop alternatief met weliswaar een lage nauwkeurigheid gaat uit van waarnemers die de rijtijd van voertuigen tussen twee passeerpunten registreren.

Deling van de afstand door de rijtijd levert dan de snelheid op. Een dergelijke aanpak is alleen geschikt voor het verkrijgen van een eerste indicatie. Deze visuele methode is gewoonweg erg onbetrouwbaar.

Bij een (semi)continue meting wordt de snelheid van alle passerende voertuigen gemeten met telslangen of inductielussen, teltegels, wegkantradar of camera's. Het is mogelijk de gemeten voertuigen met bijbehorende snelheid in een aantal voertuigcategorieën in te delen. De methode levert een nauwkeurig beeld op van de actuele snelheden op een wegvak gedurende een langere periode (dagen, weken). De meting is, afhankelijk van de gekozen techniek, vrij onopvallend uit te voeren waardoor deze de snelheid van het verkeer niet of nauwelijks beïnvloedt. Onopvallendheid is sowieso een voorwaarde voor een objectieve meting.

De methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- snelheden onderverdeeld naar voertuigcategorie;
- gemiddelde snelheid per voertuigcategorie;
- spreiding van de gemeten snelheden rond het gemiddelde en
- V_{85} en V_{90} : de snelheid die 85 respectievelijk 90 procent van de verkeersdeelnemers niet overschrijdt.

De methode is onder meer te gebruiken voor:

- bepalen van de noodzaak voor het treffen van verkeersmaatregelen;
- evalueren van verkeersmaatregelen;
- in kaart brengen van de verkeersonveiligheid op een wegvak;
- snelheidsontwikkeling over meerdere dagen of weken (langdurige meting) en
- beoordelen van de oversteekbaarheid (langdurige meting).

b Gegevensverzameling

Een snelheidsmeting is in hoofdlijnen op twee manieren uitvoerbaar:

- via puntwaarneming en
- via trajectwaarneming.

Trajectwaarneming gebeurt meestal via (video)camera's voorzien van een module voor kentekenherkenning.

c Gegevensverwerking en presentatie

Het is gebruikelijk de snelheidsgegevens te verzamelen op een registratieformulier. Dit registratieformulier bestaat naast een formulierkop, waarin algemene gegevens kunnen worden genoteerd, uit twee tabellen voor het bijhouden van de snelheden van twee voertuigcategorieën. Boven in beide tabellen is een vierkante ruimte vrij waarin de onderzoeksleider de betreffende voertuigcategorie kan aanduiden.

Registratieapparatuur kan de verzamelde gegevens opslaan in een intern geheugen, totdat ze worden uitgelezen. Afhankelijk van de apparatuur zijn de gegevens uit te lezen met een aparte handterminal, een (draagbare) computer of een GSM-verbinding. Er is een bepaalde opmaak voor het databestand te kiezen. De uitvoer is zo aan te bieden dat deze direct leesbare en overzichtelijke tabellen oplevert. Ook bestaat de mogelijkheid een uitvoer te kiezen die te lezen is door spreadsheetprogramma's of speciaal voor dit doel ontwikkelde software.

De meetsnelheden zijn voor elke apart onderscheiden voertuigcategorie te gebruiken voor het bepalen van:

- aantal voertuigen per (snelheids)klasse;
- relatieve aantal voertuigen per (snelheids) klasse;
- totaal aantal in de meting betrokken voertuigen;

- gemiddelde snelheid: het product van het aantal waarnemingen per snelheidsklasse en het klassemidden, gesommeerd over alle snelheidsklassen, waarna gedeeld door het totaal aantal voertuigen;
- de V_{85} en V_{90} waarde, bij benadering te bepalen aan de hand van de cumulatieve percentages en
- beoordelen of handhaving door de politie op het wegvak wenselijk is.

d Waarde van de resultaten

Hoe meer waarnemingen, des te nauwkeuriger de resultaten. Het vereiste minimumaantal gegevens is afhankelijk van de geaccepteerde absolute fout, de verwachte standaardafwijking en de vereiste betrouwbaarheid. Bij ongeveer vijftig waarnemingen per voertuigcategorie ontstaat een acceptabel beeld van de snelheden. Hoe meer waarnemingen, des te nauwkeuriger de resultaten. Het voordeel van de mechanische snelheidsmetingen is dat over een lange tijd te meten is. Door de grote hoeveelheid waarnemingen zijn nauwkeurige uitspraken te doen.

e Beperkingen, tips en valkuilen

- Bij radarmetingen is het essentieel dat de weg geheel recht is binnen de reikwijdte van de straling. De radar moet dus vanaf de plaats waar hij staat, ongeveer 50 meter rechte weg hebben. Als een radar in een bocht staat, varieert de hoek tot elk voertuig dat voorbijrijdt, waardoor een afwijking in de meting ontstaat. Ditzelfde geldt ook bij plaatsing op een helling.
- Bij een langdurige mechanische meting bestaat de kans dat door mechanische storingen of een verstoring van de gereden snelheden door bijvoorbeeld wegwerkzaamheden, de meetresultaten onbruikbaar zijn.
- Een meetpunt ter hoogte van een lantaarnpaal of boom heeft als voordeel dat het registratieapparaat hieraan te bevestigen is.
- Hoe groter de zichtbaarheid van de apparatuur voor de weggebruiker is, hoe groter ook de invloed is op het rijgedrag. Weggebruikers remmen bijvoorbeeld af voor slangen en zeer zeker voor direct in het oog vallende camera's.

3.6 Methode 6 Wachrijmeting

a Typering van de methode

Een wachrijmeting bepaalt per tijdsinterval het aantal voertuigen dat voor een kruispunt staat te wachten. De methode is bruikbaar voor gemotoriseerd verkeer, op zowel geregelde als ongeregelde kruispunten. Bij de meting tellen alle voertuigen mee die een kruispunt via dezelfde opstelstrook of -stroken naderen.

Deze methode is geschikt voor het verzamelen van gegevens over de gemiddelde wachrijlengte per interval.

De methode is onder meer te gebruiken voor het:

- bepalen van de noodzaak tot plaatsing van verkeerslichten;
- evalueren van getroffen maatregelen ter verkorting van de wachtrijen;
- evalueren van de werking van verkeerslichtenregelingen en
- afwegen of er een verkeerslichtenregeling of een rotonde moet komen.

b Uitvoering

Voor elke rijstrook is in principe één waarnemer nodig. Bij lange wachtrijen kan het noodzakelijk zijn twee waarnemers per rijstrook in te zetten. Als een rijrichting over twee of meer rijstroken beschikt, zijn ook twee waarnemers nodig. Deze kunnen elk een eigen rijstrook nemen of de waarneming samen verrichten.

De waarnemer staat naast de weg ter hoogte van de plaats waar zich een wachtrij kan vormen voor een (denkbeeldige) stopstreep. De eventuele tweede waarnemer staat op een plek waar vermoedelijk de wachtrij eindigt of waar zicht is op dit punt. De waarnemers kunnen onderling communiceren met behulp van portofoons. De metingen vinden op vaste tijdsintervallen van 5 minuten plaats. Elke 5 minuten wordt de wachrijlengte gemeten, naar keuze in meters of in voertuigen.

Voor waarneming in meters is het nodig vooraf herkenningspunten te plaatsen die de lengte van de wachtrij aangeven. Op plaatsen waar een wachtrij te verwachten is, dienen om de 10 of 25 meter (bij voorkeur) paaltjes te komen om zo eenvoudig de wachrijlengte af te kunnen lezen.

Indien het plaatsen van paaltjes niet mogelijk of onwenselijk is, is gebruik van bestaande 'bakens' langs de weg denkbaar, zoals lantaarnpalen, verkeersborden en reclameborden.

Leg elke 5 minuten vast hoeveel voertuigen zich op dit moment, in stilstand, op de te tellen rijstrook bevinden en registreer dit op een telformulier. Hierbij is onderscheid te maken naar verschillende (lengte)-categorieën: lichte voertuigen (auto's, bestelwagens), middelzware voertuigen (lichte voertuigen met aanhanger en ongeleed bus- en vrachtverkeer) en zware voertuigen (gelede bussen en vrachtverkeer met aanhangwagen of oplegger). Of, zoals hierboven genoemd, in meters. Het einde van de wachtrij is het laatste voertuig dat tot stilstand is gekomen voor het telmoment.

c Gegevensverwerking en presentatie

De verzamelde gegevens zijn in een tabel en/of staafdiagram te visualiseren. Hierbij zijn de gegevens in absolute aantallen weer te geven, opgedeeld naar de waargenomen categorieën. Eventueel is aan de categorieën een lengteclassificatie te verbinden. Hieruit is de wachtrijlengte in meters te schatten. Indien de lengte in meters is gemeten (geschat), is ook het aantal voertuigen te schatten, indien gewenst.

d Waarde van de resultaten

Deze methode geeft steekproefsgewijs, met vaste intervallen, een weergave van de wachtrij. Dit is een goede indicatie. Eventuele hoge of lage uitschieters, qua rijlengte, vormen geen probleem, doordat de metingen op intervalbasis plaatsvinden.

e Beperkingen, tips en valkuilen

In situaties waarin de wachtrij langer wordt dan in een paar seconden te tellen is, is het beter gebruik te maken van camera's die de wachtrij filmen. Zet hierbij elke 5 minuten het beeld stil en kijk welk voertuig het einde van de wachtrij markeert. Speel de opname verder af en tel vanaf het camerabeeld, totdat het voertuig dat geregistreerd was als einde van de wachtrij passeert.

Houd rekening met de volgende punten:

- Kies het waarneempunt zodanig dat de aanwezigheid van de waarnemer een te verwaarlozen invloed heeft op het rijgedrag van de verkeersdeelnemers.
- Zorg dat de waarnemer vanaf het waarneempunt een goed overzicht heeft over de gehele (te verwachten) wachtrij. Indien een lange wachtrij te verwachten is, is het aan te bevelen een tweede waarnemer in te zetten.
- De methode is alleen in situaties te gebruiken met voldoende lange opstelvakken.
- Hanteer de tijd waarop de wachtrij gemeten wordt (interval) zeer strikt. Een paar seconden wachten met meten kan niet.
- Bij het meten volgens deze methode op meerdere locaties en momenten zijn er harde afspraken nodig over hoe om te gaan met:
 - Enkele auto's die stapvoets achteraan in de wachtrij rijden: horen deze nog bij de wachtrij?
 - 'Gaten' in de rij bij het optrekken van de wachtrij: is dit gat het einde van de rij?
 - Zo een lange wachtrij dat deze voorbij het volgende kruispunt eindigt: waar is nu het einde van de wachtrij?

3.7 Methode 7 Wachttijdmeting

a Typering van de methode

Een wachttijdmeting gaat om meting per tijdsinterval van het aantal voertuigen dat voor een kruispunt staat te wachten, evenals het aantal voertuigen dat het kruisingsvlak oprijdt. De methode is in principe bruikbaar zowel voor gemotoriseerd verkeer en fietsers als voor voetgangers en bovendien op geregelde en ongeregelde kruispunten. Bij de meting tellen alle voertuigen mee die een kruispunt via dezelfde opstelstrook of -stroken naderen, of alle fietsers of voetgangers die van dezelfde oversteekplaats gebruikmaken. De meting is voor elke rijrichting op een kruispunt uit te voeren, mits deze over een eigen opstelstrook beschikt. Het is zelfs mogelijk om de methode slechts te gebruiken voor het bepalen van de wachttijden voor een bepaalde voertuigcategorie, zoals bussen die deel uitmaken van het overige verkeer. In dat geval tellen alleen de stoppende, vertrekkende en passerende bussen.

Deze methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- gemiddelde wachttijd;
- gemiddelde verliestijd;
- percentage stoppende verkeersdeelnemers en
- maximale wachtrijlengte.

De methode is onder meer bruikbaar voor:

- kwantificeren van de verliestijden van zijverkeer op ongeregelde kruispunten;
- bepalen van de noodzaak tot het uitvoeren van maatregelen, zoals het plaatsen van een verkeersregelinstallatie of het aanleggen van een rotonde;
- evalueren van getroffen maatregelen ter verkorting van de wachttijden;
- evalueren van de werking van verkeerslichtenregelingen en
- schatten van de barrièrewerking van een kruispunt of wegvak.

b Uitvoering

Een waarnemer staat naast de weg ter hoogte van de plaats waar zich een wachtrij kan vormen, op een wijze die zo min mogelijk kans geeft op verstoring van het verkeersbeeld. De meting begint in een situatie waarin geen sprake is van een

wachtrij op het moment dat de eerste verkeersdeelnemer van de te meten verkeersstroom of voertuigcategorie tot stilstand komt. De waarnemer markeert dit moment door een stopwatch te starten, die vanaf dat moment de verstreken tijd (digitaal) weergeeft. De waarnemer noteert vervolgens aan het eind van elk tijdsinterval van 5 seconden het aantal verkeersdeelnemers dat in die periode tot stilstand is gekomen en het aantal dat is vertrokken en de wachtrij heeft verlaten. Het aantal stilstaande voertuigen hoeft in principe niet te worden genoteerd. Vanaf het moment dat de wachtrij is opgelost, registreert de waarnemer het aantal verkeersdeelnemers dat zonder tot stilstand te zijn gekomen het kruisingsvlak oprijdt. Dit hoeft niet meer per tijdsinterval apart te gebeuren. De stopwatch wordt in de tussentijd opnieuw gezet. Een nieuwe waarneming begint vanaf het moment dat de eerste verkeersdeelnemer weer tot stilstand komt, waarna de stopwatch opnieuw wordt gestart. Op deze wijze zijn meer waarnemingen achter elkaar te verrichten.

De meting kan pas eindigen in een situatie waarin er geen wachtrij is, op het moment dat de eerste verkeersdeelnemer van een nieuwe wachttij tot stilstand komt. De methode is op geregelde kruispunten identiek, al zal daar een waarneming tijdens de roodfase – als het eerste voertuig tot stilstand komt – beginnen en aan het eind van de geelfase eindigen, tenzij op dat moment de wachtrij nog niet volledig is vertrokken. De waarneming eindigt pas aan het eind van de eerstvolgende geelfase, en de wachtrij opgelost is.

Bepaal vooraf of de meting betrekking heeft op alle voertuigen uit een bepaalde naderingsrichting, of beperkt blijft tot de voertuigen met dezelfde rijrichting. In dat geval moet dat verkeer over een eigen, voldoende lange opstelstrook beschikken. Voor elke rijstrook is in principe één waarnemer nodig. Bij lange wachtrijen kan het noodzakelijk zijn twee waarnemers per rijstrook in te zetten. Als een rijrichting over twee of meer rijstroken beschikt, zijn ook twee waarnemers nodig. Deze kunnen elk een eigen rijstrook nemen of de waarneming samen verrichten. Wanneer twee personen samen de waarneming verzorgen, is een taakverdeling noodzakelijk. Een waarnemer meldt voortdurend of voertuigen stoppen, vertrekken of passeren, daarbij gebruik makend van respectievelijk de woorden 'stop', 'vertrek' en 'passant'. De ander bedient de stopwatch en noteert alle meldingen door turfstreepjes in het juiste vak van het waarnemingsformulier te zetten.

| WACHTTIJDMETING Registratieformulier en verzamelstaat | |
|---|---|
| Kruispunt: Verdiplein / Veerstraat | Uitvoerende organisatie: Publiek Werken |
| Straatnaam: Veerstraat (zuid) | Naam waarnemer: Piet Boerema |
| Rijrichting: Noord Bladnr: 1 | Datum: dins (-dag), 16 / 02 / 2003 |
| Weersgesteldheid: | Meetperiode: van 08:15 h. tot 09:20 h. |

| verstreken tijd | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | totaal | blok-intensiteit |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------------|
| stop | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 20 | |
| vertrek | | | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | 18 | |
| passant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - | 18 |
| wachtenden | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 6 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 79 | x 5 s. |

| verstreken tijd | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | totaal | blok-intensiteit |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------------|
| stop | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | 8 | |

Figuur 8: Voorbeeld van registratieformulier

c Gegevensverwerking en presentatie

Met de geregistreerde gegevens is na afloop te bepalen hoeveel verkeersdeelnemers tijdens elk tijdsinterval deel uitmaakten van de wachtrij. Dit aantal is gelijk aan het aantal wachtenden in het voorgaande interval, plus het aantal gestopte minus het aantal vertrokken verkeersdeelnemers. Tel het aantal wachtenden van alle tijdsintervallen op en vermenigvuldig deze vervolgens met de intervallengte. Dit is de totale wachttijd.

- Voor de verwerking van de gegevens zijn registratieformulieren te gebruiken. Totaliseer de genoteerde stoppers, vertrekkers en passanten horizontaal per blok. Als het aantal stoppers en vertrekkers niet aan elkaar gelijk is, moet de oorzaak daarvan worden nagegaan. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat de gegevens van een wachtrij of een waarneming over twee blokken zijn verdeeld. Is dat niet het geval en blijkt het aantal stoppers tijdens een waarneming niet gelijk te zijn aan het aantal vertrekkers, laat dan de betreffende waarneming buiten beschouwing.
- Bepaal per tijdsinterval het aantal wachtende verkeersdeelnemers, tenzij de waarnemer deze al rechtstreeks op het formulier heeft genoteerd. Het aantal wachtenden is gelijk aan het aantal wachtenden tijdens het vorige interval, plus het aantal genoteerde stops, minus het aantal vertrekken. Als het aantal wachtenden negatief wordt, laat dan de betreffende waarneming verder buiten

beschouwing, omdat dan klaarblijkelijk fouten zijn gemaakt bij het registreren. Het aantal wachtenden wordt per blok horizontaal gesommeerd.

- Noteer in het meest rechtse vak van elk blok de blokintensiteit die gelijk is aan het aantal vertrekkers plus passanten.
- Aan het einde van de meting zijn de volgende gegevens onder op het waarnemingsformulier te noteren:
 - totaal aantal verkeersdeelnemers: de som van de berekende blokintensiteiten;
 - aantal gestopte verkeersdeelnemers: de som van het aantal stoppers. Deling door het totale aantal verkeersdeelnemers levert het percentage stops op;
 - gemiddelde wachttijd: de som van alle genoteerde wachtenden vermenigvuldigd met het tijdsinterval van 5 seconden, gedeeld door het totale aantal verkeersdeelnemers;
 - maximale wachtrijlengte: het hoogste aantal wachtende voertuigen, dat in enig tijdsinterval heeft staan wachten, vermenigvuldigd met de gemiddeld benodigde opstelruimte per voertuig (doorgaans 6 meter). Deze is niet te berekenen als verkeersdeelnemers zich ook naast elkaar kunnen opstellen. Deze berekening heeft ook geen zin, als de meting beperkt blijft tot bepaalde voertuigcategorieën die niet over een eigen rijstrook beschikken en zich tussen het overige verkeer bevinden.

d Waarde van de resultaten

De gemiddelde verliestijd is te schatten door bij de gemiddelde wachttijd de gemiddelde afrem- en optrekverliestijd te tellen. Deze tijden zijn afhankelijk van de normale snelheid – bij het begin van het afremmen en aan het eind van het optrekken – en van respectievelijk de remvertraging en de versnelling. Een redelijke waarde voor de remvertraging voor personenauto's bedraagt 2 m/s^2 en voor vrachtverkeer en autobussen $1,5 \text{ m/s}^2$. Een redelijke waarde voor de gemiddelde versnelling is voor personenauto's $0,75 \text{ m/s}^2$ en voor vrachtauto's en autobussen $0,45 \text{ m/s}^2$.

Het afrem- en optrekverlies van voertuigen die tot stilstand komen is met onderstaande formule te bepalen:

Bij een beginsnelheid V_0 [m/sec] en een vertraging of versnelling a [m/sec²], bedraagt de vertragingstijd [sec] $t = V_0/a$.

Voertuigen die niet tot stilstand komen (passanten), lopen veel minder of wellicht zelfs geen verliestijd op. Houd hiermee rekening bij het berekenen van de gemiddelde verliestijden.

Bij voetgangers is de gemiddelde verliestijd eenvoudig te bepalen, omdat bij deze categorie verkeersdeelnemers de afrem- en optrekverliezen zijn te verwaarlozen. De gemeten gemiddelde wachttijd vormt dus een goede indicatie van de gemiddelde verliestijd.

De som van het aantal stoppende/vertrekkende en passerende voertuigen is gelijk aan de intensiteit. De gemiddelde wachttijd is te verkrijgen door de totale wachttijd te delen door de intensiteit. Het percentage stops is gelijk aan het aantal stoppende verkeersdeelnemers, gedeeld door de gemeten intensiteit.

De resultaten van de waarnemingen worden nauwkeuriger, als de intervallengte kleiner wordt. De praktische uitvoerbaarheid neemt met een kortere intervallengte echter af. Een tijdsinterval van 5 seconden levert in de praktijk bevredigende resultaten op. De meetresultaten zijn alleen te gebruiken voor uitspraken over de periode waarin is gemeten, omdat wachttijden niet alleen sterk afhankelijk zijn van de intensiteit maar ook van de weersomstandigheden. Eventueel is de meting enkele dagen achter elkaar uit te voeren.

e Beperkingen, tips en valkuilen

De methode levert geen individuele wachttijden op, maar gemiddelde waarden voor elke aparte wachtrij. De gemiddelde verliestijd die verkeersdeelnemers oplopen, is te achterhalen door de gemeten gemiddelde wachttijd te verhogen met de geschatte tijdsduur van het afremverlies en het optrekverlies.

- Het aantal stoppers dient per waarneming steeds gelijk te zijn aan het aantal vertrokken verkeersdeelnemers. Als dit niet het geval is, zijn de gegevens van die waarneming onbruikbaar.
- In situaties waarin veel verkeersdeelnemers tegelijkertijd arriveren, wordt het correct registreren moeilijk. In dergelijke gevallen is wellicht beter gebruik te maken van methode 4 'kentekenonderzoek' (gemotoriseerd verkeer) of methode 9 'meting van de oversteekbaarheid' (fietsers/voetgangers). Deze laatste

methode verdient ook de voorkeur op zeer licht belaste fiets- of voetgangersoversteekplaatsen.

- De methode is alleen bruikbaar voor verkeersstromen met voldoende lange opstelvakken. In situaties waarin voertuigen wel achter in de wachtrij aansluiten, maar deze voortijdig verlaten (naar een andere opstelstrook of bijvoorbeeld een parkeerplaats) zijn kleine of grote meetfouten niet uit te sluiten.
- In situaties waarin meer wachtrijen achter elkaar ontstaan (bijvoorbeeld op dicht bij elkaar liggende kruispunten of op verkeerspleinen) is de methode niet meer goed bruikbaar.
- De methode is arbeidsintensief, omdat één persoon de aankomsten en vertrekken op slechts één rijstrook tegelijkertijd kan noteren.
- Bij wachtrijen van meer dan ongeveer tien voertuigen wordt het correct waarnemen van het aantal stoppende en vertrekkende voertuigen moeilijk, zeker op ongeregelde kruispunten.
- De methode levert geen individuele wachttijden op, maar slechts gemiddelden. De spreiding in wachttijden en het percentage verkeersdeelnemers dat langer dan een bepaalde tijd moet wachten, is hierdoor niet in kaart te brengen.
- Omdat de wachttijden van verkeersdeelnemers in een wachtrij onderling afhankelijk zijn, worden de gegevens die op één wachtrij betrekking hebben, als één waarneming beschouwd. De waarneming (begint en) eindigt pas bij het ontstaan van een nieuwe wachtrij. De meting kan pas eindigen op het moment dat een waarneming eindigt. Op drukke ongeregelde kruispunten kan een waarneming lang duren.
- Stem de periode waarin een meting plaatsvindt, af op het doel van het onderzoek. Meestal zullen de te onderzoeken problemen zich in de spitsperiodes voordoen. Aangezien wachttijden sterk afhankelijk zijn van de hoeveelheid conflicterend verkeer, moet de meetperiode beperkt blijven tot perioden waarin de intensiteit nagenoeg constant is. Wanneer de meting gedurende meer uren plaatsvindt, is het zaak de resultaten per uur te totaliseren. Een meting van een uur is meestal echter voldoende.

Tijdens een instructie moet veel aandacht uitgaan naar het correct toepassen van de methode.

- Maak hierbij duidelijk wat wordt verstaan onder:
 - Stop: een verkeersdeelnemer die tot stilstand komt. Op het moment waarop een verkeersdeelnemer (voor het eerst achter in de wachtrij) daadwerkelijk stilstaat, wordt hij als stoppend genoteerd. Voertuigen die in een wachtrij – na even te hebben gereden – opnieuw tot stilstand komen, zijn niet opnieuw stoppende voertuigen.
 - Vertrek: een verkeersdeelnemer die de wachtrij verlaat. Op het moment dat een verkeersdeelnemer de wachtrij definitief verlaat en het kruisingsvlak daadwerkelijk oprijdt of betreedt, geldt hij als vertrekkend. Zolang voertuigen deel blijven uitmaken van de wachtrij – ook al bewegen ze zich hierin naar voren – zijn ze nog niet als vertrekkend te beschouwen. Op kruispunten die met verkeerslichten worden geregeld is het passeren van de stopstreep het moment waarop sprake is van een ‘vertrek’.
 - Passant: een verkeersdeelnemer die niet tot stilstand is gekomen. Op het moment dat een verkeersdeelnemer het kruisingsvlak opgaat, zonder dat hij in de wachtrij heeft moeten stoppen, wordt hij als passant genoteerd.
- Het nauwkeurig registreren van stoppende, vertrekkende en passerende verkeersdeelnemers is van wezenlijk belang voor het slagen van de meting. Voor waarnemers die de methode voor het eerst toepassen, is een proefmeting aan te bevelen.
- Wijs de waarnemers er op dat het van essentieel belang is alle verkeersdeelnemers te registreren en dat een verschil tussen het genoteerde aantal gestopte en vertrokken verkeersdeelnemers funest is. Dit laatste probleem is te voorkomen door, in situaties waarin de wachtrijlengte kort is, direct het aantal wachtende verkeersdeelnemers per tijdsinterval te noteren.
- De waarnemer moet de tijd goed in de gaten houden en de waarnemingen in de juiste vakjes van het registratieformulier noteren. Eventueel is als extra hulpmiddel een (digitaal) horloge of stopwatch te gebruiken dat elke 5 seconden een geluidssignaal geeft ten teken dat een nieuw tijdsinterval begint.
- Start de stopwatch aan het begin van een nieuwe waarneming opnieuw: aan de hand van de tijd is dan voortdurend te controleren of de gegevens in het juiste vak van het registratieformulier worden genoteerd. Bevestig de stopwatch op de schrijfplank.

- De waarnemer moet vooraf weten op welke rijstrook de meting betrekking heeft en op welke plek hij het best kan gaan staan. Als de meting beperkt blijft tot een bepaalde voertuigcategorie, moet hij weten welke voertuigen hiertoe behoren.
- Indien de wachtrij de toegang tot een andere opstelstrook blokkeert of indien een andere wachtrij de toegang tot de bij de meting betrokken strook blokkeert, is het beter de waarneming tijdelijk te staken tot de blokkade is opgeheven. Laat de waarneming pas weer beginnen, als het eerste voertuig van een nieuwe wachtrij tot stilstand komt.
- Als incidenteel een voertuig plotseling de wachtrij verlaat, is dit als een 'vertrek' te beschouwen. Wanneer meer voertuigen dat doen, is het beter de waarneming af te breken. Hervatting van de meting is pas mogelijk bij het ontstaan van een nieuwe wachtrij.

3.8 Methode 8 Reistijdenmeting

a Typering van de methode

Bij een reistijdenmeting gaat het om bepaling van de reistijd tussen twee punten per tijdsinterval. Dit kan de reistijd van deur tot deur zijn of de reistijd tussen twee vooraf gedefinieerde (kordon)punten. Doorgaans gebruiken verkeersonderzoekers de methode om een indicatie te krijgen van de rijtijden van het gemotoriseerde verkeer in een gebied en de kwaliteit van de bereikbaarheid in dit gebied.

Deze methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- gemiddelde reis- en rijtijden;
- vertragingstijden;
- variatie in reistijden en
- gemiddelde snelheden.

De methode is onder meer bruikbaar:

- om inzicht te krijgen in de kwaliteit van de bereikbaarheid en de verkeersafwikkeling;
- voor het achterhalen van trajecten waar zich doorstromingsproblemen voordoen;
- om het verkeersbeleid te monitoren;
- als input voor netwerkanalyses en
- voor het onderbouwen van reistijdnormen.

b Uitvoering

In principe zijn de reistijden op twee manieren te inventariseren:

- via kentekenregistratie en
- via waarnemers die zelf rijden.

Kentekenregistratie is bedoeld om op het begin- en eindpunt van een route de kentekens van alle auto's en de doorkomsttijd op de seconde nauwkeurig te noteren. Door vervolgens de overeenkomende kentekens met elkaar te vergelijken, zijn de reistijden te bepalen. Van belang is vooraf vast te leggen voor welke routes de reistijden worden gemeten.

Voorwaarde bij deze methode is dat voertuigen de twee waarneempunten van deze routes ook daadwerkelijk passeren en er tussen de waarneempunten niet te veel alternatieve routes of afslagen zijn. Ook moet het aantal bestemmingen onderweg beperkt zijn, omdat het anders een verblijfstijdmeting in plaats van een rijtijdmeting wordt. Controleer de resultaten hierop. Een andere voorwaarde is dat het verkeersaanbod groot genoeg is om voldoende kenteken*matches* te krijgen. Aanbevelingen over de registratie van kentekens zijn te vinden in de beschrijving van methode 4 Kentekenonderzoek.

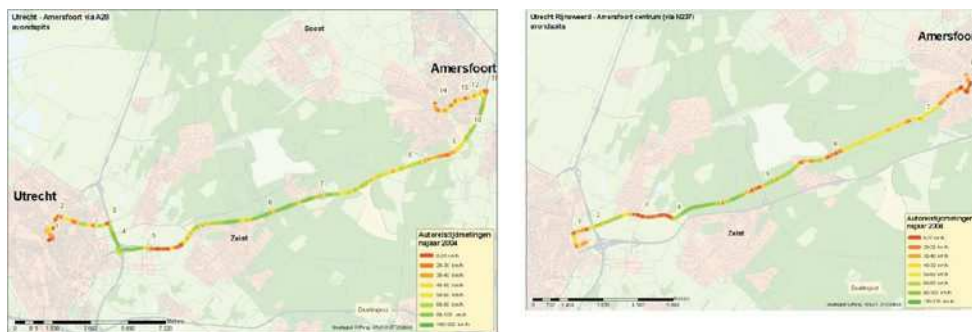
Breng bij registratie met waarnemers die zelf rijden, eerst de zwaarste relaties (de belangrijkste verkeersstromen) binnen het onderzoeksgebied in beeld, bijvoorbeeld op basis van pendelgegevens en herkomstbestemmingsmatrices uit verkeersmodellen. Koppel deze daarna aan de meest logische routes op het netwerk en houd daarbij rekening met de belangrijke herkomst- en bestemmingspunten (denk aan economische kerngebieden als stadscentra, grotere industrie- en woongebieden) en met voldoende spreiding van routes. Zo zijn concrete deur-tot-deur-verbindingen aan te geven. Per traject zijn op strategische locaties tussenmeetpunten te benoemen, bijvoorbeeld ter hoogte van de overgang van een gemeentelijke weg naar rijksweg.

Stel voordat het meten begint, een meetplan op. Vermeld in dit meetplan:

- het aantal uit te voeren metingen per traject in de eerste fase;
- een ritplanning (inclusief het aantal in te zetten voertuigen) inclusief onderbouwing;
- de voorbereiding (selectie chauffeurs, trajectverkenning exacte ligging (tussen meetpunten));
- de uitvoering (organisatie metingen, dataverwerking) en
- planning voor dataverwerking en productleveringen.

Elke meting start met het registreren van de exacte tijd in seconden bij het vertrek en eindigt wederom met het registreren van dit gegeven op het eindpunt van de route. Door vooraf de lengte van de route te bepalen, is uit de geregistreerde tijd ook de snelheid te berekenen. Met het registreren van de passeertijden op tussenliggende

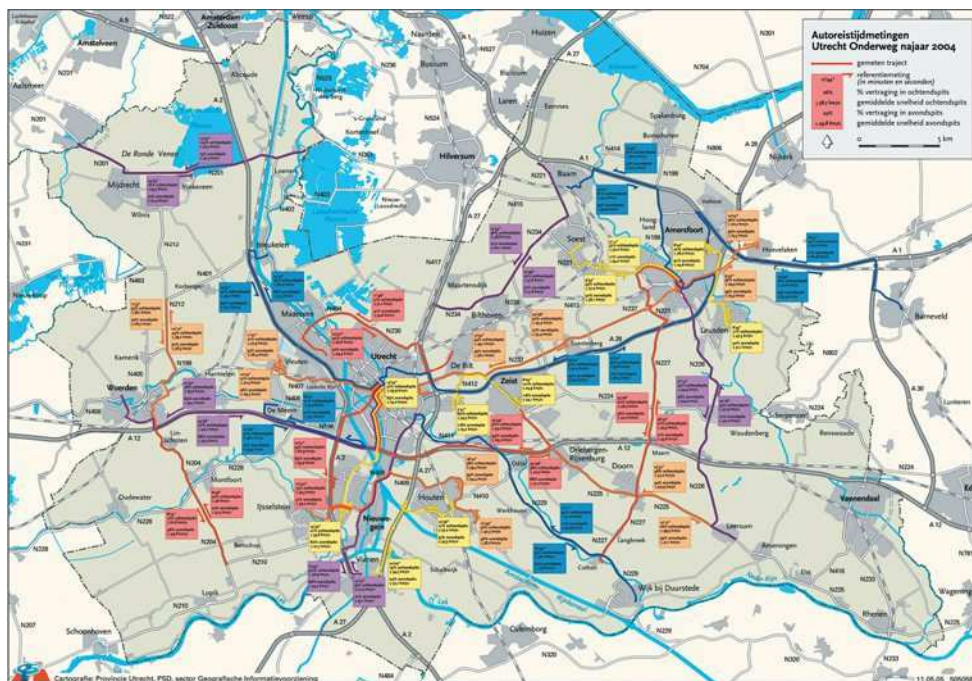
punten zijn ook op deeltrajecten de reistijden en snelheden te berekenen. Handmatige registratie is alleen mogelijk met de inzet van twee personen per auto. Bij het gebruik van computerapparatuur kan de registratie ook automatisch plaatsvinden en is te volstaan met alleen een chauffeur. Denk bij computerapparatuur aan smartphones of een laptop met GPS-module en faciliteiten voor datacommunicatie zoals GPRS.



Figuur 9: Snelheidsmeting van een rit (in kaart)

c Gegevensverwerking en presentatie

De verzamelde gegevens zijn in een tabel weer te geven. Daarnaast zijn de resultaten te presenteren op een kaart met de reistijden per route of per deeltraject. Het is goed tijdens de metingen een logboek bij te houden om daarin bijzondere omstandigheden te vermelden. Bijvoorbeeld ritten waarbij zware ongevallen, wegwerkzaamheden of bijzondere weersomstandigheden zijn opgetreden. Deze ritten tellen niet mee in de berekeningen.



Figuur 10: Snelheidsmetingen per traject

Houd per traject op een rustig moment een referentiemeting, bijvoorbeeld in de daluren. Als deze dalmeting in tijd gezien niet de snelste meting oplevert, dan is een spitsmeting als referentiemeting te gebruiken. Gebruik de snelste meting als referentiemeting. Vertragingen zijn dan van deze referentiemeting af te leiden.

d Waarde van de resultaten

Deze methode geeft steekproefsgewijs een weergave van de reis- en rijtijden. Deze vormt een goede indicatie van de bereikbaarheidssituatie in een gebied. Het aantal te meten ritten om de gewenste statistische betrouwbaarheid te waarborgen, is afhankelijk van de spreiding in de reistijden. Bij weinig spreiding in de reistijden is te volstaan met een beperkt aantal metingen (meestal tien). Bij een grote spreiding zijn meer metingen nodig om een grotere nauwkeurigheid te bereiken. Een coëfficiënt van variatie van 20 procent of lager is aanvaardbaar.

e Beperkingen, tips en valkuilen

Om bij de registratie met behulp van waarnemers zo veel mogelijk flexibiliteit in te bouwen, is een aanpak in twee fasen aan te bevelen. Voer in de eerste fase tien reistijdmetingen per traject per spits per richting uit. Analyseer vervolgens de resultaten en bepaal daarbij de mate van spreiding rond de reistijdgemiddelden per traject. Hierna is te berekenen hoeveel ritten per traject per spits per richting nog nodig zijn, om te voldoen aan de gewenste statistische betrouwbaarheid.

Belangrijke aspecten bij de uitvoering zijn onder meer:

- Als de metingen voor de spitsperioden van een gemiddelde werkdag moeten gelden, meet dan in zowel de ochtendspits (6.30-9.00 uur) als de avondspits (15.30-18.00 uur). Start de metingen dan niet vóór de genoemde begintijden en eindig niet na de genoemde eindtijden.
- Bij uitvoering met rijdende waarnemers is het vertrektijdstip van invloed op de meting. Door te variëren in starttijden per traject, per richting, per spits en per werkdag is de invloed van het vertrektijdstip te neutraliseren.
- Door de metingen over verschillende perioden te spreiden, is de invloed van een specifieke weekdag of week teniet te doen.
- De inzet van (hand)computers in combinatie met een GPS-unit verdient de voorkeur boven menselijke registratie. De betrouwbaarheid is zeer hoog. Deze units loggen iedere seconde de GPS-positie en slaan deze intern op. Het is zelfs

mogelijk om deze gegevens (op gezette tijden) door te sturen naar een centrale server via GPRS, waardoor de kans op verlies van data minimaal wordt.

- Als het niet nodig of haalbaar is alle voertuigen te registreren, is ervoor te kiezen een steekproef van het autoverkeer te trekken. Dit kan bijvoorbeeld op basis van een kleur.

| Autokleur | Deel van het wagenpark |
|-----------|------------------------|
| Grijs | 25% |
| Blauw | 23% |
| Rood | 15% |
| Zwart | 15% |
| Groen | 13% |
| Wit | 5% |

Bron: CBS

Tabel 4. Kleur van het Nederlandse wagenpark in 2005

Berekeningen van reistijden via routeplanners en navigatiesystemen zijn vooralsnog niet bruikbaar, omdat deze over het algemeen gebaseerd zijn op aangenomen in plaats van geobserveerde waarden.

Snelheid van fietsers meten

De beschreven methode is ook toepasbaar voor fietsers. Een fietser zou immers een smartphone bij zich kunnen hebben. Daarnaast gebruiken onderzoekers vaak het vertrek- en aankomsttijdstip voor het meten van de reistijd via een bepaalde route. Koppeling met de lengte van de gereden route maakt vervolgens berekening van de gemiddelde snelheid mogelijk. Een uitvoeringsmethode die ook wel toegepast is, is het meegeven van een kaartje aan een passerende fietser met het verzoek dit kaartje later op de route weer in te leveren. Ook dan is de reistijd, en via de afstand de snelheid, van fietsers te meten.

3.9 Methode 9 Oversteekbaarheidsmeting

a Typering van de methode

Met deze methode zijn de wachttijden van overstekende fietsers en voetgangers te bepalen, zonder dat deze verkeersdeelnemers zelf aanwezig hoeven te zijn. Het meten van de wachttijden gebeurt aan de hand van de tijdsliaten in de te kruisen verkeersstroom. Uitgangspunt is dat fietsers en voetgangers alleen kunnen oversteken als een hiaat optreedt dat minimaal even lang duurt als de benodigde oversteektijd. Als dat het geval is, is de veronderstelling dat de oversteek plaatsvindt. Bij een te kort 'gat' in de verkeersstroom is de aanname dat de fietser of voetganger wacht tot er een geschikt moment komt. Daarnaast gaat de meting ervan uit dat bij een geschikt hiaat alle wachtenden tegelijkertijd kunnen oversteken.

De methode is vooral geschikt bij oversteekplaatsen die weinig mensen gebruiken of waar mensen slechts gedurende korte perioden oversteken, bijvoorbeeld voor en na schooltijd. Gedurende een relatief korte periode zijn genoeg gegevens te verzamelen om de oversteekbaarheid in cijfers weer te geven, ongeacht de hoeveelheid overstekers.

De methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- gemiddelde wachttijd;
- de kans dat overstekers moeten wachten of het percentage overstekers dat moet stoppen;
- de kans dat overstekers langer dan een bepaalde tijd moeten wachten of het percentage overstekers dat langer dan een bepaalde tijd moet wachten;
- maximale wachttijd en
- verkeersintensiteit van de te kruisen verkeersstroom.

De methode is onder meer bruikbaar voor:

- kwantificeren van problemen met oversteken voor verschillende groepen overstekers;
- bepalen of maatregelen nodig zijn om wachttijden op voetgangersoversteekplaatsen te verminderen;
- bepalen of plaatsing van verkeerslichten noodzakelijk is en

- evalueren van getroffen maatregelen voor verbetering van de oversteekbaarheid.

b Uitvoering

Ter hoogte van de plaats waar fietsers of voetgangers gewoonlijk oversteken neemt een waarnemer plaats langs de kant van de weg. Daar kiest de waarnemer een denkbeeldige passeerlijn voor het kruisende verkeer. Als de meting is begonnen, noteert hij/zij steeds nauwkeurig het tijdstip in seconden waarop een voertuig de denkbeeldige lijn passeert. Hierbij maakt de rijrichting niet uit. Aan het eind van de meting is aan de hand van het aantal geregistreerde passeer-momenten de intensiteit van de te kruisen verkeersstroom te bepalen. Hiervoor is het nodig vóór of na het waarnemen de lengte van de oversteekplaats op te meten.

Als een oversteek uit twee of meer delen bestaat, voer dan de methode voor elk deel apart uit. De waarnemer neemt een positie in vanwaar hij voortdurend goed zicht heeft op de passeerlijn. Kies het waarneempunt zodanig dat de aanwezigheid van de waarnemer zo min mogelijk invloed heeft op het (rij)gedrag van met name de kruisende verkeersdeelnemers.

De periode waarin de meting plaatsvindt, is afhankelijk van het onderzoeksdoel. Meestal zullen perioden tijdens de spits of direct voor of na de schooluren geschikt zijn. De methode levert de exacte wachttijden voor de periode waarin werd gemeten, onder de aanname dat de veronderstelde oversteeksnelheid juist is. Een meting van een half tot een heel uur is veelal voldoende. De meting begint en eindigt op een vooraf vastgesteld tijdstip, dus ongeacht het verkeersbeeld ter plaatse.

Zorg dat de waarnemer direct na het eindigen van de meetperiode nog noteert hoe lang het duurde voordat het eerstvolgende voertuig de passeerlijn overschreed. Dit is van belang om de bloktijden aan het eind van de meting nauwkeurig te kunnen vaststellen.

c Gegevensverwerking en presentatie

De wachttijden zijn te berekenen door het hiaat tussen elke twee genoteerde passeermomenten te vergelijken met de benodigde oversteektijd. Hiervan zijn de perioden af te leiden waarin oversteken niet mogelijk was. De benodigde oversteektijd (T) is te vinden door de lengte van de oversteekplaats te delen door de

genormeerde oversteeksnelheid. Deze snelheid is voor elke categorie overstekers anders.

De tijd waarin de mensen niet kunnen oversteken is bloktijd B. Deze begint T seconden voor het moment dat het eerste voertuig passeert; vanaf dat moment is een veilige oversteek niet meer mogelijk. De bloktijd eindigt op het moment dat een voertuig passeert én het hiaat ten opzichte van het volgende geregistreerde passeermoment groter is dan de oversteektijd T.

Is het hiaat niet groot genoeg, verleng dan de bloktijd minimaal tot het passeermoment van het volgende voertuig.

Bepaal daarna opnieuw of op dat moment een oversteek mogelijk is en de bloktijd kan eindigen. De volgende bloktijd begint T seconden voor het tijdstip waarop een nieuw voertuig passeerde. Op deze wijze zijn voor de hele meetperiode P alle bloktijden B te bepalen. Eventueel kan dit voor meer categorieën overstekers met andere snelheden apart gebeuren. Met de aldus bepaalde bloktijden B en de lengte van de totale meetperiode P (beide in seconden) zijn de volgende gegevens te berekenen:

Gemiddelde wachttijd:

$$W_{\text{gem}} = S B^2 / (2 \cdot P)$$

Maximale wachttijd:

$$W_m = \max B$$

Kans op wachttijd:

$$P(W > 0 \text{ sec}) = S B / P$$

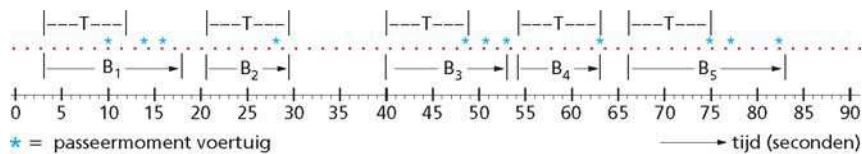
Kans op wachttijd langer dan x seconden:

$$P(W > x \text{ sec}) = S (B - x) / P \text{ (voor alle } B > x)$$

G geeft de toepassing van de methode schematisch weer, voorzien van een rekenvoorbeeld.

| Verkeersdeelnemer | | Oversteeksnelheid |
|-------------------|-------------------------|-------------------|
| Voetganger | Kinderen | 1,6 m/s |
| | Volwassenen | 1,4 m/s |
| | Ouderen | 0,9 m/s |
| | Mensen met een handicap | 0,5 m/s |
| Fietser | | 3,0 m/s |

Tabel 5: Oversteeksnelheid van categorieën voetgangers en fietsers



Lengte oversteek : 8 meter
 Meetperiode P : 90 s
 Oversteektijd T : $8 / 0,9 = 9$ s
 Bloktijden B : $B_1 = 15$ s, $B_2 = 9$ s, $B_3 = 13$ s, $B_4 = 9$ s, $B_5 = 17$ s
 Gemiddelde wachttijd = $(15^2 + 9^2 + 13^2 + 9^2 + 17^2) / (2 \cdot 90) = 4,7$ s
 Maximum wachttijd = 15 s
 Kans op wachttijd = $(15 + 9 + 13 + 9 + 17) / 90 = 0,70 = 70\%$
 Kans op wachttijd > 10 s = $(15 - 10 + 13 - 10 + 17 - 10) / 90 = 0,10 = 17\%$

Figuur 11: Schematische weergave berekening wacht- en oversteektijden

De bewerkingen zijn ook uit te voeren met een spreadsheetprogramma. Daarmee zijn, na invoering van de passeermomenten en correcte berekening van de bloktijden, de verschillende maten van oversteekbaarheid snel en foutloos te berekenen. Een bijkomend voordeel is dat een andere oversteektijd T slechts een kleine wijziging in de formules voor het bepalen van de bloktijden vereist. Daardoor kost het kwantificeren van de oversteekbaarheid voor andere categorieën overstekers nauwelijks extra tijd. Voor de berekening van de oversteekbaarheid en de presentatie van de gegevens zijn diverse softwarepakketten op de markt.

d Waarde van de resultaten

Hoewel de beschreven methode de exacte wachttijd voor de betreffende meetperiode oplevert, zijn de resultaten (bij gelijke verkeersintensiteiten) toch onderhevig aan toevalsfluctuaties. Het betreft hier fluctuaties van de ene periode op de andere. Deze zijn te verkleinen door de meetperiode te verlengen; hierbinnen moet de intensiteit van het te kruisen verkeer gelijk blijven. Een andere mogelijkheid is de meting een aantal dagen achter elkaar te herhalen, in perioden waarin de intensiteit nagenoeg constant is.

e Beperkingen, tips en valkuilen

De methode veronderstelt dat alle wachtende verkeersdeelnemers bij het optreden van een geschikt hiaat tegelijkertijd oversteken. In situaties waarin dit niet lukt, is de methode niet toe te passen. Denk aan situaties met een smalle opstelruimte of zeer brede voertuigen.

- De berekende gemiddelde en maximale wachttijd zijn sterk afhankelijk van de veronderstelde oversteeksnelheid. Dit geldt ook voor de kans dat mensen langer dan een bepaalde tijd moeten wachten.
- De methode veronderstelt dat mensen de oversteek in één keer kunnen afleggen. Als de oversteek uit twee of meer gedeelten bestaat, is het belangrijk de meting voor elk deel apart uit te voeren.
- De methode gaat ervan uit dat voetgangers de hiaten tussen passerende voertuigen goed kunnen inschatten en dat voetgangers steeds recht oversteken.

3.10 Methode 10 Parkeerdrukmeting

a Typering van de methode

Toepassing van deze methode geeft inzicht in de parkeerdruk, dat wil zeggen het aantal geparkeerde voertuigen ten opzichte van de beschikbare parkeerruimte in een gebied. Hierbij is desgewenst onderscheid te maken naar parkeercategorie (particulier, vrij, betaald, belanghebbenden/ vergunninghouders, gereserveerd). Ook is het aantal fout en/of illegaal geparkeerde voertuigen in beeld te brengen.

De methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- de feitelijke parkeercapaciteit in een gebied, eventueel onderverdeeld naar categorie en
- de parkeerbezetting op verschillende momenten in het onderzoeksgebied, eventueel uitgesplitst naar sectie.

De methode is onder meer te gebruiken voor:

- lokaliseren van parkeerproblemen;
- in kaart brengen van de omvang en de duur van parkeerproblemen;
- verkrijgen van inzicht in het feitelijke gebruik van de aanwezige parkeerplaatsen;
- verkrijgen van inzicht in het verloop van de parkeerbehoefte gedurende de dag;
- vaststellen van de omvang van foutparkeren of illegaal parkeren;
- bepalen van de trend in het gebruik van parkeervoorzieningen;
- onderbouwen van een parkeereis bij bouw- en bestemmingsplannen;
- onderbouwen en/of evalueren van parkeerbeleid en
- het ijkken van een parkeerbilans voor het onderzoeksgebied.

b Uitvoering

Bepaal afhankelijk van het doel van het onderzoek de omvang van het onderzoeksgebied en een onderverdeling in (straat)secties. Een sectie bestaat uit een straat, een wegvak of een parkeerterrein. Stel vooraf nauwkeurig de parkeercapaciteit, dus het aantal en het type parkeerplaatsen, per sectie vast.

Tijdens het onderzoek loopt (of fietst) een waarnemer een vooraf uitgestippelde route langs de secties en telt of turft het aantal geparkeerde voertuigen per sectie. Hierbij kan een handteller gewenst zijn. Indien gewenst noteert de waarnemer ook hoeveel voertuigen fout of illegaal staan geparkeerd. De toestand op het moment waarop de waarnemer elke afzonderlijke parkeerplaats passeert, is bepalend. De waarnemer keert aan het einde van de route terug naar het beginpunt, wacht totdat het waarnemingsinterval is verstreken en begint een nieuwe waarnemingsronde. Door gedurende de dag bijvoorbeeld ieder uur of eens per twee uur te meten is een goed beeld van de schommelingen in de bezettingsgraad te krijgen. Zorg dat de lengte van de routes afgestemd is op het waarnemingsinterval.

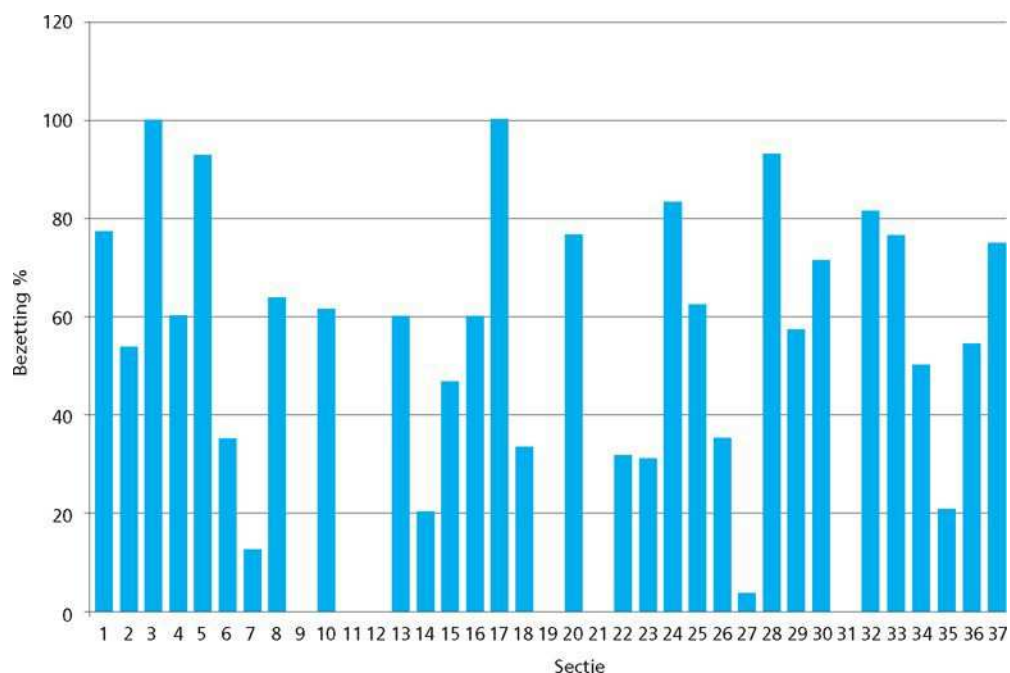
Telling fietsparkeren

Of het nu gaat om auto's of fietsen, de registratiemethode blijft hetzelfde. Daarom is deze methode ook goed bruikbaar voor het tellen van het aantal gestalde fietsen.

c Gegevensverwerking en presentatie

Verwerk na het parkeeronderzoek de parkeergegevens in tabellen. Geef hierin het parkeeraanbod en de parkeervraag per sectie en per waarneemmoment weer. Hierbij is ook het aandeel fout of illegaal parkeren inzichtelijk te maken. Het delen van de parkeervraag (per waarneemmoment) door het parkeeraanbod levert de bezettingsgraad per waarneemmoment. De bezettingsgraden zijn eveneens weer te geven in tabellen of grafieken. Naast een presentatie van de onderzoeksresultaten in tabellen zijn de resultaten ook op kaart te visualiseren, bijvoorbeeld met behulp van een GIS-applicatie. Door de data aan de kaart te koppelen, is van elk van de meetmomenten de bezettingsgraad toonbaar op de kaart.

Figuren 12 en 13 geven een voorbeeld van een grafiek en een kaart die de bezettingsgraad van één van de meetmomenten weergeven.



Figuur 12: Bezettingsgraden in grafiek



Figuur 13: Bezettingsgraden in kaart

d Waarde van de resultaten

De verkregen gegevens geven een goede indicatie van het aantal geparkeerde voertuigen en van de bezettingsgraad van het parkeerareaal tijdens het waarnemingsinterval. Afhankelijk van het soort gebied hebben echter verschillende factoren invloed op de parkeerdruk. Het weer is bijvoorbeeld van invloed op het aantal bezoekers van een centrum en op hun vervoerswijze, en heeft daarmee dus ook invloed op het aantal geparkeerde auto's. Ook de periode van het jaar heeft invloed op het aantal geparkeerde auto's.

Het piekmoment in de parkeerdruk is onder andere afhankelijk van de functies in het onderzoeksgebied. In woongebieden wordt de hoogste bezetting in de nachtelijke uren bereikt. In werkgebieden ligt de piek meestal op de werkdagen in de ochtend. In winkelgebieden is de parkeerdruk doorgaans het hoogst op koopavonden en zaterdagmiddagen of tijdens de weekmarkt. In gemengde gebieden is het vaak moeilijker te voorspellen welk moment van de week het drukst is. Daarom is het raadzaam om het onderzoek, uiteraard afhankelijk van de onderzoeksvraag, op verschillende momenten uit te voeren.

e Beperkingen, tips en valkuilen

- Het onderzoek vergt relatief veel voorbereiding, al is het qua uitvoering en verwerking van de resultaten weinig arbeidsintensief en niet duur.
- De methode geeft een indicatie van het feitelijke gebruik van de parkeerplaatsen, omdat de toestand tijdens het moment waarop de waarnemer passeert, representatief wordt gesteld voor het hele onderzoeksinterval.
- De methode geeft geen inzicht in de parkeerdruk en het aantal voertuigen dat binnen een bepaalde periode van een parkeerplaats of een straatsectie gebruikmaakt.
- Afhankelijk van het onderzoeksdoel is te kiezen voor een normale werkdag (dinsdag of donderdag), een winkeldag (zaterdag of tijdens koopavond) of een specifieke dag, zoals een markt-, kermis-, manifestatie- of vakantiedag.
- Houd bij een onderzoek naar aanleiding van klachten rekening met de periode waarin de klagers de overlast ervaren.
- Om de vraag naar parkeerplaatsen van bewoners te bepalen in een woonbuurt/wijk is een telling tijdens de nachtelijke uren voldoende, bijvoorbeeld tussen 5.00 en 6.00 uur.
- Voor het bepalen van een trend in de parkeerdruk in een gebied is een tweejaarlijks terugkerende parkeertelling voldoende. Meet daarbij steeds tijdens dezelfde perioden, bijvoorbeeld tussen 6.00 en 7.00 uur, tussen 10.00 en 11.00 uur en tussen 14.00 en 15.00 uur.
- De waarnemer moet wijzigingen in de parkeercapaciteit registreren. Het kan namelijk zijn dat een parkeerplaats (tijdelijk) niet meer beschikbaar is voor parkerende voertuigen, bijvoorbeeld als er een container, caravan of

aanhangwagen staat, of als de toegang tot de parkeerplaats wordt geblokkeerd door wegwerkzaamheden of ladend/lossend vrachtverkeer. Door dit bij te houden is de feitelijke parkeercapaciteit op de onderzoeksdag vast te stellen.

- Indien er ook parkeergarages zijn in het onderzoeksgebied, is het aan te bevelen deze tijdens een parkeerdrukmeting gelijk mee te nemen in het onderzoek. Bij garages waar parkeerders achteraf betalen zijn doorgaans gegevens uit de parkeerautomaten te gebruiken.

3.11 Methode 11 Parkeerduur- en parkeermotiefmeting

a Typering van de methode

Parkeerduur- en parkeermotiefonderzoek vindt plaats om inzicht te krijgen in de aard, frequentie en gebruiksduur van parkeervoorzieningen. Het geeft ook inzicht in de motieven van parkeerders. Gedurende het onderzoek leggen één of meer waarnemers diverse keren achtereen een vooraf vastgestelde looproute af. De waarnemer noteert per sectie, die bestaat uit een straat, terrein of wegvak, de (laatste vier karakters van de) kentekens van alle geparkeerde voertuigen. Daarbij is naar behoefte onderscheid te maken naar parkeercategorie (particulier, vrij, betaald, belanghebbenden/ vergunninghouders, gereserveerd). Ook is het aantal fout en/of illegaal geparkeerde voertuigen in beeld te brengen.

Achteraf is vast te stellen hoe lang een voertuig geparkeerd heeft gestaan en hoeveel verschillende voertuigen gebruik hebben gemaakt van een parkeerplaats. Ook is een indicatie te geven van de motieven van het parkeren (wonen, werken of bezoeken). De methode is geschikt voor het verzamelen van de volgende gegevens:

- parkeerbezetting per sectie en/of per parkeercategorie;
- de parkeermotieven (bewoners, werkers, bezoekers) per sectie en/of per parkeercategorie;
- parkeerduur per sectie en/of per parkeercategorie;
- turn-over: het gemiddeld aantal gebruikers per parkeerplaats gedurende de meetperiode;
- totaal aantal voertuigen dat in een gebied gedurende de meetperiode geparkeerd heeft.

De methode is onder meer bruikbaar voor:

- verkrijgen van inzicht in het feitelijke gebruik van parkeerplaatsen, al dan niet onderverdeeld naar parkeercategorie;
- verkrijgen van inzicht in het verloop van de parkeerbehoefte en -motieven gedurende de dag;
- in kaart brengen van parkeerproblemen;
- bepalen van de trend in het gebruik van parkeervoorzieningen;

- vaststellen van de aard, de duur en de omvang van foutparkeren of illegaal parkeren;
- afstemmen van de parkeercategorieën op de parkeerbehoefte;
- opstellen en evalueren van het parkeerbeleid.

b Uitvoering

Bepaal afhankelijk van het doel van het onderzoek de omvang van het onderzoeksgebied en een onderverdeling in (straat)secties. Een sectie bestaat uit een straat, een wegvak of een parkeerterrein. Stel vooraf nauwkeurig de parkeercapaciteit, dus het aantal en het type parkeerplaatsen, per sectie vast.

Tijdens het onderzoek loopt een waarnemer een vooraf uitgestippelde route langs de secties en noteert per sectie de (laatste vier karakters van de) kentekens van de geparkeerde voertuigen. Ook kan de waarnemer de kentekens van fout of illegaal geparkeerde voertuigen noteren. De toestand op het moment waarop de waarnemer elke afzonderlijke parkeerplaats passeert, is bepalend. Aan het einde van de route keert de waarnemer terug naar het beginpunt, waar hij wacht totdat het waarnemingsinterval is verstreken en een nieuwe waarnemingsronde begint. Om een goed beeld van de parkeerduur te krijgen mag het waarnemingsinterval niet te groot zijn. Anders bestaat het risico dat kortparkeerders komen en gaan tussen twee waarnemingsrondes in, waardoor zij niet in de cijfers worden meegenomen. Het maximale interval bedraagt daarom een half uur. In sommige gevallen, bijvoorbeeld in een blauwe zone, kan het nodig zijn ieder kwartier een waarneming te doen. Stem de maximale looptijd van de waarnemer en het waarnemingsinterval (de tijd tussen twee opeenvolgende waarnemingsrondes) op elkaar af.

Wanneer het niet nodig is om de parkeerduur te achterhalen, maar slechts inzicht te krijgen in de parkeermotieven, kan een waarnemingsinterval van één of zelfs anderhalf uur voldoende zijn. Een nachtelijke telling of 's ochtends heel vroeg is niet relevant voor het achterhalen van de parkeerduur niet, maar wel goed voor het achterhalen van parkeermotieven.

c Gegevensverwerking en presentatie

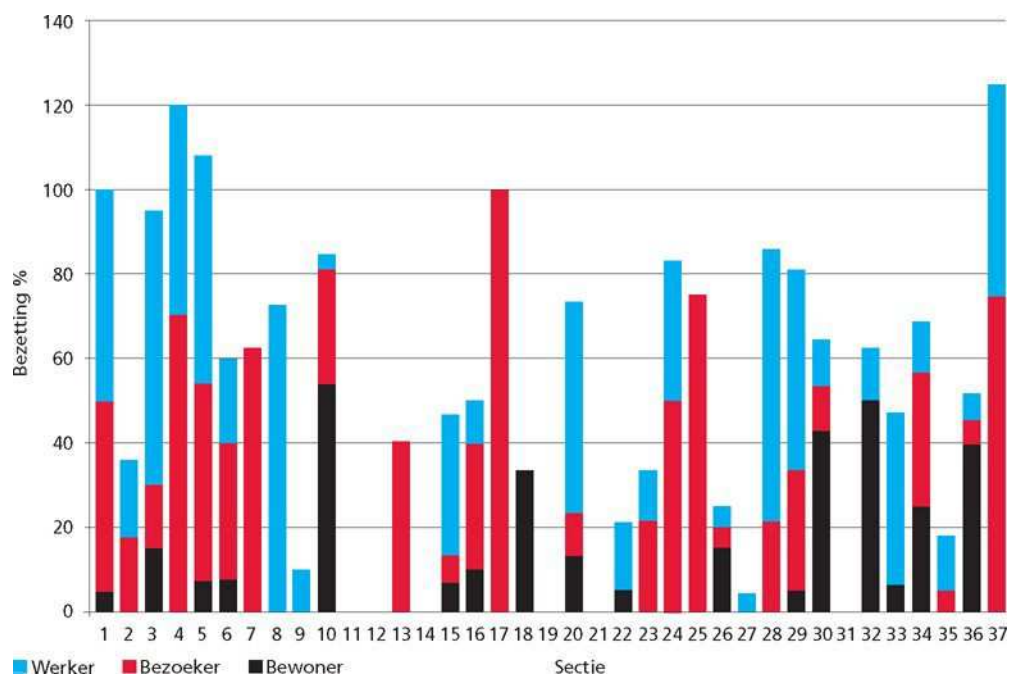
Op basis van de geregistreerde kentekens is per sectie de gemiddelde parkeerduur

en turn-over te bepalen. Ook is de bezettingsgraad per waarneemmoment inzichtelijk te maken. Bovendien is na te gaan welk motief de parkeerders hebben gehad. Van een kenteken dat in de nachtelijke telling is aangetroffen, valt aan te nemen dat het om een bewoner gaat. Kentekens die niet van een bewoner zijn, maar die wel zijn aangetroffen aan het begin van de ochtend en gedurende een aantal aaneengesloten waarnemingen zijn waarschijnlijk van mensen die daar werken. Alle overige kentekens zijn dan van bezoekers. Op basis van deze aannames zijn van alle waarneemmomenten de parkeermotieven per sectie vast te stellen.

De resultaten zijn te presenteren in tabellen en grafieken. Het parkeeraanbod en de parkeervraag zijn per sectie en per waarneemmoment weer te geven. Hierbij is ook het aandeel fout of illegaal parkeren inzichtelijk te maken. Ook is het mogelijk per sectie de gemiddelde parkeerduur en het aantal auto's dat met zijn parkeerduur in een bepaalde klasse valt, te tonen. Verder zijn ook de turn-over (per sectie) en de parkeermotieven per waarneemmoment in tabellen en grafieken weer te geven.

Daarnaast is gebruik te maken van bijvoorbeeld een GIS-applicatie om de onderzoeksresultaten te visualiseren. Door de data aan de kaart te koppelen zijn de bezettingsgraad en de parkeermotieven per meetmoment op kaart te tonen. Weergave van de gemiddelde parkeerduur en de turn-over per sectie is ook mogelijk.

De figuren 11 en 12 geven een voorbeeld van een grafiek en een kaart die de parkeermotieven van één van de meetmomenten weergeven.



Figuur 11: Parkeermotieven in grafiek



Figuur 12: Parkeermotieven in kaart

d Waarde van de resultaten

De verkregen gegevens geven een goede indicatie van de werkelijke parkeersituatie in het onderzoeksgebied. Afhankelijk van het soort gebied hebben verschillende factoren echter invloed op de parkeerdruk. Het weer is bijvoorbeeld van invloed op het aantal bezoekers van een centrum en op hun vervoerswijze en heeft daarmee dus ook invloed op het aantal geparkeerde auto's. Ook de periode van het jaar heeft invloed op het aantal geparkeerde auto's.

Het piekmoment in de parkeerdruk hangt onder meer af van de functies in het onderzoeksgebied. In woongebieden ligt de bezetting in de nachtelijke uren het

hoogst. In werkgebieden ligt de piek meestal op de werkdagen in de ochtend. In winkelgebieden is de parkeerdruk doorgaans het hoogst op koopavonden en zaterdagen of tijdens de weekmarkt. In gemengde gebieden is het vaak moeilijker te voorspellen welk moment van de week het drukst is. Daarom is het raadzaam om het onderzoek, uiteraard afhankelijk van de onderzoeksvraag, op verschillende momenten uit te voeren.

e Beperkingen, tips en valkuilen

- Het onderzoek vergt veel voorbereiding en is ook qua uitvoering en verwerking van de resultaten vrij arbeidsintensief en dus kostbaar.
- De methode levert een indicatie van het feitelijk gebruik van de parkeerplaatsen. De toestand tijdens het moment waarop de waarnemer passeert, is immers representatief voor het hele onderzoeksinterval.
- Naarmate de looproute langer wordt en het waarnemingsinterval toeneemt, wordt het onderzoek onnauwkeuriger. Gemiste voertuigen – deze parkeren na passage van de waarnemer en vertrekken weer voordat de volgende waarneming plaatsvindt – leiden tot een onderschatting van de turn-over en een overschatting van de parkeerduur.
- Om onder meer de parkeerduur en de turn-over betrouwbaar te kunnen bepalen, moet het waarnemingsinterval zo klein mogelijk zijn. Het meest betrouwbaar is een continue waarneming. Dit is echter zeer arbeidsintensief en daardoor kostbaar, tenzij het een parkeerterrein of -garage betreft met een beperkt aantal in/uitgangen. In dat geval is de gemiddelde parkeerduur met behulp van een kentekenonderzoek te bepalen.
- Het te kiezen waarnemingsinterval is van invloed op de nauwkeurigheid van de onderzoeksresultaten. In het algemeen geldt dat het waarnemingsinterval kleiner moet zijn dan de gemiddelde, feitelijke parkeerduur. Hierbij geldt dat de gemiddelde parkeerduur te schatten is aan de hand van de functie van de parkeerplaatsen (winkelen, wonen enzovoort) of uit eerder verrichte metingen op dezelfde plek.
- Als een voertuig geparkeerd staat op een plaats die vooraf niet voorzien was, is het raadzaam dit toch te registreren. Hetzelfde geldt voor situaties waarin meer voertuigen geparkeerd staan dan er vakken zijn.

- De waarnemer hoort wijzigingen in de parkeercapaciteit te registreren. Het kan gebeuren dat een parkeerplaats tijdelijk niet beschikbaar is voor parkerende voertuigen, bijvoorbeeld als er een container, caravan of aanhangwagen staat, of de toegang tot de parkeerplaats wordt geblokkeerd door wegwerkzaamheden of ladend/lossend vrachtverkeer. Door dit bij te houden is de feitelijke parkeercapaciteit op de onderzoeksdag vast te stellen.

