Tijdschrift voor criminologie, jaargang 36, nr. 2, 1994

Gouda Quint bv, Arnhem

Enkele weinig gebruikte methoden om het aantal plegers van misdrijven te schatten

Filip Smit, Peter van der Heijden en Ger van Gils

Hoewel er verschillende methoden zijn om de omvang van een criminele populatie langs statistische weg te schatten, wordt in de criminologie betrekkelijk weinig gebruik gemaakt van zulke methoden. Deels komt dat doordat zulke schattingsmethoden vooral in de biologie (visserij, natuurbeheer) ontwikkeld zijn. In dit artikel wordt eerst in het algemeen op de waarde van zulke schattingen ingegaan. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van een aantal schattingsmethoden die bruikbaar lijken binnen de criminologie. Ook worden voorbeelden gegeven.
In het algemeen kan gezegd worden dat van de meeste vormen van criminaliteit het aantal daders niet, of niet goed bekend is. Men spreekt in dat verband in de criminologie over 'dark number' of 'Dunkelziffer'. Zo zijn er delicten waarvan het slachtoffer vrijwel altijd aangifte doet, bijvoorbeeld autodiefstal, maar het aantal keren dat in een bepaald gebied auto's gestolen wordt, zegt nog weinig over het aantal autodieven. Van een aantal andere delicten is bekend dat zij lang niet altijd worden aangegeven door het slachtoffer. Fietsendiefstal is hiervan een voorbeeld. Het aantal fietsendieven is helemaal onbekend. Het aantal daders is vooral onbekend wanneer er sprake is van een slachtofferloos delict of van delicten waarbij de directe persoonlijke schade erg beperkt is, zoals in het geval van milieudelicten. In beide gevallen wordt er niet of zelden aangifte gedaan en vindt er ook geen registratie plaats van deze delicten in de slachtofferenquêtes.

Doel van dit artikel is aan te geven hoe, zelfs onder zulke omstandigheden, het aantal leden van een criminele populatie geschat kan worden.[1]
Schattingen van de omvang van een criminele populatie kunnen onder andere helpen bij:
1. het bepalen van de werklast van de politie (en de daarmee gemoeide omvang van benodigde middelen);
2. het bepalen van welke gebieden extra aandacht van de politie verdienen (en dus hoe de beschikbare middelen te verdelen);
3. het bepalen van de aanpak van een bepaald type criminaliteit (of in een stad 10 autodieven frequent, of 100 autodieven incidenteel te werk gaan, kan van belang zijn voor de aanpak van de politie);
Verder zijn zulke schattingen nuttig omdat zij kunnen helpen bij:
4. het evalueren van de effectiviteit van politiële interventies, dus bij programma- evaluatie;
5. het bepalen van de omvang van economische en ecologische schade ten gevolge van criminaliteit.

1. Het artikel is mede gebaseerd op een onderzoek betreffende vuurwapenbezit en illegaal mest uitrijden uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken. Een uitgebreid onderzoeksverslag verscheen als Van de Heijden, Smit en Van Gils 1993.

Schattingsmethoden

Bij wijze van inleiding op de schattingsmethoden beschouwen we de volgende situaties:

1. Biologen hebben een techniek ontwikkeld om het onbekende aantal vissen in een meer te schatten. Daartoe vangen ze vissen, merken de gevangen dieren en laten hen weer vrij. In een volgende vangst worden gemerkte en niet gemerkte vissen gevangen. Met behulp van wat statistiek schat men vervolgens het aantal nooit gevangen vissen. Uitgaande van het aantal gevangen vissen en het geschatte aantal nooit gevangen vissen berekent men het totale aantal. Bij sommige studies heeft men, ter validering van de methode, zo'n meer leeggepompt om te zien inhoeverre het geschatte aantal overeenkomt met het werkelijke aantal.
2. In een natuurgebied bevindt zich een onbekend aantal elanden. Een instantie die zich bezighoudt met natuurbescherming wil weten wat het totale aantal elanden is. Daartoe worden, op een bepaalde manier, waarnemingen vanuit de lucht verricht. Een probleem is dat een deel van de dieren zich aan de luchtwaarneming onttrekt omdat zij zich schuilhoudt onder bomen.
3. In een ontwikkelingsland ontbreekt een degelijke registratie van de bevolking. Toch wil een organisatie die zich met volksgezondheid bezighoudt, weten wat het aantal zwangere vrouwen is.
4. In een grote stad in de V.S. wil een instantie die zich bezighoudt met AIDS weten wat het aantal HIV-geïnfecteerden is.
5. In een stad in Australië neemt het aantal keren dat auto's gestolen worden de laatste jaren sterk toe. De politie wil weten hoe groot het aantal autodieven is.
6. In een Afrikaans land vormt een sprinkhanenplaag een bedreiging voor de landbouw. Om uit te maken hoeveel insekticide men nodig heeft, moet men bij benadering het aantal sprinkhanen kennen.
7. Tijdens de oorlog in Vietnam wilde de Amerikaanse inlichtingendienst weten hoeveel executies van Vietnamese burgers hadden plaatsgevonden. De getuigenverklaringen waren deels incompleet, deels overlappend. Een soortgelijke situatie heeft zich voorgedaan in de Tweede Wereldoorlog, toen de Engelse inlichtingendienst het aantal Duitse tanks wilde schatten.

Deze situaties vormen een willekeurige greep uit de literatuur over het schatten van de omvang van populaties. Soms zijn er tussen vakgebieden parallellen te trekken en lijken bepaalde schattingsmethoden uit het ene op het andere vakgebied toepasbaar. Dat is de aanpak die we hier volgen.
We gaan nu in op de verschillende schattingsmethoden. Geschikte schattingsmethoden vonden wij vooral in de medisch-sociale wetenschappen (drugs, prostitutie) de (marine) ecologie (visserij) en de criminologie (prevalentie van autodieven). Afgezien van een groot aantal artikelen uit de verschillende wetenschapsgebieden, baseren we ons voornamelijk op de belangrijke overzichtswerken van Pollock (1991) en van Seber (1982, aangevuld met artikelen uit 1986 en 1992). We gaan vooral in op die schattingstechnieken waarvan we denken dat zij ook binnen de criminologie

toegepast kunnen worden. Het toepassen van deze technieken in de criminologie vindt nog nauwelijks plaats. Dit is ons gebleken uit een literatuurstudie. Ook hebben wij geïnformeerd of de *Federal Bureau of Investigations*, de *National Criminal Intelligence Service* en de *Bundeskriminalamt* van dit soort technieken gebruik maakt. Hun antwoorden waren ontkennend of ontwijkend.

We bespreken de volgende technieken:

1. Tellingen per waarnemingsgebied;
2. Vangst-hervangst, waarvan we twee vormen uitwerken:
(a) Vangst-hervangst bij aparte registraties (Petersens Methode);
(b) Vangst-hervangst bij eenzelfde registratie (Zeltermans Methode);
3. Vangst naar inspanning;
4. Antwoorden met toeval;
5. De sneeuwbal-methode.

Per techniek beschrijven we achtereenvolgens: (1) de *rationale*: dus het achterliggende idee; (2) de *data-eisen*: dus de eisen waaraan de gegevens dienen te voldoen; (3) de *techniek*: een korte, niet al te technische, beschrijving van de schattingsmethode. Soms zijn er volgens hetzelfde idee en op dezelfde data meerdere schattingstechnieken toepasbaar. We bespreken dan telkens een relatief eenvoudige techniek. We geven ook voorbeelden. Vervolgens (4) geven we per techniek aan wat de *veronderstellingen* zijn waaraan tegemoet gekomen dient te worden, opdat de techniek ook doet wat we er van verwachten. We beginnen met technieken waarbij zelfs het rekenwerk eenvoudig is, als tenminste aan een aantal veronderstellingen is voldaan. Daarom laten we bij deze technieken ook wat formules zien. Er worden tevens enige eenvoudige rekenvoorbeelden gegeven van schattingen. De bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen worden niet behandeld, aangezien het rekenwerk daarvoor aanzienlijk gecompliceerder is. Ten slotte (5) verwijzen we naar de literatuur voor *meer algemeen toepasbare technieken* waarbij één of meerdere veronderstellingen losgelaten kunnen worden.

Tellingen per waarnemingsgebied

Het idee van deze methode (*counts on sample plots*) laat zich als volgt uitleggen. In plaats van een telling van alle exemplaren in het hele populatiegebied uit te voeren, kan men tellingen uitvoeren in een aantal kleinere waarnemingsgebieden. De aantallen in de waarnemingsgebieden leren ons dan iets over het totale aantal in het populatiegebied.

Hierbij worden de volgende eisen aan de data gesteld. Er wordt een a-selecte of geografisch gestratificeerde steekproef gemaakt van stukken land die de vorm hebben van vierkanten of rechte banen. Per waarnemingsgebied worden tellingen verricht. Dat kunnen tellingen zijn van bij voorbeeld illegale vuilstortplaatsen, illegale houtkap of illegale lozingen. Indien de waarnemingen vanuit de lucht worden uitgevoerd dient rekening gehouden te worden met de (on)betrouwbaarheid van de waarnemingen. Meer over dit onderwerp (*visability bias*) vindt men bij Bayliss & Yeomans (1989:925-

933), Bear e.a. (1989:908-915), Crépeau & Crête (1990:163-176) en Marsh & Sinclair (1989:1017-1024).
De techniek staat bekend onder de naam tellingen-per-waarnemingsgebied (zie: Seber 1982:20-28). We willen in een gebied weten hoe groot een populatie is (N). We verdelen daartoe het populatiegebied in een aantal kleinere waarnemingsgebieden, de genoemde vierkanten of de rechte banen. Binnen de waarnemingsgebieden wordt geobserveerd. Het onder surveillance gebrachte oppervlak is een proportie (p) van het oppervlak van het populatiegebied. De observaties leveren (n) tellingen op. Bijvoorbeeld tellingen van boeren die bezig zijn met het illegaal uitrijden of lozen van mest.
We definiëren:

N= het (onbekende) aantal eenheden van de gehele populatie
n= het geobserveerde aantal eenheden binnen de waarnemingsgebieden
p= de proportie van het totale oppervlakte dat onder surveillance werd gebracht

We schatten N met

$$\hat{N} = n/p. \qquad [1.1]$$

$\hat{N}$ is een zuivere schatter van N, is binominaal verdeeld en heeft variantie

$$var(\hat{N}) = \hat{N}(1-p)/p. \qquad [1.2]$$

De nauwkeurigheid van de schatting is dus voor een deel afhankelijk van de proportie (p) van het onder surveillance gebrachte oppervlak. Bij wijze van vuistregel wordt aangeraden om 5% tot 10% van het populatiegebied onder observatie te brengen, tenzij N groot (>200) is, want dan mag met een kleinere proportie volstaan worden. Formules [1.1] en [1.2] veranderen wanneer er sprake is van een geografisch gestratificeerde steekproef met ongelijke trekkingskansen voor verschillende typen waarnemingsgebieden (zie Seber 1982:26,27). Er moet dan gecorrigeerd worden voor de ongelijke trekkingskansen van de verschillende typen waarnemingsgebieden.
Bij de techniek gelden de volgende veronderstellingen:
1. De populatie is gesloten, of mag als gesloten worden beschouwd, zodat N constant is voor de duur van het onderzoek. Dit wil zeggen dat de effecten van migratie, geboorte en sterfte geen merkbare invloed hebben op de populatiegrootte N.
2. De eenheden van de populatie zijn willekeurig (random) en onafhankelijk van elkaar verdeeld. Er is dus geen sprake van clustering van eenheden.
3. De waarnemingsgebieden (sample plots) zijn (per geografisch stratum) a-select verdeeld over het populatie-gebied.
Wat betreft veronderstelling (1): de populatie hoeft niet per se gesloten te zijn. Wanneer de populatie open is, dan moet de statistiek aangepast worden (Seber 1982:196 e.v.). Wanneer veronderstelling (2) geschonden wordt dan

blijft formule [1.1] een zuivere schatting opleveren van N, alleen [1.2], de var($\hat{N}$), wordt niet goed geschat. Schending van (2) leidt dus tot mogelijke fouten in het betrouwbaarheidsinterval rondom $\hat{N}$. Veronderstelling (3) heeft betrekking op de generaliseerbaarheid van de onderzoeksbevindingen uit de waarnemingsgebieden naar het populatiegebied.

Als voorbeeld noemden wij tellingen van boeren die bezig zijn met het illegaal uitrijden van mest. Zo is het ondermeer gedurende de maand januari niet toegestaan dat boeren mest uitrijden op grasland. Zij die dat wel doen handelen in strijd met het 'Besluit gebruik dierlijke meststoffen'. Controle op het illegaal uitrijden is een taak van de politie. Stel dat de politie daarom wil weten hoe groot het aantal overtreders is. Om dat aantal te bepalen worden vluchten uitgevoerd boven een beperkt aantal waarnemingsgebieden. Deze a-select gekozen waarnemingsgebieden beslaan 10% van het totale oppervlak van het grasland (dus p=.1). Stel dat met behulp van deze luchtwaarneming 200 heterdaad overtredingen geconstateerd worden (dus n=200). Volgens formule [1.1] levert dit 200/.1=2000 overtreders op gedurende de maand januari. Met behulp van deze informatie kan de politie een raming maken van het aantal benodigde mandagen om haar taak uit te voeren en van de daarmee gemoeide kosten. Een aantal andere milieudelicten zijn eveneens goed waarneembaar vanuit de lucht. We denken dan aan: plaatsen waar illegale houtkap plaatsvindt, waar geloosd wordt op oppervlakte water, waar vuil gestort wordt. De laatstgenoemde zaken leveren informatie op over het aantal delicten, niet over het aantal overtreders. Alleen heterdaad constateringen, waarbij dus het aantal daders geteld kan worden, geeft informatie over de omvang van de populatie van overtreders.

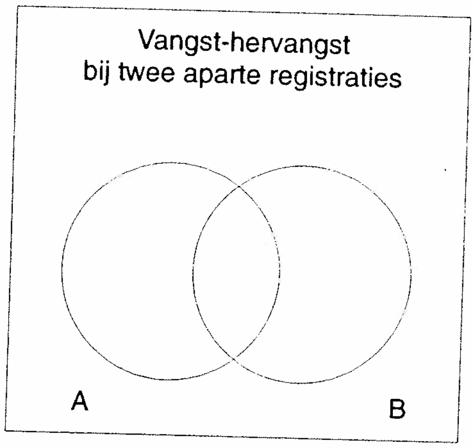
Vangst-hervangst methoden

Vangst-hervangst (*capture-recapture*), is een 'familie van methoden' die in de biologie veel wordt gebruikt om een schatting te geven van de omvang van een bepaalde diersoort in een bepaald gebied. Een bekende toepassing is de volgende. In een eerste periode worden zoveel mogelijk alle dieren van de diersoort gevangen, gemerkt, en losgelaten, en in de tweede periode worden weer zoveel mogelijk dieren gevangen en gemerkt. In de verdere uitwerking vervangen we het woord 'dieren' door 'daders'. Het aantal daders dat minstens éénmaal is gepakt is bekend, en het aantal daders dat nooit gepakt is, kan door het maken van bepaalde veronderstellingen worden geschat. De som van het aantal daders dat minstens eenmaal is gepakt en het aantal daders dat nooit is gepakt levert een schatting van het totale aantal daders.
Voor de keuze van de techniek maakt het verschil hoe de gegevens verzameld zijn. Er zijn twee manieren:
1. de gegevens komen uit twee (of meer) aparte registraties.
2. de gegevens komen uit één registratie en zijn continu verzameld.
Van de eerste situatie (aparte registraties) gegeven we een uitwerking in de volgende paragraaf. Daarna geven we een uitwerking van de tweede situatie (één doorlopende registratie).

Vangst-hervangst: aparte registraties

We bespreken nu vangst-hervangsttechnieken die gebruikt kunnen worden wanneer er sprake is van aparte registraties. We staan daarom eerst even stil bij de wijze waarop aan de gegevens wordt gekomen.
Ten aanzien van de benodigde data kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt. Een a-selecte steekproef (n_1) van gemarkeerde exemplaren (m_1) wordt in de populatie losgelaten. Vervolgens, d.w.z. na enige tijd zodat de gemarkeerde en de niet gemarkeerde exemplaren zich hebben kunnen mengen, wordt eveneens op a-selecte wijze een tweede steekproef (n_2) uit de populatie gevangen. Er zijn nu twee aparte registraties. In de tweede registratie worden een aantal gemarkeerde (m_2) exemplaren aangetroffen. Dat zijn dus personen die in beide registraties voorkomen. Criminologisch gezien zijn zij enigszins vergelijkbaar met daders die voor de tweede keer opgepakt worden, recidivisten dus. In figuur 1 zijn dit de personen die zich bevinden in de overlap tussen beide registraties.

Figuur 1



Hetzelfde soort gegevens kan ook verkregen worden uit registraties die door twee (of meer) aparte instanties zijn verkregen. Bijvoorbeeld een registratie van druggebruikers van de politie (n1) en een registratie van druggebruikers bij een geneeskundige instantie (n2). Het aantal personen dat in beide bestanden voorkomt zien we als de hervangsten (m_2). In beide gevallen is er sprake van aparte registraties, die onafhankelijk van elkaar verkregen zijn.
Op dit soort gegevens kunnen verschillende vormen van capture-recapture analyses worden uitgevoerd. De eenmalig-merken-en-loslaten-techniek (*single mark release*) is een eenvoudige variant van de boven genoemde methode (Seber 1982:59-64; Wickens 1989:257-259). Deze techniek is ook bekend als de Petersen Methode. Vergeleken met een ruim aantal andere technieken is de hier beschreven techniek volgens Seber één van de beste (p. 564-565). Uitgaande van de data en volgens dit idee zijn er overigens

verschillende formules om de schatting uit te voeren. Wij bespreken de meest eenvoudige formule. We definiëren:

N=	het aantal eenheden van de gehele populatie
n_1	het aantal gemarkeerde exemplaren in de steekproef op t_1
n_2=	het aantal exemplaren in de steekproef op t_2
m_2	het aantal teruggevonden gemarkeerde exemplaren (recidivisten) in n_2

We schatten N met

$$m_2/n_2 = n_1/\hat{N} \qquad [2.1]$$

ofwel,

$$\hat{N} = (n_1 n_2)/m_2. \qquad [2.2]$$

Formule [2.1] zegt dus dat de verhouding van het aantal teruggevonden gemarkeerde exemplaren ten opzichte van de grootte van de steekproef n_2 op t=2 ons iets leert over de populatie-grootte N. Formule [2.2] is een herschikking van [2.1]. De schatter N is echter niet zuiver. Hiervoor kan gecorrigeerd worden. Voor de correcties verwijzen wij naar Seber (1982:60-61).

Bij het gebruik van de techniek dienen de volgende veronderstellingen in acht te worden genomen:

1. De populatie is gesloten, en N is dus constant voor de duur van het onderzoek. Als de populatie open is zijn aanpassingen nodig en mogelijk.
2. Alle exemplaren die gemarkeerd zijn op t_1 vormen een enkelvoudig a-selecte steekproef uit de populatie.
3. Het reeds gepakt zijn, heeft geen invloed op de kans om opnieuw gepakt te worden.
4. De tweede steekproef is een enkelvoudig a-selecte steekproef uit de populatie.
5. De markeringen verdwijnen niet gedurende het tijdsinterval tussen t_1 en t_2, dus de daders die eerder gepakt zijn worden later opnieuw herkend.

De gevolgen van de schending van de veronderstellingen worden beschreven door Seber (1982:70-104). Veronderstelling 3 is de belangrijkste. De pakkansen van de gepakte en de niet gepakte exemplaren mogen niet verschillen.

Als voorbeeld nemen we een gebied waarin op twee verschillende momenten controles worden uitgevoerd op rijden onder invloed. Op de eerste controle worden in totaal 200 automobilisten betrapt op rijden onder invloed (dus n_1=200). Op de tweede controle, die in hetzelfde gebied een maand later plaatsvindt, worden 300 overtreders betrapt (dus n_2=300). Van deze 300 worden er 60 herkend als personen die al gepakt zijn tijdens de eerste controle, recidivisten dus. Volgens formule [2.2] zijn er

(200*300)/60=1000

overtreders in het gebied. Verder waren er (200+300-60=) 440 ooit gepakte overtreders, hetgeen overeenkomt met 44% van het totaal.
In het voorgaande zijn we uitgegaan van het simpele geval: er zijn twee onafhankelijke steekproeven en aan alle veronderstellingen wordt voldaan. Wanneer er drie of meer steekproeven voorhanden zijn, dan kunnen ook voor andere – meer realistische – situaties omvangsschattingen worden uitgevoerd. In geval van drie of meer aparte registraties kan met behulp van loglineaire analyse de eventuele afhankelijkheid tussen de registraties in de analyse betrokken worden (Bishop, Fienberg & Holland 1975:230-256; Bloor, Leyland, Barnard & McKeganey 1991; Cormack 1989:395-413; Frischer & Leyland 1992:995). En wanneer de tweede steekproef in etappes verkregen wordt, kan met behulp van de regressie techniek (zie paragraaf 2.3) getest worden of de gemarkeerde en de niet-gemarkeerde exemplaren eenzelfde pakkans hebben (Seber 1982:565, 125 e.v.). wat in de criminologie (afgezien van politiecontroles zoals hierboven beschreven) natuurlijk zelden het geval is. Dit laatste speelt nog sterker bij de volgende variant van het vangst-hervangstmethode.

Vangst-hervangst: continue verzameling

Bij verschillende vangsten van exemplaren uit een populatie krijgen we informatie over de grootte van die populatie door te letten op het aantal exemplaren dat eenmaal, tweemaal, ... K-keren gepakt is gedurende een bepaalde periode.
Bij deze techniek worden de volgende eisen aan de data gesteld:
1. De data worden continu verzameld, bijvoorbeeld gedurende een jaar. Er wordt dus niet gewerkt met aparte, onafhankelijke steekproeven (of vangsten).
2. De gegevens zijn antecedenten, dus het aantal keren dat iemand zich opnieuw schuldig heeft gemaakt aan hetzelfde delict –en daarvoor ook is gepakt– gedurende een bepaalde periode (speciale recidive).
3. De geregistreerde eenheden (daders; plegers van een delict) moeten uniek identificeerbaar zijn, zodat vastgesteld kan worden of eenzelfde dader op t ook in de registratie van t+1 opnieuw voorkomt als pleger van hetzelfde delict. In Nederland kan hierbij gedacht worden aan het gebruik van het Herkenningssysteem (HKS) van de politie.
De algemene methode staat bekend onder de naam vangst-hervangst bij continue gegevensverzameling. De statistiek die gebruikt wordt voor deze vangst-hervangst analyses is nogal ingewikkeld. Een eenvoudige variant is de methode van Zelterman (1988, zie ook: Collins & Wilson 1990). Zelterman paste de techniek ondermeer toe op de vraag hoe omvangrijk de vocabulaire van William Shakespeare was. Zeltermans veronderstelling was dat Shakespeare meer woorden kende dan hij gebruikte. Hij komt tot de slotsom dat Shakespeare 69536 woorden kende en daar slechts 38002, ofwel 55%, van heeft gebruikt. Deze schatting wordt door linguïsten aannemelijk

gevonden. We beschrijven deze methode omdat er weinig eisen aan de data gesteld worden, de methode wat rekenwerk betreft eenvoudig is en de resultaten robuust lijken. Er wordt gebruik gemaakt van antecedenten-gegevens, namelijk het aantal keren dat daders voor een bepaald type delict 1 keer of 2 keren gearresteerd zijn. De gedachte hierbij is dat de laag-frequente overtreders het meest zullen lijken op de groep die nooit gepakt is. Verder moet men weten wat het totale aantal arrestanten is. Voor het rekenwerk definiëren we:

N= het aantal eenheden van de gehele populatie
na= het totale aantal arrestanten
n_1= het aantal individuen dat 1x gepakt is
n_2= het aantal individuen dat 2x gepakt is

N wordt geschat door:

$$\hat{N} = na / [1-\exp(-2n_2/n_1)]. \qquad [3.1]$$

Bij de methode van Zelterman kan aangeraden worden aparte analyses uit te voeren voor verschillende subgroepen van de arrestanten door, bij voorbeeld, jongere van oudere daders te onderscheiden. Analyse op homogene subgroepen geeft namelijk betere schattingen. Meer in het algemeen geldt voor vangst-hervangst methoden dat in beginsel de volgende veronderstellingen niet geschonden mogen worden:
1. De populatie is gesloten, en N is dus constant voor de duur van het onderzoek. Bij open populaties zijn aanpassingen nodig.
2. Het gepakt zijn op t heeft geen invloed op de kans om gepakt te worden op t+1.
3. Alle eens gepakte daders, zijn als zodanig herkenbaar bij latere arrestaties.
4. Alle daders die later nog eens gepakt worden, worden gerapporteerd.
We willen opnieuw kort stil staan bij veronderstelling (2). In de criminologie moet bij deze veronderstelling met een aantal zaken rekening worden gehouden, waardoor geconcludeerd moet worden dat de veronderstelling van gelijke pakkansen in de praktijk meestal geschonden wordt. Het oplossingspercentage van het aantal bij de politie aangegeven zaken is volgens de CBS politiestatistieken momenteel 22%. Dit roept een aantal vragen op. Betekent dit dat vooral onhandige en opvallende delinquenten gepakt worden die een hoge pakkans hebben? Zijn delinquenten die al eerder gepakt zijn en daarom bekend zijn bij de politie personen die alleen al om die reden een hogere pakkans hebben? Van de andere kant, zouden eens gepakte personen hun gedrag zodanig kunnen wijzigen dat hun pakkans afneemt? Dit zijn vragen op basis waarvan we zeer voorzichtig moeten zijn met de tweede veronderstelling. Bij twijfel dienen de pakkansen bij voorkeur betrokken te worden in de analyse. Bovendien moet bedacht worden dat de pakkansen per delict sterk kunnen verschillen en dat het verschil tussen sommige delicten vaak zeer kunstmatig is.

Een criminologische toepassing van Zeltermans methode, ontlenen wij aan Collins en Wilson (1990). In en rondom Canberra, de hoofdstad van Australië, werden in het jaar 1978 59 volwassenen en 72 jongeren gepakt wegens het stelen van een voertuig. De verdeling is als volgt:

Tabel 1. Aantallen arrestanten wegens autodiefstal naar volwassenen en jongeren (1987)

	keren gepakt	volwassenen	jongeren
	1	42	39
	2	7	14
	3	3	5
	4+	7	14
totaal		59	72

Data naar: Collins en Wilson (1990) Tabel II.

Uiteraard is het aantal volwassenen en jongeren dat nooit gepakt is onbekend. Het totale aantal autodieven in het gebied is daarom ook onbekend. Met behulp van formule [3.1] kunnen we daar nu achter komen. Voor de volwassenen hebben we de volgende gegevens: na=59, n_1=42 en n_2=7. Dit geeft:

$$59/[1-\exp(-2*7/42)]=208$$

volwassen overtreders. Voor de jongeren hebben we na=72, n_1=39 en n_2=14. Dit geeft:

$$72/[1-\exp(-2*14/39)]=141$$

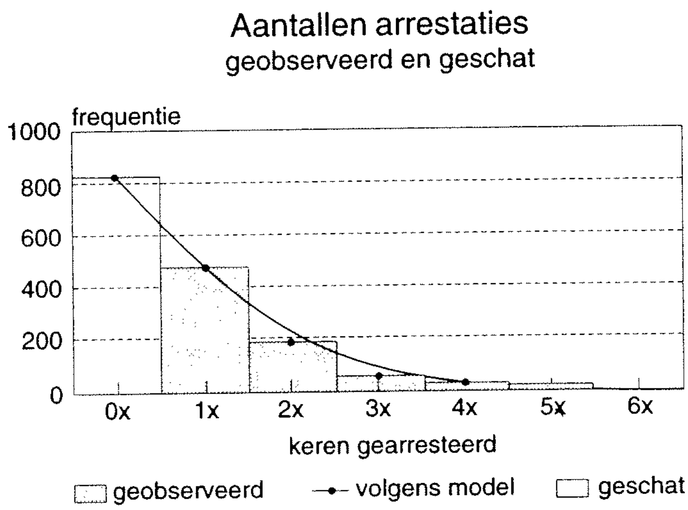
jeugdige overtreders. Uit deze gegevens en schattingen kan een aantal conclusies getrokken worden. De eerste conclusie is dat 38% van de populatie autodieven ooit gearresteerd werd. Wetend dat in het jaar 1987 1426 auto's gestolen zijn, is nu ook duidelijk dat gemiddeld 1426/(208+141)=4 voertuigen per autodief gestolen zijn.

Een tweede conclusie is dat jongeren een grotere pakkans blijken te hebben dan volwassen autodieven. Jongeren worden immers vaker gepakt (72 jongeren tegen 59 volwassenen), terwijl de populatie van jonge autodieven kleiner is dan die van de volwassen autodieven (141 tegen 208). Anders gezegd, 55% van de arrestanten voor autodiefstal zijn jongeren, maar deze groep is voor circa 39% van de autodiefstal verantwoordelijk. Dit betekent dus dat de verhouding tussen de omvang van groepen arrestanten niet zonder meer representatief is voor de verhouding van die groepen in de populatie.

Deze aanpak zou gevolgd kunnen worden bij het beantwoorden van enkele vragen die tegenwoordig in Nederland spelen. We denken bijvoorbeeld aan de vraag of allochtonen inderdaad zo'n groot aandeel in de criminaliteit hebben. Degenen die op deze vraag een bevestigend antwoord geven, wijzen naar de gevangenissen waar een buiten-proportioneel groot aantal allochtonen zit. Degenen die geneigd zijn de vraag ontkennend te beantwoorden, verweren zich met het argument dat de pakkans van allochtonen groter is dan die van autochtonen en dat derhalve de gevangenissen vooral gevuld zijn met allochtonen. (Bovenkerk en De Haan, 1993) Wij stellen ons op het standpunt dat per groep onderzoekbaar is welk aandeel zo'n groep in de criminaliteit heeft en dat per groep ook de pakkans uitgerekend kan worden.

Zoals gezegd is de methode van Zelterman eenvoudig toe te passen om de grootte van een populatie te schatten op vangst-hervangstgegevens die op basis van continue verzameling verkregen zijn. Er zijn ook ingewikkelder varianten ontwikkeld waarbij een aantal veronderstellingen losgelaten kan worden. Er is bij voorbeeld sprake van ongelijke pakkansen of de populatie is niet gesloten maar open. We laten de nogal ingewikkelde statistiek die hiervoor gebruikt wordt buiten beschouwing. De geïnteresseerde lezer verwijzen we naar Collins & Wilson (1990); Rossmo & Routledge (1990) en Seber (1982, 1986, 1992).

Figuur 2



In plaats van een formele uitleg, geven we een meer conceptuele beschrijving van deze aanpak. Figuur 2 laat zien hoe op basis van de daders die 1x, 2x ... 6 en meerdere keren gepakt zijn een statistisch model wordt gemaakt met behulp waarvan ook het aantal nooit gepakte daders geschat kan worden. In dit soort modellen kunnen ook ongelijke pakkansen meegemodelleerd worden.

Vangst naar inspanning

Met behulp van de vangst-naar-inspanning-methode (*capture by effort*) krijgen we inzicht in de grootte van een populatie wanneer we successievelijk (j) keren met een bepaalde inspanning (f_j) bepaalde aantallen (n_j) exemplaren vangen en aan de populatie onttrekken. De mate van de geleverde inspanning

en de grootte van de resulterende vangsten leren ons dan hoe groot de oorspronkelijke populatie is. Hiervoor is het nodig dat bij een (j=1, 2,...J) aantal vangsten wordt geregistreerd wat de inspanning (f_j) is die geleverd is om een vangst van (n_j) exemplaren binnen te halen.
Omdat de gepakte exemplaren aan de populatie onttrokken moeten worden, denken we bijvoorbeeld aan personen die voor de duur van het onderzoek door hechtenis aan de populatie onttrokken worden of als illegaal uit het land worden gezet. Een andere mogelijkheid is deze: gepakte personen worden niet uit de populatie verwijderd, maar worden zo danig geregistreerd dat wanneer zij opnieuw worden gepakt, herkend worden. Zij tellen dan (administratief) niet meer mee voor de rest van het onderzoek. Er is, met het oog op de dataverzameling nog een mogelijkheid. Wanneer we het hebben over 'exemplaren die definitief aan de populatie onttrokken worden' kunnen we ook denken aan zaken zoals valse bankbiljetten en vuurwapens, die in beslag worden genomen en daarna worden vernietigd. De 'populatie' bestaat in dat geval niet uit personen, maar bijvoorbeeld uit vuurwapens. Het is in dit voorbeeld vervolgens mogelijk om aan de hand van gegevens over aantallen in beslaggenomen vuurwapens ook het aantal illegale vuurwapenbezitters uit te rekenen. Daartoe hoeft men alleen maar te weten hoeveel wapens een illegaal vuurwapenbezitter gemiddeld heeft.
Uitgaande van het concept van vangst-naar-inspanning en het soort data zijn er weer verscheidene formules om de populatiegrootte N te schatten. Eén formule is gebaseerd op lineaire regressie (Seber 1982:197 e.v., zie Seber 1982:296,297 voor een aanpak gebaseerd op *maximum likelihood* schatting). De regressietechniek is ook bekend onder de naam: Leslies Methode. We bespreken deze aanpak. We definiëren:

N= de oorspronkelijke populatie-grootte.
n_j= de grootte van de j-ste vangst die aan de populatie onttrokken wordt (j=1, 2,...J).
f_j= het aantal eenheden inspanning (effort) besteed aan het verkrijgen van de j-ste vangst.

De gegevens uit de benodigde registraties zijn de grootte van iedere vangst (n_j) en de inspanning per vangst (f_j). We rekenen verder met x en y. Deze x en y zijn simpele transformaties van n_j en van f_j. We geven in tabel 2 een voorbeeld met data.

x= de cumulatieve n_j (Σn_{j-1}) met een *lag* van j-1 (zie tabel 2).
y= de grootte van een vangst bij het aantal eenheden inspanning op j, dus: n_j/f_j.

Tabel 2. Leslies regressie-methode op vals geld-data

j vangst	n_j biljetten	f_j manuren	y $(= n_j/f_j)$	x $(= \Sigma n_{j-1})$
1	6995	8470	.8259	0
2	5851	7770	.7530	6.9950
3	3221	3430	.9391	12.846
4	6345	7970	.7961	16.067
5	3035	4740	.6403	22.412
6	6271	8144	.7700	25.447
7	5567	7965	.6989	31.718
8	3017	5198	.5804	37.285
9	4559	7115	.6408	40.302
10	4721	8585	.5499	44.861
11	3613	6935	.5210	49.582
12	0473	1060	.4462	53.195
13	0928	2070	.4483	53.668
14	2784	5725	.4863	54.596
15	2375	5235	.4537	57.380
16	2640	5480	.4818	59.755
17	3569	8300	.4300	62.395

De data zijn ontleend aan De Lury (1947: tabel 1) overgenomen door Seber (1982 tabel 7.1) en hebben oorspronkelijk betrekking op het vangen van kreeften.

In dit voorbeeld doen we een onderzoek naar het aantal valse bankbiljetten, maar men zou ook kunnen denken aan vuurwapens die door de politie (met een bepaalde inspanning) in beslag worden genomen. Stel dat we mogen aannemen dat het gaat om een gesloten populatie van valse bankbiljetten, d.w.z. we nemen aan dat voor de duur van het onderzoek geen nieuwe (valse) bankbiljetten gedrukt worden, geen biljetten de landsgrenzen overgaan en geen biljetten door hun eigenaars vernietigd worden. Dit zijn natuurlijk sterke veronderstellingen, die in de praktijk zelden opgaan. Nu gaat het echter om het idee en we houden omwille van de uitleg één en ander opzettelijk simpel. In dit voorbeeld leveren de politie en de banken een bepaalde inspanning (f_j) per vangst (j), uitgedrukt in manuren, om valse bankbiljetten in beslag te nemen en te vernietigen. De valse bankbiljetten worden dus definitief aan de oorspronkelijke populatie van bankbiljetten onttrokken. Elke nieuwe inspanning om bankbiljetten in beslag te nemen wordt beloond met een vangst van een (n_j) aantal beslagnames. Stel dat er successievelijk zeventien keren achter elkaar zo'n inspanning geleverd wordt. De volgende stap die we uitvoeren is x en y uitrekenen en deze in een lineaire regressie brengen. In de gebruikelijke notatie ziet dit model er als volgt uit:

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon. \qquad [4.1]$$

Waarbij:

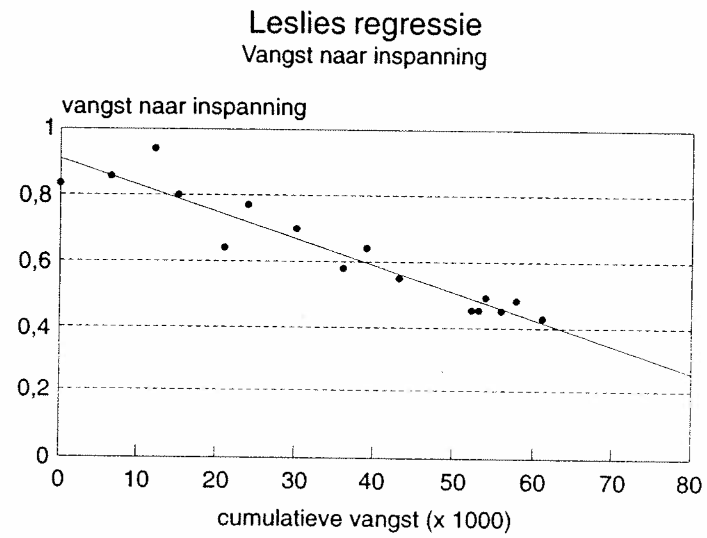
α het intercept is en
β de hoek van de regressielijn
ε de storingsterm is.

Voor de data uit tabel 1 vinden we (voor α en β):

$$\hat{y}=.8877 - .00737\, x,$$

met R= -.92746 en R= .86019. Het corresponderende plaatje van de regressie van y op x staat in figuur 3. Uit deze afbeelding blijkt dat de keuze van een lineair model goed is[2].

Figuur 3



De totale (oorspronkelijke) populatiegrootte N schatten we met $\hat{N}$=x wanneer y=0 (er geen exemplaren meer gevangen worden), dus:

$$\hat{N}=(xy=0). \qquad [4.2]$$

Dit komt neer op een extrapolatie van de lijn in figuur 3 totdat y gelijk is aan 0. De waarde van x (ofwel $\hat{N}$, ofwel de oorspronkelijke grootte van de populatie van valse bankbiljetten), blijkt dan 120.500 biljetten te zijn met een betrouwbaarheidsmarge van 77.327.

De volgende veronderstellingen moeten in acht worden genomen:

1. De populatie is gesloten, en N is dus constant voor de duur van het onderzoek. Bij open populaties zijn aanpassingen nodig.
2. De vangsten volgen een Poisson-proces ten opzichte van de geleverde inspanning. Simpel gezegd: alle eenheden geleverde inspanning zijn onaf-

2. Uit figuur 3 blijkt eveneens dat er sprake is van heteroscedastiteit (verschillende variantie van de error per niveau van x). Dit probleem is kenmerkend voor dit type data en kan aangepakt worden door gebruik te maken van een gewogen regressie (zie Seber 1982:298). We merken op dat heteroscedastiteit geen invloed heeft op de grootte van de modelcoëfficiënten (α en β worden zuiver geschat), maar wel op de standaard fouten van de schatters en daarmee dus op het betrouwbaarheidsinterval rondom de geschatte populatiegrootte.

hankelijk van elkaar, de inspanning van, bijvoorbeeld, agent A concurreert dus niet met die van agent B.

3. Alle exemplaren (bankbiljetten, vuurwapens) hebben een gelijke pakkans. Overigens, de geleverde inspanning hoeft niet constant te zijn bij alle j-keren. De inspanning mag dus variëren. Veronderstelling (3) is de belangrijkste veronderstelling. Schending hiervan leidt tot een niet zuivere schatter N. Het is duidelijk dat de methode in de criminologische praktijk dus problemen op zal leveren. Maar ook hier, bij de vangst naar inspanning-techniek, geldt dat ingewikkelder methoden kunnen leiden tot betere resultaten ook wanneer niet aan alle voorwaarden is voldaan. Pollock, Hines en Nichols (1984) voeren op dezelfde gegevens een omvangsschatting uit waarbij gebruik wordt gemaakt van logistische regressie. De resultaten zijn vergelijkbaar met die van de Lessies regressie-methode, maar hun methode heeft als voordeel dat ook andere informatie in het model betrokken kan worden, waardoor hun aanpak onder bepaalde condities realistischer is. Critten en Thomas (1989) hebben een methode die lijkt op de Leslies regressie, maar zij is gebaseerd op een conditionele GLS-regressie. Het is hun claim dat daarmee zuiverder schattingen worden verkregen. Verder is het mogelijk immigratie en geboorte mee te modelleren binnen vangst-naar-inspanning-achtige analyses (Seber:1982:328-344). Dat betekent dat de veronderstelling dat de populatie constant is, losgelaten kan worden. Hierdoor kan de toepassing van de techniek in de criminologische praktijk realistischer worden.

Antwoorden met toeval

Antwoorden met toeval (*randomized response*) is een techniek die gebruikt wordt bij het verzamelen van gevoelige informatie. Stel dat wij willen weten hoeveel mannen (in percentage) hun vrouw het afgelopen jaar hebben geslagen. Op de vraag 'heeft u het afgelopen jaar uw vrouw geslagen?' zal te vaak niet naar waarheid worden geantwoord. Een mogelijkheid om het de respondenten gemakkelijker te maken eerlijk te antwoorden, wordt geboden door deze methode. Deze methode heeft vele vormen.

Een eenvoudige vorm is deze. Men geeft de respondent een spel kaarten, en vraagt de respondent hieruit een kaart te trekken, zonder dat de interviewer ziet welke kaart dit is. De vraag is vervolgens 'heeft u zojuist een harten of ruiten getrokken, of heeft u afgelopen jaar uw vrouw geslagen?' Bij een 'ja'-antwoord door de respondent weet de interviewer niet waarop nu eigenlijk 'ja' is gezegd: of een harten dan wel een ruiten getrokken is, of dat de echtgenote geslagen is. Het punt is dat voor elke individuele respondent niet nagegaan kan worden of hij zijn vrouw slaat of niet. Dit is dus een waarborg voor de privacy van de respondent. Om deze reden biedt *randomized response* twee voordelen boven *direct response*. Ten eerste zal er minder weigering optreden onder respondenten om aan het interview mee te doen. Ten tweede zal de neiging om te liegen wanneer er een sociaal gevoelige vraag wordt gesteld afnemen. Voor deze gedachte kan ook ondersteuning worden gevonden. In 1975 werd in Alberta, Canada onderzoek verricht naar abortus. Verschillende technieken werden gebruikt. De resultaten (zie Chaudhuri & Mukerjee 1988:139) zijn als volgt:

Wijze van dataverzameling	*geschat aantal*
mondelinge interviews	1150
schriftelijke enquête	3060
randomized response	12320

Hieruit blijkt dat antwoorden-met-toeval veel meer gevallen van abortus onthult dan de beide andere methoden.
Het doorslag gevende element in deze techniek is dat op individueel niveau de privacy wordt gewaarborgd, terwijl op groepsniveau alle benodigde informatie verkregen wordt. Wij weten immers dat de kans om een harten of ruiten te trekken 50% is. Uit de verkregen proportie mannen die 'ja' hebben geantwoord is hierdoor een schatting af te leiden van de proportie mannen die afgelopen jaar hun vrouw hebben geslagen. Immers:

P(ja)= P(harten of ruiten) + P(slaan) – P(harten of ruiten)P(slaan).

Bijvoorbeeld:

P(ja)= .58; P(harten of ruiten)= .50; hieruit volgt dat P(slaan)= .16.

Het percentage mannen dat in het afgelopen jaar zijn vrouw heeft geslagen is dus 16%. Deze methode om tot een schatting van het aantal daders te komen is nog weinig toegepast, al zijn de resultaten hoopgevend (zie: Fox & Tracy 1986; Chaudhuri & Mukerjee 1988). Onze indruk is dat antwoorden-met-toeval zonder al te grote problemen ingezet kan worden in enquête-onderzoek. Voorbeelden van onderwerpen die gevoelig kunnen liggen voor een respondent zijn gokverslaving, verslaving aan drugs (Brewer 1981; Brown 1975), abortus (Abernathy, Greenberg & Horvitz 1970; Krotki & McDaniel), rijden onder invloed (Folsom 1974), stropen van wild (Wright 1980), het declareren van nooit verrichte medische handelingen door artsen (Green 1990:42,43). We beschrijven het laatst genoemde voorbeeld van Green iets uitvoeriger. Vijfhonderd huisartsen krijgen een brief toegestuurd, waarin hun medewerking aan het onderzoek wordt gevraagd en waarin hun uitgelegd wordt dat door de methode van onderzoek hun privacy volledig wordt gewaarborgd. Met behulp van *randomized response* vullen de artsen op een anoniem retourformulier alleen een 'ja' of 'nee' antwoord in. De brief bevat de volgende passage (Green 1990:43)[3]:

We doen onderzoek naar verzekeringsfraude onder huisartsen. Er is [door de gekozen onderzoeksopzet] geen enkele manier om uit te maken welk antwoord door welke persoon is gegeven. Daarom vragen we u om geheel eerlijk te zijn. Werpt u a.u.b. een munt. Als de munt op 'kop' valt, beantwoordt u de volgende vraag: 'Is uw moeder geboren tussen 1 januari en 30 juni?'
Als de munt op 'munt' valt, wilt u dan de volgende vraag beantwoorden: 'Heeft u ooit een

3. De auteurs danken F. Bovenkerk voor het attenderen op het bestaan van dit voorbeeld.

declaratie ingediend bij de verzekeringsmaatschappij van een patiënt voor handelingen of testen die nooit zijn uitgevoerd?'
Beantwoordt u de vraag alleen met 'ja', of, 'nee' op het bijgesloten retourformulier. *Vertelt u vooral niet wie u bent of op welke vraag u antwoord heeft gegeven.* Bedenk dat wij op deze manier niet in staat zijn na te gaan wie antwoordt en op welke vraag u antwoord heeft gegeven. Wij danken u voor uw medewerking.

Op deze manier kan men aan respondenten vragen of zij zich ooit schuldig hebben gemaakt aan verzekeringsfraude. Bovendien kan men vragen of zij in het afgelopen jaar ook betrapt zijn op fraude. De laatste vraag dient er voor om de gegevens uit het eigen onderzoek te kunnen vergelijken met de gegevens van de politie en van de verzekeraars. Dit geeft een ophoogfactor waar de uitkomsten uit het eigen onderzoek mee vermenigvuldigd dienen te worden om van de proportie daders in de steekproef naar het totale aantal daders in een populatie van onbekende omvang te komen[4].
De methode van het antwoorden met toeval maakt het dus mogelijk om antwoord te krijgen op gevoelige vragen waarop met 'ja' of 'nee' geantwoord wordt. Er zijn ook vormen van antwoorden met toeval met behulp waarvan men vragen kan stellen naar hoe vaak men iets heeft gedaan. Het antwoord bestaat dan niet meer uit 'ja' of 'nee', maar uit een getal. De techniek moet dan worden aangepast (vgl. Chaudhuri & Mukerjee 1988:60-82). Voor bepaalde vormen van onderzoek zou de laatst genoemde aanpak de voorkeur hebben. Het is ook mogelijk een vragenlijst of interview zo in te richten dat er voor een deel van de vragen sprake is van *direct response* (voor vragen naar geslacht, leeftijd, inkomen e.d.) en voor een deel van *randomized response* (voor de gevoelige vraag). Maddela (1983:54-56) beschrijft hoe in zo'n situatie statistische modellen geschat kunnen waarin de *direct response*-variabelen als voorspellers van het te onderzoeken gedrag meegenomen kunnen worden.

De sneeuwbalmethode

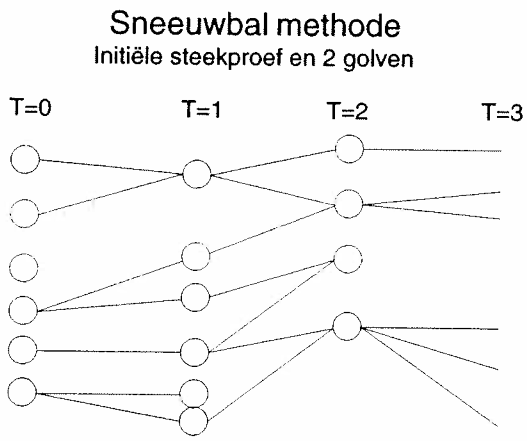
Het idee van de sneeuwbalmethode (*snowball sampling*) bestaat er uit dat een netwerk van personen in kaart wordt gebracht door aan elke geïnterviewde te vragen of hij/zij de namen wil geven van de hem/haar bekende leden van het netwerk. Het aantal genoemde namen en het aantal inmiddels bekende namen levert capture-recapture data op met behulp waarvan het totale aantal leden van het netwerk geschat kan worden.
De sneeuwbalmethode is een methode die wel gebruikt is bij de bepaling van het aantal drugverslaafden in Amsterdam (Korf 1986, 1987). Hierbij werd aan drugverslaafden gevraagd of zij de namen van andere drugverslaafden wilden geven. Deze drugverslaafden werden getraceerd, en vervolgens werd aan hen gevraagd of zij de namen van andere drugverslaafden wilden geven. Hiermee kan een aantal keren worden doorgegaan. Zo wordt uiteindelijk een netwerk van drugverslaafden in kaart gebracht. Zie figuur 4.
Het is op basis van een hele 'korte' sneeuwbal verzameling, bestaande uit no

4. Het op deze manier verkrijgen van een ophoogfactor is bij ons weten voor het eerst zo toegepast door Kinnel (1989), zie ook Bloor, Leyland, Barnard & McKeganey (1991).

individuen die a-select op T_0 in de initiële steekproef zijn gekomen, mogelijk met een capture-recapture achtige analyse de grootte van het netwerk te schatten (Snijders 1992). Voor het rekenwerk definiëren we:

N=	het aantal eenheden in het gehele netwerk
$\hat{N}$=	de schatter van N
n_0=	het aantal individuen in de a-selecte initiële steekproef S_0
n_1=	het aantal individuen in S_1 genoemd door de leden van S_0

Figuur 4



Binnen de eerste golf van de sneeuwbal-verzameling (S_1) bevinden zich dus n_1 individuen. Van deze n_1 individuen zijn er een u-aantal onbekend (*unmarked*), en is er een m-aantal bekend (*marked*), want zij kwamen al voor in S_0. Dus:

u=	aantal onbekende leden in S_1
m=	aantal bekende leden in S_1 want ook in S_0.

N wordt nu geschat met,

$$\hat{N}= [(n_0-1)u/m]+n_0. \qquad [6.1]$$

We maken hierbij de volgende kanttekeningen:
1. Formule [6.1] is slechts één van de vele formules om op basis van sneeuwbal-data de omvang van een netwerk te schatten (zie Frank & Snijders 1992). We noemen alleen deze formule omdat er een betrekkelijk geringe inspanning geleverd hoeft te worden met betrekking tot de data-verzameling. Een aantal andere formules maakt namelijk gebruik van meer rondes in de sneeuwbalverzameling. Verder is het rekenwerk met formule [6.1] eenvoudig.
2. De veronderstelling dat de initiële steekproef a-select is wordt realistischer wanneer men er van afziet respondenten te benaderen die zich tijdens de contactpoging in een groep bevinden.

3. Binnen netwerken heeft niet elk individu eenzelfde kans om genoemd te worden. Personen die in het centrum van een netwerk zitten hebben meer kans door anderen genoemd te worden, dan personen die zich in de periferie van het netwerk bevinden. Wanneer de initiële steekproef veel centrale personen bevat wordt de grootte van het netwerk onderschat. Het verdient daarom aanbeveling een netwerk niet vanuit het centrum, maar juist zoveel mogelijk vanuit de periferie te benaderen. Dit lijkt een moeilijke opgave, want hoe weet men van te voren of iemand zich in het centrum dan wel meer aan de periferie van een netwerk bevindt?[5]

We geven een voorbeeld met cijfers. Het voorbeeld hebben we ontleend aan Snijders (1992). Via de politie, hulpverlenende instanties en door bezoek aan koffiehuizen e.d. beschikken we over een groep van 80 heroïne-gebruikers. We beschouwen deze groep als een a-selecte initiële steekproef S_0 met $n_0=80$. Deze 80 respondenten noemen op hun beurt de namen van 368 heroïne gebruikers die zij kennen (S_1 met $n_1=368$). Van deze 368 genoemden zijn er 28 bekend, want die waren al aangetroffen in S_0. Dus m=28. Het restant van n_1-m is u=340 onbekenden in S_1. We schatten de grootte van het netwerk N met formule [6.1], dus:

$$\hat{N} = [(80-1)*340/28]+80$$
$$\hat{N} = 1039.$$

Besluit

We volstaan met dit overzicht. De belangrijkste principes zijn besproken, voor zo ver het technieken betreft die een criminologische toepassing zouden kunnen vinden en waarbij het rekenwerk eenvoudig is. Varianten in schattingswijzen werden buiten beschouwing gelaten. De lezer wordt hiervoor voorál verwezen naar Pollock (1991) en Seber (1982) en naar de overige aangehaalde literatuur. Verder hebben we Bayesiaanse benaderingen buiten beschouwing gelaten. Bestudering van de literatuur heeft ons geleerd dat er vele schattingstechnieken bestaan. De bovengenoemde technieken gaan uit van veronderstellingen die met het oog op een criminologische toepassing het meest realistisch en bruikbaar lijken.

De meeste toepassingen die zijn genoemd betreffen schattingen van de totale omvang van een populatie daders van een bepaald type delict in een bepaald geografisch gebied. Deze schattingen zijn vooral nuttig om de totale werklast van de politie te bepalen en op basis daarvan middelen aan de politie toe te wijzen. Met dezelfde technieken kunnen, wanneer men de beschikking heeft over achtergrondgegevens van de gepakte daders, schattingen worden gemaakt die een rol kunnen spelen bij het bepalen van een strategie bij

5. In geval van een sneeuwbalverzameling in een netwerk van druggebruikers is het antwoord volgens Korf eenvoudig te geven. In een empirisch onderzoek van Korf blijkt dat het centrum van een netwerk samenvalt met het geografisch centrum van een stad, en dat de periferie van het netwerk zich bevindt aan de geografische periferie van de stad, dus de buitenwijken en de omliggende dorpen. De suggestie om een netwerk vanuit de periferie te benaderen kan dus vrij letterlijk worden opgevat: begin in de buitenwijken van een stad met de sneeuwbalverzameling en men komt zeer waarschijnlijk vanzelf uit in het stadscentrum en daarmee in het centrum van het netwerk.

criminaliteitsbestrijding. Zo kunnen de omvang van deelgroepen van daders en de verschillende pakkansen voor verschillende dadergroepen worden geschat. Voorbeelden hiervan zijn de schattingen van het aandeel van verschillende leeftijdsgroepen of etnische minderheden in het plegen van bepaalde delicten.

Ook is het mogelijk de methodes op het schatten van slachtoffers in plaats van daders toe te passen. Bij slachtoffers van gevoelige delicten – bij voorbeeld sexuele delicten – zou de antwoorden-met-toeval methode meer betrouwbare gegevens kunnen opleveren dan de gebruikelijke vragenlijsten of interviews.

Bij de bruikbaarheid van de behandelde technieken voor criminologische toepassing maken wij de volgende kanttekening. In dit artikel zijn we uitgegaan van de technieken waarbij het rekenwerk zo eenvoudig mogelijk is. Voor die eenvoud moet wel een prijs betaald worden: er worden meer en zwaardere eisen aan de data gesteld. De meest genoemde eis is bijvoorbeeld dat de populatiegrootte N gedurende het onderzoek constant is. We hoeven dan in de statistiek geen rekening te houden met migratie, geboorte en sterfte in de populatie of met verschillende pakkansen. Zelfs onder deze omstandigheden blijken er technieken zijn waarvan het gebruik op criminologische gegevens op een realistische manier tot de mogelijkheden behoren. In een aantal gevallen treedt overigens de situatie op dat wanneer veronderstellingen geschonden worden er toch nog een ondergrens van de grootte van de populatie verkregen wordt. Het is ten slotte zinnig om nogmaals op te merken dat er schattingstechnieken zijn waarbij ook complexere situaties gehanteerd kunnen worden. We denken dan aan schattingen waarin geboorte, sterfte, migratie en verschillende pakkansen meegenomen worden in de statistiek. Er zijn dus meer mogelijkheden dan we in dit artikel hebben laten zien. We concluderen, al met al, dat het een goed idee is om statistische technieken toe te passen op het schatten van de omvang van de plegers van (vooral slachtofferloze) misdrijven. Onze aanbeveling is per type delict te bepalen:

1. welke veronderstellingen realistisch zijn.
2. welke schattingstechnieken daarom de voorkeur genieten.
3. welk type data daarom beschikbaar moet zijn.

Vervolgens kan bezien worden:

4. of er al geschikte data aanwezig zijn in de vorm van bestaande registraties.
5. of er ter aanvulling op bestaande gegevens additionele gegevens verzameld moeten worden. Wanneer er geen geschikte gegevens beschikbaar zijn, zal men of (a) moeten overgaan tot het zelf verzamelen van alle benodigde gegevens, of (b) moeten kijken of met een andere techniek wel aan de noodzakelijke veronderstellingen tegemoet kan worden gekomen.

Het is dus niet zo dat één bepaalde schattingstechniek altijd en op elk type delict toegepast kan worden. Per delicttype moeten bovenstaande zaken eerst in kaart worden gebracht.

Literatuur

Abernathy, J.R.; B.G. Greenberg & D.G. Horovitz, 'Estimates of induced abortion in urban North Carolina'. In: *Demography*, 7, 1970, 19-29.

Arnold, B.C. & R.A. Groeneveld, 'Sequential sampling estimation of finite populations of N = nr objects'. In: *Biometrical Journal, Zeitschrift für mathematische Methoden in den Biowissenschaften*, 23, 1990, 143-153.

Bayliss, P. & K.M. Yeomans, 'Correcting bias in aerial survey population estimates of federal livestock in Northern Australia using the double count method'. In: *Journal of Applied Ecology*, 26, 1989, 925-933.

Bear, G.D.; G.C. White; L.H. Carpneter; R.B. Gill & D.J. Essex, 'Evaluation of aerial mark-resighting estimates of elk populations'. In: *Journal of Wildlife Management*, 53, 1989, 908-915.

Becker N.G. & C.C. Heijde, 'Estimating population size from multiple recapture experiments'. In: *Stochastic Processes and their Applications*, 36, 1990, 77-83.

Bickel, P.J. & J.A. Yahav, *On estimating the number of unseen species: how many executions were there?*, Technical report No.43. Berkeley: Department of statistics, University of California, 1985.

Bishop, Y.M.M.; S.E. Fienberg & P.W. Holland, *Discrete Multivariate Analysis: Theory and Practice*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1975 (Chapter 6: 'Estimating the size of a closed population', 229-256).

Bloor, M.; A. Leyland, M. Barnard & N. McKeganey, 'Estimating hidden populations: a new method of calculating the prevalence of drug-injecting and non-injecting female street prostitution'. In: *British Journal of Addiction*, 86, 1991, 1477-1483.

Bovenkerk, F. & W. de Haan, 'Moedwil en misverstand. Overschatting en onderschatting van allochtone criminaliteit in Nederland'. In: *Tijdschrift voor Criminologie*, jg. 35, nr.3, 1993, 277-300.

Brewer, K.R.W., 'Estimating marijuana usage using randomized response: some paradoxical findings'. In: *Australian Journal of Statistics*, 23, 1981, 139-148.

Brown, G.H., 'Randomized inquiry vs. conventional questionnaire method in estimating drug usage rates through mail surveys' In: *Tech. Rep.*, Human Resources Research Organization, 1975, 75-114.

Chao, A., 'Estimating anminal ambundance with capture frequency data'. In: *Journal of Wildlife Management*, 52, 1988, 295-300.

Chao, A., 'Estimating population size from sparse data in capture-recapture experiments'. In: *Biometrics*, 45, 1989, 427-438.

Chaudhuri, A. & R. Mukerjee, *Randomized response: Theory and techniques*, New York, Basel: Marcel Dekker Inc., 1988.

Collins, M.F. & R.M. Wilson, 'Automobile theft: estimating the size of the criminal population'. In: *Journal of Quantitative Criminology*, 6, 1990, 395-409.

Cormack, R.M., 'Loglinear models for capture-recapture'. In: *Biometrics*, 45, 1989, 395-413.

Cowan, C.D. & D. Malec, 'Capture-recapture models when both sources have clustered observations'. In: *Journal of the American Statistical Association*, 81, 1986, 347-353.

Crépeau & M. Crête, 'A two-phase sampling plan for the estimation of the size of a moose population'. In: *Biometrics*, 46, 1990, 163-176.

Crittenden, R.N. & G.L. Thomas, 'A conditional generalized least squares method for estimating the size of a closed population'. In: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 46, 1989, 818-823.

Dhakar, T., e.a., 'Determining the size of a finite population of different objects from a finite sample taken at random with replacement'. In: *Communications in Statistics, Part B-Simulation and Computation*, 18, 1989, 1311-1323.

Folsom, R.E., *A randomized response validation study: Comparison of direct and randomized reporting of DUI arrests*, Final Report 2550-807, Chapel Hill, NC: Research Triangle Institute, 1974.

Fox, J.A., *Randomized Response*, Newbury Park: Sage, 1988.

Fox, J.A. & P.E. Tracy, *Randomized response. A method for sensitive surveys*, Beverly Hills: Sage, Quantitative Applications in the Social Sciences, 1986.

Frank, Ö. & T.A.B. Snijders, 'Estimating hidden populations using snowball sampling, Groningen: paper voor de *Workshop on generalizability questions for snowball sampling and other ascending methodologies*, 1992.

Frischer, M. & A. Leyland, 'Reliability of populations and prevalence estimates'. In: *The Lancet*, vol.339, 1992, 995.

Garthtwaite, P.H. & S.T Buckland, 'Analysis of multiple recapture census by computing conditional probabilities'. In: *Biometrics*, 46, 1990, 231-238.

Green, M.A. & S. Stollmack, 'Estimating the number of criminals', In: Fox, J.A. (ed.) *Models in quantitative criminology*, New York: Academic, 1981.

Goodstadt, M.S. & V. Gruson, 'The randomized response technique: a test on drug use'. In: *Journal of the American Statistical Association*, 70, 1975, 814-818.

Greene, M.A., 'Estimating the size of the criminal population using an open population approach'. In: *Proceedings of the Survey Research Methods Section*, American Statistical Association, 1983, 8-13.

Heijden, P. van der; F. Smit & G. van Gils, 'Schattingen van het aantal slachtofferloze delicten'. In: *Politia Nova 3*, 's-Gravenhage: Ministerie van Binnenlandse Zaken, Directie Politie, 1993.

Kinnel, H., *Prostitutes, their clients and the risk of HIV infection in Birmingham,* Occasional Paper, Birmingham, Department of Public Health Medicine, 1989.

Korf, D.J., *Heroïnetoerisme: Veldonderzoek naar het gebruik van harddrugs onder buitenlanders in Amsterdam*, Amsterdam: Stadsdrukkerij van Amsterdam, 1986.

Korf, D.J., *Heroïnetoerisme II: Resultaten van een veldonderzoek onder 382 buitenlandse dagelijkse opiaatgebruikers in Amsterdam*, Amsterdam: Stadsdrukkerij van Amsterdam, 1987.

Krotki, K.J. & S.A. McDaniel, 'Three estimates of illegal abortions in Alberta, Canada: survey, mailback and randomized response technique'. In: *Proceedings of the 40th Session,* International Statistical Institute, 46, 1975, 67-69.

Kumar, P. & A. Herzel, 'Estimating population totals in surveys involving multi-characters'. In: *Metron*, 46, 1988, 33-46.

Kumar, P.; S.A. Kumar, 'A note on estimation of population total using unequal probability sampling schemes'. In: Statistical, 49, 1989, 513-518.

Laska, E.M.; M. Meisner & C. Siegel, 'Estimation the size of a population from a single sample'. In: *Biometrics*, 44, 1988, 461-472.

Laska, E.M.; M. Meisner & C. Siegel, 'Correction to "Estimation the size of a population from a single sample"'. In: *Biometrics*, 45, 1989, 1347 (cf. *Biometrics*, 44, 461-472).

Leite, J.G., e.a., 'Bayes estimation of the size of a finite population: Capture/recapture sequential sample data'. In: *International Statistical Review*, 58, 1990, 201-213.

Maddala, G.S., *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge: Cambridge University Press (Chapter 2.16: 'Estimation of logit models with randomized data', 54-56), 1983.

Marsh, H. & D.F. Sinclair, 'Correcting for visibility bias in strip transect aerial surveys of aquatic fauna'. In: *Journal of Wildlife Management*, 53, 1989, 1017-1024.

Meter, K.M. van, *The Collection and interpretation of data from hidden populations*, Groningen: paper voor de Workshop on generalizability questions for snowball sampling and other ascending methodologies, 1990.

Mukerjee, R. & S. Sengupta, 'Optimal estimation of finite population total under a general correlated model'. In: *Biometrika*, 76, 1989, 879-794.

Pollock, K.H., 'Modeling capture-recapture, and removal statistics for estimation of demographic parameters of fish and wildlife populations: past, present and future'. In: *Journal of the American Statistical Association*, vol.86, no. 413, 1991, 225-238.

Pollock, K.H.; J.E. Hines & J.D. Nichols, 'The use of auxiliary variables in capture-recapture and removal experiments'. In: *Biometrics*, 40, 1984, 329-340.

Rivest, L-P.; H. Crépau & M. Crête, 'A two-phase plan of the estimation of the size of a moose population'. In: *Biometrics*, 46, 1990, 163-176.

Rodrigues, J., 'A simple non-parametric Bayes solution to the estimation of the size of a closed animal population'. In: *The Statistician*, 38, 1989, 71-76.

Rossmo, D.K. & R. Routledge, 'Estimating the size of criminal populations'. In: *Journal of Quantitative Criminology*, 6, 1990, 293-314.

Sandland, R.L., 'Methods of estimating the number of heroin users'. In: *NSW. In House Report Series A84/3*, NSW Drug and Alcohol Authority, Sydney, 1984.

Seber, G.A.F., *The estimation of animal abundance and related parameters* (second edition), London: Charles Griffin & Comp Ltd., 1982.

Seber, G.A.F., 'A review of estimating animal abundance'. In: *Biometrics*, 42, 1986, 267-292.

Seber, G.A.F., 'A review of estimating animal abundance II'. In: *International Statistical Review*, 60, 1992, 129-166.

Snijders, T.A.B., *Estimating hidden populations using snowball sampling*, Groningen: paper presented at the Workshop on generalizability questions for snowball sampling and other ascending methodologies, 1992 (a).

Snijders, T.A.B., *Estimation on the basis of snowball samples: how to weight? Estimating the size of a network*, Groningen: paper presented at the Workshop on generalizability questions for snowball sampling and other ascending methodologies, 1992 (b).

Spreen, M., *Literature Review*, Groningen: paper voor de Workshop on generalizability questions for snowball sampling and other ascending methodologies, 1992.

Tiwari, R.C. & R.C. Tripati, 'Non-parametric Bayes estimation of the probability of discovering a new species'. In: *Communications in Statistics, Part-A: Theory and Methods*, 18, 1989, 913-926.

Whitehead, H.G. & R. Bell, 'Mark-recapture estimates with emigration and re-immigration'. In: *Biometrics*, 46, 1990, 473-479.

Wickens, Th. D., *Multiway Contingency Table Analysis for the Social Sciences*, Hove and London: Lawrence Erlbaum Associates (chapter 10.5: 'Estimation of population size', 257-259), 1989.

Zacks, S; C.A. de B. Pereira & J.G. Leite, 'Bayes sequential estimation of the size of a finite population'. In: *Journal of Statistical Planning and Inference*, (25), 1990, 363-380.

Zelterman, D., 'Robust estimation in truncated discrete distributions with application to capture-recapture experiments'. In: *Journal of Statistical Planning and Inference*, 18, 1988, 225-237.