

NN31545.0730

NOTA 730

April 1973

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

HET DIGITALISEREN VAN KAARTEN EN
HET VERWERKEN VAN HIERMEE VERKREGEN GEGEVENS
(Een databank voor de landinrichting)

Ir. A. C. Visser

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.



1789631

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. VOORBEREIDING	2
3. INSTRUMENTARIUM	5
4. TERREINOPNAME EN VASTSTELLING KNIKPUNTEN IN GRENZEN	7
5. OPNAME VAN KNIKPUNTEN	8
5.1. Methode A	8
5.2. Methode B	9
5.3. Methode C	12
5.4. Methode D	15
5.5. Methode E	16
5.6. Keuze uit de genoemde methoden	18
6. PUNTENNUMMERING	19
7. MOGELIJKHEDEN VOOR TOEPASSING BIJ DE CULTUURTECHNISCHE INVENTARISATIE	22
8. NUMMERING VAN KAVELS EN PERCELEN	22
9. OPZET VAN EEN UITGEVOERDE PROEF	23
9.1. Start	23
9.2. Snelheid van het digitaliseren van kaarten	25
9.3. Invoeren van coördinaten t.b.v. verdere berekeningen	25
9.4. Wijze van tekenen van de kaarten	27
9.5. Keuze van registratiemateriaal voor de codering	29
9.6. Codering	30
9.7. Controle op de codering	32
9.8. Statistische gegevens betreffende de proef	33
9.9. Snelheid van coderen	35
9.10. Tijdbesteding van methode B en E	36

	blz.
10. NOG NADER UIT TE WERKEN TOEPASSINGSMOGELIJK- HEDEN VAN MET DIGITALISERING VERKREGEN GEGEVENS	37
11. BEREKENING VAN EEN COÖRDINATENAANDUIDING VOOR DE LIGGING VAN KAVEL OF PERCEEL	39
12. KAARTEN DIE MET DE VERZAMELDE GEGEVENS KUNNEN WORDEN GETEKEND	40
12.1. Inleiding	40
12.2. Gebruikerskaart	41
12.3. Afstandenkaart in kleur	47
12.4. Afstandenkaart in zwart-wit	50
12.5. Afstandenkaart met symbolen	52
12.6. Gebruikerskaart met verontreiniging, boerderij- kaart, bedrijfskavelkaart en ontsluitingskaart	60
12.7. Bedrijfskaartjes	60
12.8. Onderzoek naar de bij de proeven gemaakte fouten	61
13. NAUWKEURIGHEIDSONDERZOEK	62
13.1. Inleiding	62
13.2. Vergelijking van uit coördinaten berekende opper- vlakten met oppervlakten die door een Digimeter uit met dezelfde coördinaten getekende kaarten zijn bepaald	63
13.3. Vergelijking van uit coördinaten berekende opper- vlakten met oppervlakten die met compensatie- poolplanimeter en schaallat uit met dezelfde coördinaten getekende kaarten zijn bepaald	67
13.4. Vergelijking van uit coördinaten berekende opper- vlakten met oppervlakten ontleend aan uitvoer- de cultuurtechnische inventarisaties	68
13.5. Vergelijking van uit coördinaten berekende opper- vlakten van kavels en topografische percelen met oppervlakten van kadastrale percelen	70
13.6. Overzicht van de resultaten van het nauwkeurig- heidsonderzoek	74
14. AANVULLING OP PARAGRAAF 5.5, 6 en 9.3	75
SAMENVATTING	77
LITERATUUR	80
BIJLAGEN (met toelichting)	

1. INLEIDING

Ontwikkelingen in de elektronica hebben het mogelijk gemaakt op snelle wijze coördinaten van punten, die op een kaart zijn aangeduid te registreren. Deze techniek wordt digitalisering genoemd. Met een computer kunnen deze waarnemingen vervolgens worden bewerkt. Een regeldrukker of een elektronisch bestuurd tekentafel kan de resultaten respectievelijk tabellarisch of visueel presenteren.

De waarnemingen kunnen worden vastgesteld in de vorm van een databank. Hiermee is het mogelijk op elk gewenst moment van ieder gebied de vastgelegde gegevens te reproduceren of nieuwe gegevens te berekenen. Voorwaarden hiervoor zijn een landelijk opgezet systeem en bijhouding van het vastgelegde bestand. Aan de muteerbaarheid van de vastgelegde gegevens worden daarom eisen gesteld.

Dit onderzoek is gericht op een toepassing van het digitaliseren in het systeem van de cultuurtechnische inventarisatie, waarbij de gedachte de gegevens in een databank onder te brengen mede van invloed is geweest. Toepassingen bij een nog op te zetten systematische landschapsinventarisatie alsmede bij het toedelingsonderzoek zullen worden aangestipt. Nadere studie naar de toepassingen op deze gebieden van onderzoek zal worden uitgevoerd.

In deze nota wordt de keuze van bepaalde toegepaste methoden uitvoerig gemotiveerd. Het doel hiervan is enerzijds deze motivatie vast te leggen en anderzijds de lezer eveneens de mogelijkheid te geven uit een aantal reële mogelijkheden een keuze te maken. Bij deze keuze spelen nauwkeurigheid, kosten en de kans op het maken van fouten een belangrijke rol.

De methoden van digitalisering en de daarmee samenhangende werkzaamheden als puntnummering, nummering van kavels en topografische percelen alsmede de bepaling van de hieruit af te leiden gegevens als oppervlakteberekening, berekening van randlengten, rand-

en wendakkerverliezen, berekening van kavelafstanden en ontsluitingsafstanden, kartering, maken van gebruikerskaart, afstandenkaart en ontsluitingskaart zullen nader worden toegelicht.

Ten behoeve van het onderzoek is in een drietal gebieden, die qua structuur landschappelijk sterk van elkaar verschillen, aan een aantal van de bovengenoemde facetten aandacht geschonken. Een nauwkeurigheidsonderzoek naar de bepaling van de berekende elementen is met deze gegevens mogelijk gebleken. Hierbij is vooralsnog uitsluitend het effect op de nauwkeurigheid van de oppervlakteberekening nagegaan. Met de gegevens van de uitgevoerde proeven was het mogelijk aan het kostenaspect enige aandacht te besteden.

2. VOORBEREIDINGEN

Wanneer men aan de verkregen resultaten hoge, doch goed haalbare nauwkeurigheidseisen wil stellen, zal het basismateriaal, de kaart, aan deze hoge nauwkeurigheidseisen moeten voldoen. Vooral wanneer men overgaat tot de oprichting van een databank en wanneer de gedigitaliseerde gegevens voor meerdere doeleinden worden gebruikt moet aan goed kaartmateriaal aandacht worden geschonken.

Gezien de kosten, die thans reeds gemoeid zijn met het gereedmaken van een cultuurtechnische inventarisatie mag het niet zo zijn, dat op de kosten van goed kaartmateriaal wordt bezuinigd ten koste van de kwaliteit. De kosten van dit materiaal vormen in het algemeen slechts een gering percentage van de totale verwerkingskosten.

In veel gebieden is een topografische kaart op schaal 1 : 10 000 voldoende. Veroudering van deze kaarten zal bij het gebruik hiervan problemen kunnen opleveren voor het overnemen van grenzen.

Wanneer een databank wordt opgericht is het te overwegen direct bij het ontstaan van nieuwe topografische kaarten een inventarisatie uit te voeren.

Waar op topografische kaarten te digitaliseren grenzen ontbreken zal men in vlakke gebieden de gegevens kunnen aanvullen uit ontschrante luchtfoto's of metingen in het terrein. In gebieden waar grotere hoogteverschillen voorkomen zal men ter completering van de topogra-

fische kaarten de daarop ontbrekende grenzen stereoscopisch uit luchtfoto's moeten laten uittekenen. Het is wellicht mogelijk de Topografische Dienst te Delft dit werk met hun foto's te laten verrichten. Indien de in het archief van deze dienst aanwezige luchtfoto's en de daarop gebaseerde topografische kaarten sterk verouderd zijn zal een speciale fotovlucht moeten worden uitgevoerd. De foto's die tevens voor andere werkzaamheden zoals terreinopname, goede diensten kunnen verrichten, dienen óf ontschrant óf stereoscopisch uitgetekend te worden. Is de situatie slechts plaatselijk verouderd dan zal men ook in hellende gebieden in het terrein enige maten met een meetband moeten nemen, waarbij men uitgaat van duidelijk zichtbare topografische grenzen. Metingen met een nauwkeurigheid van 1 meter zijn in dit verband ruim voldoende.

In enkele gebieden, waar de topografische kaart niet voldoende informatie verschaft omtrent de loop van de kavelgrenzen, kan misschien gebruik worden gemaakt van kadastrale kaarten. Het is dan van belang bij de landmeetkundige dienst van het Kadaster te informeren naar de kwaliteit van deze kaarten. In par. 13.5 wordt aan deze kwaliteit in enkele gebieden aandacht geschonken.

De keuze tussen metingen in het terrein en metingen uit foto's is van het kostenaspect afhankelijk.

De grens tussen vlakke gebieden en gebieden met hoogteverschillen kan men vastleggen met de gewenste nauwkeurigheid waarop de te meten grens wordt voorgesteld op de kaartschaal 1 : 10 000. Staat men in het ongunstigste geval een afwijking in de juiste ligging van een punt op de kaart een fout toe van 2x de tekennauwkeurigheid, dan is het grootst toelaatbare hoogteverschil tussen de per luchtfoto te digitaliseren punten bij een fotoschaal van 1 : 20 000 in het terrein 5,6 meter. In figuur 1 wordt dit verduidelijkt. De factor 2x de tekennauwkeurigheid is een in de praktijk veel gebruikte norm.

In figuur 1 is links afgebeeld de omtrek van een dergelijke foto van een veel gebruikt formaat van 23 x 23 cm. Tengevolge van de langs- en dwarsoverlap die tijdens de opnameprocedure wordt verkregen is het mogelijk slechts het binnenste gedeelte ter grootte van ca. 19,5 x 11,5 cm te gebruiken. Het punt waar de grootste verschuiving van de optredende projectie ten opzichte van de gewenste verti-

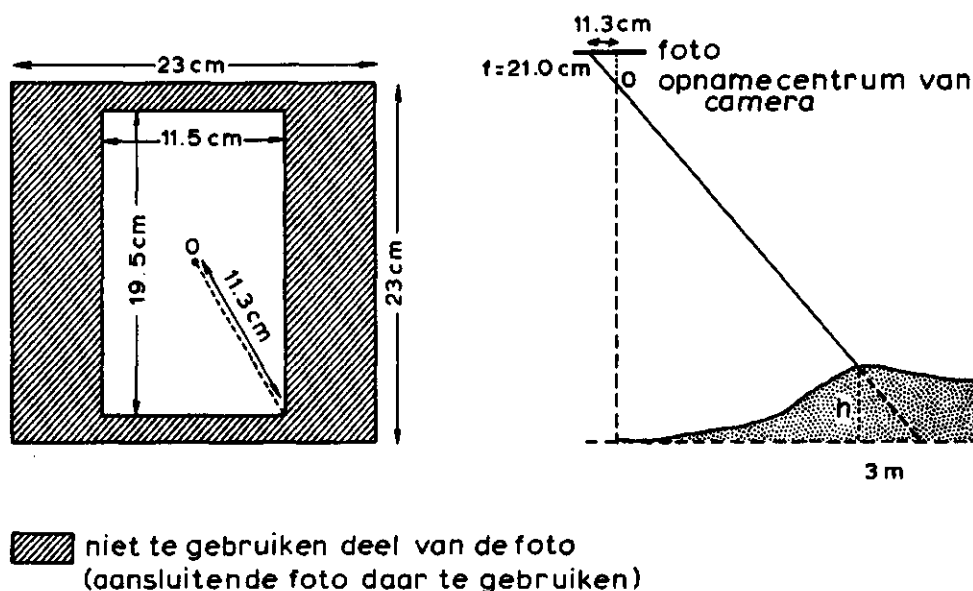


Fig. 1. Overzicht van het effect van een hoogteverschil in de projectie bij luchtfoto's

cale projectie is te verwachten ligt in een van de hoeken op een afstand van 11,3 cm van het centrum van de foto. In het rechter gedeelte van figuur 1 is de opnamesituatie in een verticale doorsnede weergegeven. De brandpuntsafstand van de camera is 21 cm. De tekennauwkeurigheid van kaarten wordt aangeduid met een standaardafwijking van 0,15 mm. Toegelaten wordt, zoals eerder is vermeld, een afwijking in de projectie van 3 m, hetgeen bij de kaartschaal 1 : 10 000 2x de genoemde standaardafwijking is. Hieruit volgt dat bij een h van $3 \times 21 : 11,3 = 5,6 \text{ m}$ de genoemde grens wordt overschreden.

3. INSTRUMENTARIUM

Voor het digitaliseren wordt gebruik gemaakt van zogenaamde digitizers (elektronische coördinatografen en hiermee vergelijkbare apparaten) welke in drie groepen zijn te verdelen (HOEKSTRA, 1972) namelijk:

- a. Systemen waarbij een meetmerk met de hand wordt ingesteld;
- b. Half-automatische systemen, waarbij het meetmerk een lijn automatisch volgt;
- c. Volledig-automatische systemen, waarbij de gehele tekeningdrager wordt afgetast.

Zowel bij de onder punt b als bij de onder punt c genoemde systemen wordt een kartering van de vast te leggen lijnen van zeer goede kwaliteit vereist. Dit betekent dat een goede en nauwkeurige copiëring van de vast te leggen lijnen van de topografische kaart 1 : 10 000 noodzakelijk wordt.

Bij de digitizers die onder a zijn genoemd kan men direct aan de originele topografische kaarten de benodigde coördinaten ontleenen. Van de digitizers, onder c genoemd, is bekend dat deze uitermate kostbaar zijn. Zij leggen de kaarten vast in een matrixvorm van zwarte en witte vakjes. Met een computer moet men de benodigde informatie betreffende de opbouw van lijnen en vlakken, die door de lijnen worden begrensd, berekenen. Hoewel in de naaste toekomst goedkopere apparaten zullen worden ontwikkeld, lijkt deze vorm van verzamelen van cijfermateriaal voor ons doel vooralsnog minder geschikt.

Ook de digitizers genoemd onder b zijn minder geschikt dan de onder a vermelde. Ten behoeve van de automatische aftasting van een lijn, waarbij met regelmatige tussenpozen of op regelmatige afstanden de coördinaten worden geregistreerd, is het noodzakelijk de aftaster met de hand naar de juiste lijn te brengen. Bij snijpunten van lijnen en bij scherpe bochten is een bijsturing met de hand noodzakelijk. Uit ervaring (HOEKSTRA, 1972) is gebleken dat tengevolge van deze handelingen deze apparatuur minder snel werkt dan de onder a genoemde apparaten. De half-automatisch werkende systemen

zijn daarenboven veel kostbaarder.

Uit het voorgaande kan ten aanzien van de digitizers worden geconcludeerd dat de onder a genoemde systemen de voorkeur verdienen. In de uitvoering van de apparaten bestaat een grote variatie, mede als gevolg van de principes volgens welke zij werken. Zo moet in eerste instantie onderscheid worden gemaakt in rechthoekige- en poolcoördinatografen. In figuur 2 zijn voorbeelden van beide systemen weergegeven.

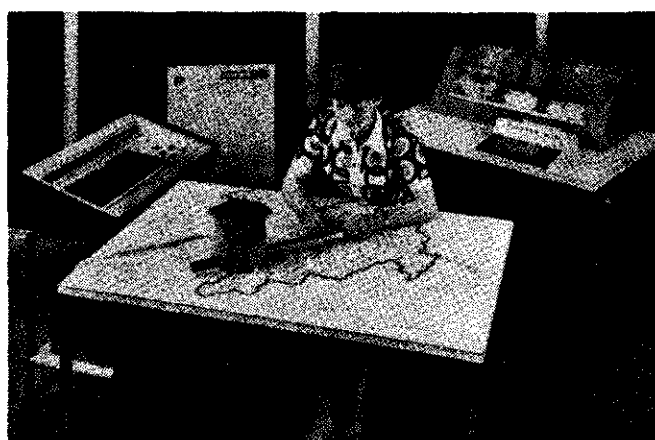


Fig. 2. Twee voorbeelden van elektronische coördinatografen: de Haromat, die rechthoekige coördinaten geeft en de Digi-meter die poolcoördinaten levert.

Daarnaast bestaan verschillen in de wijze waarop de meting van de coördinaten geschiedt. Bij de in figuur 2 afgebeelde Haromat worden de bewegingen van de loupe overgebracht op twee roterende schijven waarop een zwart-wit codepatroon is aangebracht. Een verschuiving van de loupe brengt een rotatie van de codeschijf te weeg. Boven deze schijf geplaatste fotocellen registreren het aantal passages van zwarte en witte vlakken. De fotocellen kunnen 130 000 impulsen per seconde verwerken. Dit komt overeen met een toelaatbare verplaatsings-snelheid van de loupe van 5 m/sec. Met het apparaat kunnen eenheden van 0.01 mm worden afgelezen hetgeen aanmerkelijk beter is dan de nauwkeurigheid van de kaart.

Bij andere apparaten is een dradenpatroon in het tafelblad aanwezig ten opzichte waarvan de plaats van het meetmerk wordt vastgelegd.

De keuze van de apparatuur wordt voornamelijk bepaald door nauwkeurigheid en het gemak waarmee het apparaat is te bedienen. Het verschil in kosten is bij deze apparatuur gering.

Wanneer een poolcoördinatograaf wordt gebruikt is het noodzakelijk de geregistreeerde poolcoördinaten om te zetten in rechthoekige coördinaten.

4. TERREINOPNAME EN VASTSTELLING KNIKPUNTEN IN GRENZEN

Tijdens een veldopname worden de kavelgrenzen vastgesteld en aangeduid welke kavels van een gebruiker zijn. Deze gegevens worden op goede topografische kaarten 1 : 10 000 overgenomen. Indien men overgaat tot een inventarisatie waarbij topografische percelen de basis vormen voor het bestand, moeten de op te nemen topografische grenzen tevens worden aangeduid.

Het is mogelijk de veldopname te combineren met een opname van de aard van de scheidingen. Men kan deze verzamelde gegevens dan tevens gebruiken bij een landschapsinventarisatie.

Knikpunten in kavel- en, indien gevraagd, topografische perceelsgrenzen alsmede ten behoeve van de beschrijving van de aard

van de grenzen benodigde punten worden vastgesteld en op de kaarten aangegeven. De vaststelling geschiedt op een zodanige wijze dat een evenwicht wordt aangehouden tussen de gewenste nauwkeurigheid van de te bepalen gegevens en de hoeveelheid aan te geven en te meten punten. Daarbij moet eveneens rekening worden gehouden met het in par. 5.3 gestelde ten aanzien van een minimale afstand tussen de punten.

5. OPNAME VAN KNIKPUNTEN

In dit hoofdstuk zal worden besproken het nummeren van de aangegeven knikpunten, het registreren van de coördinaten van deze punten en het aangeven van de knikpunten die de polygoon vormen waaruit de grens van kavel of perceel bestaat. Het is mogelijk hiervoor een aantal methoden te bedenken die allen goed zijn te gebruiken. Gezien het grote belang uit deze methoden een goede keuze te maken wordt aan de beschrijving van een aantal methoden en aan het afwegen van hun voor- en nadelen veel aandacht besteed. Bij het doen van een keuze zullen de kosten en de kwaliteit van de gegevens mede bepalend zijn.

5.1. Methode A

Men registreert het kavel- of perceelsnummer en vervolgens per kavel of perceel de coördinaten van elk knikpunt door deze te meten met de digitizer. Bij de rondgang per kavel of perceel wordt een systematische opzet geprefereerd. Een rechtsomgaande beweging is normaal, terwijl men als beginpunt het ontsluitingspunt van kavel of perceel zal kunnen gebruiken.

Een nummering van de punten wordt bij deze methode niet gebruikt en kan dus achterwege blijven. Bij deze methode zullen voor knikpunten die op meerdere kavels of percelen betrekking hebben veelal verschillende coördinaten worden bepaald, daar bij het meer dan éénmaal registreren van de coördinaten van eenzelfde punt altijd meetverschillen optreden.

Controle op de meting kan worden verkregen door de gemeten grenzen te laten tekenen door een elektronische tekentafel en deze kartering te vergelijken met de oorspronkelijke kaart. Wanneer geen verschillen zijn te constateren kan men stellen dat de digitalisering aan de eisen voldoet. Elke gemeenschappelijke grens wordt dubbel getekend.

Een andere controlemogelijkheid bestaat uit het samenvoegen van een aantal (ca. 20) kavels of percelen tot vakken. De begrenzingen van deze vakken moeten dan ook worden gemeten. Uit de berekende oppervlakte van het vak en de som van de oppervlakten van de tot het vak behorende kavels of percelen is dan eenvoudig na te gaan of er niet-acceptabele fouten zijn gemaakt.

De hiergenoemde methode met het als tweede vermelde controlesysteem wordt gebruikt door het Centraal teken- en opleidingsbureau van het Kadaster te Apeldoorn. Men maakt daarbij gebruik van de Digimeter, zoals in figuur 2 afgebeeld, welks principe berust op het registreren van poolcoördinaten. Een nadeel van de methode waarbij de controle bestaat uit het vergelijken van oppervlakten van vakken met de som van de oppervlakten van de erin liggende kavels of percelen bestaat hierin dat teneinde de vakken logisch te kunnen opbouwen ook de oppervlakten moeten worden bepaald van kavels die binnen de vakken zijn gelegen doch thans niet verder bij de cultuurtechnische inventarisatie worden gebruikt. Dit zijn bossen, kavels van particulieren, bebouwde kavels en in enkele gevallen ook wegen en brede waterlopen. Bij een opzet waarbij wordt gedacht om deze elementen thans ook bij de inventarisatie te betrekken vervalt dit nadeel.

Een nadeel van de andere controle, die wordt verkregen door een kaart te laten tekenen, is gelegen in het feit dat de kosten waarschijnlijk hoger zullen zijn.

5.2. Methode B

Men nummert alle knikpunten (zie figuur 3) en bepaalt hiervan de coördinaten in volgorde van nummering. Vervolgens geeft men op een ponsdocument aan het nummer van kavel of perceel en de knikpunten die de polygoon vormen die de grens aangeeft.

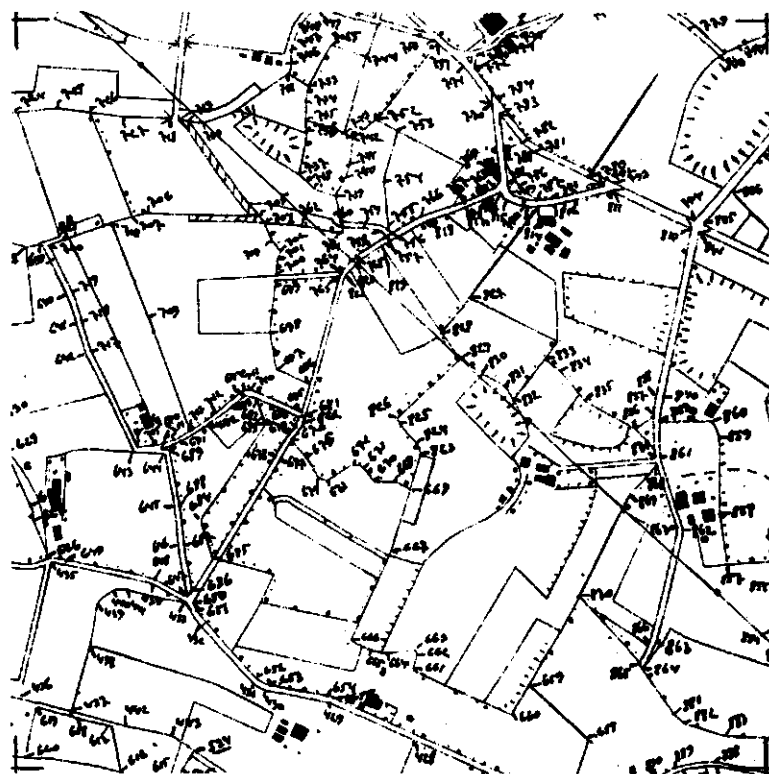


Fig. 3. Voorbeeld van een kaart waarop de nummering van knikpunten in kavelgrenzen is aangegeven
Schaal 1 : 10 000

Een voordeel van deze methode ten opzichte van methode A is, dat voor elk knikpunt steeds dezelfde coördinaten worden gebruikt. Ook de nummering van de knikpunten en het feit dat de coördinaten van een punt terug zijn te vinden vormen voordelen van deze methode. Nadelen van deze methode zijn in de eerste plaats dat het noteren van de knikpunten meer tijd en nauwkeurigheid van de uitvoerende vraagt. In de tweede plaats wordt het berekenen van allerlei gegevens per kavel duurder omdat de computer uit de coördinatenlijst moet zoeken welke coördinaten behoren bij de genoemde puntnummers. In het computerprogramma tachymetrie, dat is ontwikkeld door de Technische Hogeschool te Delft, het Kadaster en RAET (Rekencen-

trum voor Administratie, Efficiency en Techniek) te Arnhem en dat verder door RAET is verfijnd, wordt van methode B gebruik gemaakt. Dit programma, dat hoofdzakelijk door het Kadaster (hermetingen van kadastrale kaarten) en voor metingen ten behoeve van het Kadaster bij de inmeting van de nieuwe kadastrale situatie in vrijwillige ruilverkavelingen wordt gebruikt, is opgezet voor het berekenen van meetkundige grondslag, coördinaten van met landmeetkundige instrumenten gemeten detailpunten en oppervlakten van percelen. Het wordt tevens gebruikt voor het karteren van perceelsgrenzen. In dit programma is een aantal controles ingebouwd. Dit zijn in eerste instantie controles op de correctheid van de ingevoerde gegevens. In de tweede plaats wordt de meting van de detailpunten die in het algemeen polair worden bepaald, gecontroleerd doordat de afstanden tussen detailpunten, die met een meetband zijn gemeten worden vergeleken met de uit coördinaten berekende afstanden, die uit de polair uitgevoerde meting zijn bepaald. Vervolgens wordt, nadat eventuele correcties zijn aangebracht, per perceel de oppervlakte berekend. Hierbij wordt tevens de afstand van knippunt tot knippunt in de grens vermeld. Een controle op de juistheid van het invullen van de eerder genoemde ponsdocumenten wordt verkregen door bij het invullen ervan tevens ca. 20 percelen samen te voegen tot vakken en de knippunten in de begrenzing van deze vakken eveneens te noteren. Uit de vergelijking van berekende oppervlakte van percelen met die van de vakken blijkt de mate van juistheid van de ingevoerde gegevens.

Een laatste controle wordt uitgevoerd door met dezelfde gegevens een kartering uit te voeren. De controle bestaat uit een visuele vergelijking met aanwezige basisgegevens en uit een constatering dat door onjuiste coderingen verkeerde lijnen zijn getekend. Bij deze kartering wordt er voor gezorgd dat elke grens slechts eenmaal wordt getekend. Dit wordt gedaan door op het eerder genoemde ponsdocument met een code aan te geven welke lijnstukken moeten worden getekend.

Indien met inkt wordt getekend, hetgeen voor kadastrale toepassingen gebruikelijk is, is het beslist noodzakelijk dat wordt vermeden dat lijnen dubbel worden getekend. Wanneer hier niet opgelet wordt treedt een verschil in zwarting op bij de meervoudig getekende lijnstukken. Het is ook mogelijk een gravure met een plastic drager te

maken. Dan treedt geen verschil in lijnqualiteit op wanneer een lijn meervoudig wordt getekend. Wel worden hierdoor de tekenkosten verhoogd waartegenover een verlaging van de codeerkosten staat (zie par. 9.8). Ook zijn de materiaalkosten bij het graveren iets hoger dan bij het tekenen, tenzij de inkttekening ook op een maatvaste drager wordt uitgevoerd (zie par. 9.4). Bij een uitvoering in inkt is een continu toezicht op de tekenmachine vereist omdat er voor moet worden gezorgd, dat de lijnqualiteit, onder andere door toezicht op de inktvoorraad, constant blijft. Bij het maken van een gravure is toezicht niet nodig.

Dit bestaande computerprogramma 'tachymetrie' van RAET kan worden gebruikt voor de voorgestelde werkwijze, omdat direct gedigitaliseerde coördinaten kunnen worden ingevoerd, in plaats van uit terreinmetingen berekende coördinaten.

De controle van de oppervlakten zal bij het in deze nota te beschrijven systeem kunnen worden vervangen door het laten tekenen van een kaart waarbij de gemeenschappelijke kavelgrenzen dubbel worden getekend. Vergelijking van deze kaart met de oorspronkelijke kaart levert een voldoende controle op. Vanzelfsprekend komt hierbij een kostenfacet naar voren. De voor- en nadelen van dit controlesysteem zijn in paragraaf 5.1. aangeduid.

5.3. Methode C

Op methode A is een variant te bedenken die een belangrijke eigenschap van methode B overneemt namelijk de eenduidige coördinatenbepaling van elk knikpunt, die van uitermate groot belang is. Vooral wanneer wordt gedacht aan een meervoudig gebruik van de coördinaten speelt dat facet een grote rol vanwege constante uitgangspunten.

De methode C bestaat hierin dat de bij elkaar behorende meer-malen geregistreerde coördinaten worden gemiddeld. Vervolgens worden de oorspronkelijke waarden vervangen door de gemiddelden. Nu is een eenduidig systeem ontstaan waarbij elk knikpunt slechts één paar coördinaten heeft waarmee verder wordt gerekend.

De methode van het meten en registreren is bij methode C gelijk aan die van methode A. Bij de verwerking treedt echter een verschil

op. Uit de geregistreeerde coördinaten zoekt de computer die coördinaten op die waarschijnlijk betrekking hebben op hetzelfde, meer-malen geregistreeerde, knikpunt. Omdat het instellen van een punt, en daardoor het registreren van de coördinaten van een punt, met een zekere onnauwkeurigheid gebeurt, moet een van te voren vast te stellen verschil in coördinaten worden toegelaten. Wordt deze tolerantie overschreden dan kan de computer de verschillende van een knikpunt geregistreeerde coördinaten niet aan elkaar koppelen. Hierdoor zullen meer punten ontstaan. Anderzijds is het mogelijk dat, wanneer punten zeer dicht bij elkaar zijn gelegen, de computer coördinaten van het ene knikpunt koppelt aan coördinaten van het andere knikpunt. Hierdoor kunnen punten verdwijnen die met opzet dicht bij elkaar, bijvoorbeeld bij een verspringing in een grens, zijn geprojecteerd.

Het instellen van de te meten knikpunten kan met grote precisie geschieden mits de punten duidelijk zijn aangegeven. Bij onduidelijke snijpunten van lijnen moet met een extra lijntje de duidelijkheid worden verhoogd. Bij niet-markante knikpunten moet met een dwarslijntje eveneens een markant snijpunt worden verkregen. Uit het onderzoek van HOEKSTRA (1972) kan worden geconcludeerd dat bij markante punten de reproduceerbaarheid van de aflezingen van de coördinaten aan te geven is met een standaardafwijking die kleiner is dan 0,06 mm. Opgemerkt wordt dat deze reproduceerbaarheid beter is dan de bepaling van de absolute waarde van de coördinaten omdat hierbij de teken-nauwkeurigheid, die te stellen is op 0,15 mm, en grotere, vooral systematische, instrumentele foutenbronnen een rol spelen. Bij deze methode kan men van reproductie spreken omdat coördinaten van hetzelfde punt meerdere malen worden bepaald en men uit deze coördinaten het desbetreffende punt wil terugzoeken.

Het toe te laten verschil in coördinaten moet worden gesteld op + of - 2 of 3 maal de genoemde standaardafwijking van 0,06 mm. Dit komt overeen met 1,20 of 1,80 meter in het terrein bij de gebruikte kaartschaal 1 : 10 000. Bij een toe te laten verschil van 2 x de standaardafwijking wordt de kans dat coördinaten, die op hetzelfde punt betrekking hebben, niet worden gekoppeld aanmerkelijk groter dan bij een toe te laten verschil van 3x de standaardafwijking. Het

gevolg hiervan is dat er dan meer punten dicht bij elkaar ontstaan dan bij de meting is bedoeld. Een nadeel van een tolerantie van $3 \times$ de standaardafwijking ten opzichte van $2 \times$ de standaardafwijking is dat de knikpunten dan verder uit elkaar moeten liggen om een verkeerde koppeling tegen te gaan. De keuze is dus afhankelijk van de toe te stane minimale afstand tussen de punten en van de toe te laten mogelijkheid dat tengevolge van een wat minder juiste meting de computer de aan elkaar te koppelen coördinaten niet kan vinden.

Overwogen wordt de gemeten waarden, die bij de in aanmerking komende apparaten in eenheden van 0,01 mm worden geregistreerd, af te ronden. Deze afronding wordt gedaan om de registratie meer in overeenstemming te brengen met de teken- en idealisatienauwkeurigheid van de kaart. Een registratie met een eenheid van 1 meter in het terrein is voldoende. Dit betekent dat van de geregistreeerde coördinaten de laatste decimaal wordt afgerond. Een klein voordeel is hierbij dat het aantal in de computer op te bergen cijfers per coördinaat met 1 wordt verminderd. Tengevolge van deze gang van zaken is het verantwoord het hierboven beschreven toe te laten maximale verschil te stellen op 2 meter.

Uit bij een proef berekende afstanden tussen knikpunten (zie beschrijving van een proef in par. 9) is nagegaan welke van deze afstanden kleiner zijn dan 10 meter. Er zijn bij de opzet van de proef geen restricties gemaakt betreffende de minimale onderlinge afstand tussen de knikpunten. De proef is zo realistisch mogelijk opgezet. De grens van 10 meter is gekozen om tevens na te kunnen gaan wat het effect is wanneer minder nauwkeurig wordt gemeten. Dit zou mogelijk kunnen zijn wanneer de nauwkeurigheid bij een routinematige meting geringer is dan bij een proefopzet. Een dergelijk effect is bij andere metingen namelijk geconstateerd.

Het totaal aantal bij de proef betrokken punten is 2463, die als volgt zijn verdeeld: Haaksbergen 1035, Smilde 428 en Oosthem 1000 punten. In tabel 1 zijn de berekende afstanden opgenomen waarbij een verdeling is gemaakt tussen lijnstukken, die in kavel- of perceelsgrenzen zijn gelegen en lijnstukken die daar niet in liggen, zoals afstanden tussen punten aan beide zijden van een weg.

Tabel 1 A. Aantallen van uit coördinaten berekende afstanden kleiner dan 10 m in kavel- of perceelsgrenzen tussen gedigitaliseerde punten van enkele proefgebieden verdeeld over enkele afstandsklassen

Gebied	Afstand in meters								totaal
	3,00	3,00 - 4,00	4,00 - 5,00	5,00 - 6,00	6,00 - 7,00	7,00 - 8,00	8,00 - 9,00	9,00 - < 10,00	
Haaksbergen	-	2	-	1	9	12	16	18	58
Smilde	4	5	1	7	7	5	4	10	43
Oosthem	-	-	3	7	17	20	24	26	97

Tabel 1 B, als tabel 1A doch nu niet in kavel- of perceelsgrenzen									
Haaksbergen	-	-	-	1	6	15	37	18	77
Smilde	-	-	-	4	2	-	1	2	9
Oosthem	-	-	-	2	2	6	4	2	16

Tabel 1 C, als tabel 1A doch nu voor alle afstanden									
Haaksbergen	-	2	-	2	15	27	53	36	135
Smilde	4	5	1	11	9	5	5	12	52
Oosthem	-	-	3	9	19	26	28	28	113
Totaal	4	7	3	22	43	58	86	76	300

Uit de tabellen kan de conclusie worden getrokken dat bij een toegelaten tolerantie van 2 m, wanneer de proefgebieden voldoende representatief zijn voor Nederland, slechts in een zeer klein aantal gevallen moeilijkheden te verwachten zijn met het identificeren van gelijke punten. Ook bij een ruimere marge van 3 m zullen de moeilijkheden die ontstaan door het aan elkaar koppelen van verschillende punten gering zijn.

5.4. Methode D

Op methode A is een tweede variant mogelijk aan te geven die eveneens uitgaat van een eenduidige coördinatenbepaling per knikpunt. Tevens wordt hier een tweede belangrijke eigenschap van methode B overgenomen namelijk de nummering van de punten. Het wordt hierdoor mogelijk later op eenvoudige wijze de coördinaten van een punt op te zoeken.

Evenals bij methode B worden de knikpunten vooraf genummerd en in coördinaten bepaald. Dit zijn ook de coördinaten waarmee ver-

der wordt gewerkt. Bij methode B is vervolgens op ponsdocumenten aangegeven welke knikpunten welk perceel of welke kavel aanduiden. In plaats hiervan worden bij methode D opnieuw coördinaten van knikpunten bepaald maar nu in een rechtsomgaande volgorde per kavel of perceel. De nummers van de knikpunten worden nu niet genoteerd. De nu geregistreerde coördinaten worden als benaderingen van de eerder bepaalde coördinaten beschouwd.

Met een computer wordt gezocht welke coördinaten uit de lijst van genummerde coördinaten overeenkomen met de per kavel of perceel geregistreerde coördinaten. Hierbij wordt gezocht met een tolerantie die bij methode C beschreven is. Voor verdere berekeningen worden de per kavel of perceel geregistreerde coördinaten vervangen door de genummerde coördinaten. Het moet mogelijk zijn door de computer lijsten te laten samenstellen waarin de per kavel of perceel in aanraking komende puntnummers worden vermeld. Deze lijsten komen overeen met de bij methode B beschreven ponsdocumenten.

Een voordeel van methode D ten opzichte van methode B is dat het menselijk aandeel in de procedure sterk wordt vereenvoudigd, waardoor het maken van fouten wordt verminderd. De hoeveelheid handwerk wordt onder andere teruggedrongen omdat het meten van coördinaten sneller gaat dan het noteren van puntnummers.

De methode heeft twee nadelen. De eerste is de mogelijkheid van het aan elkaar koppelen van verkeerde coördinaten (zie par. 5.3). Een tweede nadeel vormen de naar verwachting aanmerkelijk hogere computerkosten en het veel langere gebruik van digitizers.

5.5. Methode E

Deze methode is een variant op alle voorgaande methoden. Ook hierin wordt het voordeel van het nummeren van de punten voor het eenvoudige gebruik in een later stadium benadrukt. Bij deze methode worden de knikpunten niet genummerd. Per perceel worden in een logische rechtsomgaande beweging de coördinaten van de knikpunten geregistreerd. Met de computer wordt uitgezocht welke knikpunten meervoudig zijn geregistreerd. Voor dit zoeken wordt een tolerantie in het verschil in de coördinaten van 2 of 3 meter aangehouden (par. 5.3). De bij elkaar behorende coördinaten worden gemiddeld. De

oorspronkelijke per kavel of perceel geregistreerde waarde wordt vervangen door de gemiddelde waarde. De punten worden door de computer genummerd, waarbij een in par. 6 genoemde de voorkeur hebbende nummering wordt gebruikt. Zij worden vervolgens met de erbij behorende coördinaten uitgelijst.

Om nu de plaats van de punten aan te duiden wordt een puntenkaart getekend met behulp van een elektronische tekentafel. Bij elk punt wordt het nummer vermeld. Dit zal problemen kunnen opleveren omdat de cijfers door elkaar kunnen worden geschreven. Bij een cijferhoogte van 1 mm (zie voorbeeld fig. 4) is voor een nummer, bestaand uit een stip, die de juiste plaats aanduidt, een open ruimte tussen stip en eerste cijfer van 0,3 mm en de drie cijfers waaruit het nummer zal kunnen bestaan een totale ruimte nodig van 25 x 1,0 mm. Vergroting van de kaart zal soms enig soulaas bieden doch de problemen niet oplossen. Een speciale programmering zal nodig zijn om deze moeilijkheden te overwinnen.

2025

40

463
464

Fig. 4. Voorbeeld van een puntenkaart waar de puntnummers werden bijgeschreven. Ter illustratie van de moeilijkheden zijn de nummers niet verschoven. Weergegeven zijn de nummers: 463 t/m 468, 470, 471, 787, 790, 812, 813, 814. (De hogere nummers komen ook in fig. 3 voor.)
Schaal 1 : 10 000

5.6. Keuze uit de genoemde methoden

Uit voorgaande uiteenzetting van de mogelijke methoden volgt een voorkeur voor methode E. Bij deze methode is namelijk de hoeveelheid handwerk minimaal en tevens zeer eenvoudig. Elke accuraat werkende persoon is in staat met deze methode goede resultaten te bereiken. Aan de eis van de puntnummering, van belang in verband met de mogelijkheid gemakkelijk coördinaten van een punt terug te vinden, wordt voldaan, terwijl tevens een overzichtskaart van de ligging van de punten wordt geleverd. Een en ander is nodig bij het aanbrengen van wijzigingen en correcties. Vooral bij een bijhoudingssysteem (muteren) speelt dit een rol. Ook voor het maken van een plan van toedeling (zie ook par. 10) kunnen de gegevens van belang zijn.

Dat bij methode E de puntnummering door de computer wordt verzorgd is een groot voordeel. Het maken van menselijke fouten met de puntnummering en de hieraan verbonden consequenties worden zodoende voorkomen.

De controle op de digitalisering wordt verkregen door een kartering uit te voeren met de oorspronkelijk geregistreeerde coördinaten. Gemeenschappelijke grenzen worden hierbij dubbel getekend. Een 'klad'kartering zal bij voorkeur in inkt worden uitgevoerd omdat op deze wijze fouten beter zichtbaar zullen worden dan bij een gravure. Zichtbare fouten worden hersteld, waarna de computer de bij elkaar behorende coördinaten opzoekt. Vervolgens wordt een puntenkaart en een 'nette' kaart getekend en worden de gewenste berekeningen uitgevoerd.

Na methode E geniet methode D de voorkeur. Wanneer blijkt dat zowel methode D als methode E kostbaarder zijn dan methode B dan geniet methode B de voorkeur, indien de kosten van doorslaggevende betekenis worden geacht. Het belang van een puntnummering is dermate groot dat de methoden A en C niet acceptabel zijn. Bij toepassing van methode B gaat de voorkeur uit naar een controle waarbij een uitgevoerde 'klad'kartering de digitalisering en de notatie van de puntnummers controleert.

Wanneer de in deze nota beschreven procedure bij het gereed-

maken van een cultuurtechnische inventarisatie niet zal worden gebruikt verdient het zeker aanbeveling voor de oppervlakteberekening over te gaan op methode A. De nauwkeurigheid van het werk wordt hierdoor sterk verhoogd (zie par. 13.6), terwijl de kans op het maken van fouten sterk wordt verkleind.

6. PUNTENNUMMERING

Wanneer de situatie van grote gebieden, enkele duizenden hectaren en meer, wordt opgenomen zal aan de wijze van nummering van de knikpunten in kavel- of perceelsgrenzen extra aandacht moeten worden geschonken. Men kan bijvoorbeeld denken aan een doorlopende nummering per gebied, een volledig doorlopende nummering over de te inventariseren gebieden in volgorde van werken of aan een doorlopende nummering per ruit van 100 ha, overeenkomend met de ruit van de topografische kaart. Het aantal te vermelden cijfers heeft vanzelfsprekend grote invloed op de snelheid van werken bij toepassing van de methoden B, D of E.

In een aantal gebieden, waar als proef methode B is toegepast, is nagegaan wat de punt dichtheid is. In een gebied nabij Haaksbergen (Ov), ter grootte van 371 ha zijn 1035 punten nodig gebleken om een goede beschrijving te geven van de kavelgrenzen. Hieruit volgt een gemiddelde punt dichtheid van 2,8 punten per ha. In een gebied nabij Smilde (Dr), ter grootte van 440 ha zijn 428 punten nodig geweest, overeenkomend met een gemiddelde punt dichtheid van 1,0 punt per ha. Een gebied nabij IJlst (Fr) ter grootte van 524 ha heeft 1000 knikpunten gevraagd om een goede beschrijving te geven van de kavelgrenzen en een gedeelte van de perceelsgrenzen of wel een gemiddelde punt dichtheid van 1,9 punt per ha. Wanneer hier alleen een kavel-inventarisatie zou zijn uitgevoerd zou de gemiddelde punt dichtheid ca. 1,7 punt per ha hebben bedragen. De gemiddelde punt dichtheid van de drie gebieden tezamen is ca. 2,0 punt per ha. Omdat naast een kavel-inventarisatie ook een perceel-inventarisatie is gepland lijkt een cijfer van 2,5 punt per ha als landelijke norm een goed hanteerbaar cijfer.

In een ruilverkaveling van 10 000 ha zullen dan ca. 25 000 punten nodig zijn. Bij een doorlopende nummering per gebied zullen nummers van knikpunten in kavel- en perceelsgrenzen bestaande uit 5 cijfers geen problemen kunnen opleveren. In dit verband wordt opgemerkt dat deze 5-cijferige nummers thans ook worden gebruikt bij de reeds bij methode B genoemde metingen door en voor het Kadaster. Hier duiden de eerste drie cijfers het nummer van een punt van de meetkundige grondslag aan; de andere twee cijfers een volgnummer van een detailpunt dat is opgemeten vanuit het desbetreffende punt van de meetkundige grondslag.

Wanneer een volledig doorlopende nummering over alle te digitaliseren gebieden wordt gebruikt moet rekening worden gehouden met het feit dat het systeem op de duur wellicht geheel Nederland zal bestrijken. Bij een totale hoeveelheid cultuurgrond van ca. 2,55 miljoen ha zal het aantal knikpunten in de kavel- en perceelsgrenzen kunnen oplopen tot 6 400 000. Dit betekent dat een puntnummering bestaande uit 7 cijfers voldoende is.

Bij een nummering per ruit van de topografische kaart zal op een gemiddelde van 250 punten per ruit moeten worden gerekend. Om de ligging van de ruit aan te duiden zijn de coördinaten benodigd van één van de hoeken. Het verdient aanbeveling hiervoor het zuid-westelijk hoekpunt te kiezen. In het nieuwe coördinatensysteem van de Rijksdriehoeksmeting, dat overeenkomt met de bestaande nummering van de kilometerlijnen op de topografische kaarten, is elke coördinaat positief. Hierdoor zijn de coördinaten van elk punt gelijk aan de coördinaten van de zuid-westelijke hoek van de ruit waarin het punt is gelegen, vermeerderd met de afstanden in X- en Y richting binnen de ruit. De puntnummering zal in dit geval uit 9 cijfers moeten bestaan die als volgt is opgebouwd: X-coördinaat (3) van zuid-westelijke hoek in km van de ruit waarin het punt is gelegen, Y-coördinaat (3) idem, volgnummer binnen de ruit (3).

Een voordeel van deze wijze van nummeren ten opzichte van de volledige doorlopende nummering is dat er een vrij goede relatie bestaat tussen het nummer en de coördinaten van een punt. (Een punt met coördinaten $X = 246\,011$, $Y = 451\,824$ heeft bijvoorbeeld het nummer 246 451 317. Dit vergemakkelijkt het opzoeken van de

coördinaten van een punt zowel voor de mens als voor de computer. Bovendien kan deze wijze van werken waarschijnlijk ruimtebesparend werken in een databestand.

Deze wijze van nummeren heeft echter het nadeel, dat een nummer uit een groot aantal cijfers bestaat. Dit behoeft echter geen bezwaar te zijn omdat de computer een belangrijk deel van de nummering zelf zal kunnen verzorgen. In veel gevallen zal men slechts de laatste drie cijfers moeten noemen. De voorliggende zes cijfers worden dan door de computer vermeld. Bij het thans in productie zijnde programma van RAET, zoals dat in par. 5.2 is besproken, is een dergelijke gang van zaken reeds geprogrammeerd. Hier wordt ten behoeve van een oppervlakteberekening, kartering en controlemeting met de hand een opgave gedaan van de knikpunten die, per perceel, de grens aanduiden. In het computerprogramma is opgenomen dat het, wanneer de eerste drie cijfers van het volgende nummer van het knikpunt gelijk zijn aan die van het vorige, onnodig is de eerste drie cijfers te vermelden. Slechts de laatste twee worden dan vermeld. De computer maakt de nummering zelf compleet. Eenzelfde wijze van werken kan ook in de hier beschreven methode worden gebruikt. In dit geval moeten dan wel de laatste drie cijfers worden vermeld.

Aan een nummering per ruit met waar mogelijk een automatische nummering door de computer wordt hier de voorkeur gegeven. Het lijkt daarbij gewenst de nummers 001 t/m 099 te reserveren voor nummers van kadastrale markeringspunten. Helaas is het niet mogelijk het onlangs ingevoerde systeem van nummering van belangrijke kadastrale punten, de zogenaamde hoofdpunten, over te nemen. In totaal zullen in Nederland ca. 4000 hoofdpunten worden vastgelegd waarvan de nummering als volgt is vastgesteld. Het nummer bestaat uit 6 cijfers waarvan de eerste drie worden bepaald door het nummer van de topografische kaart 1 : 50 000 waarop het punt is te vinden. De volgende 3 cijfers geven een volgnummer per blad aan, waarin de belangrijkheid en daardoor de nauwkeurigheid van het punt wordt aangeduid. Met nummer 519215 wordt bijvoorbeeld aangeduid een tweede orde punt nummer 15 gelegen op de overzichtskaart 51-west. Bij het voorgestelde systeem zou dit punt bijvoorbeeld het

nummer 162382015 (X en Y in km van de ruit waarin het punt is gelegen en volgnummer binnen de ruit) krijgen.

7. MOGELIJKHEDEN VOOR TOEPASSING BIJ DE CULTUUR- TECHNISCHE INVENTARISATIE

Wanneer ten behoeve van de cultuurtechnische inventarisatie de kavel- of perceelsgrenzen worden gedigitaliseerd is het mogelijk een aantal werkzaamheden sterk te automatiseren.

Deze zijn:

- a. berekening van oppervlakten
- b. berekening van randlengten
- c. berekening van slootlengten (uitbreiding van bestaande systeem)
- d. berekening van bewerkingsverliezen tengevolge van randen en wendakkers (idem)
- e. notatie van de X-Y coördinaten die de ligging van kavel of perceel aanduiden
- f. meting en berekening van afstanden van de grond
- g. meting en berekening van ontsluitingsafstand
- h. het maken van de gebruikerskaart waarop grenzen en nummers van kavels of percelen zijn aangegeven
- i. het maken van de boerderijenkaart
- j. het maken van de afstanden- en ontsluitingskaart.

Voor een nadere bestudering van de genoemde mogelijkheden is een aantal proeven uitgevoerd die de paragraaf 9 beschreven worden.

8. NUMMERING VAN KAVELS EN PERCELEN

De thans op de kaarten van de cultuurtechnische inventarisatie gebruikte nummering van kavels bestaat uit een letteraanduiding voor de gemeente waarin de gebruiker woont, het registratienummer van de gebruiker binnen de gemeente en een volgnummer van de kavel per gebruiker, waarbij de huiskavel nummer 01 krijgt. In de

lijsten, waarin de kavelgegevens worden vermeld, wordt de letter-aanduiding voor de gemeente vervangen door het gemeentennummer. Een kavelnummer bestaat dan uit 10 cijfers, waarvan de eerste vier het gemeentennummer vormen, de volgende vier het volgnummer van de gebruiker en de laatste twee het nummer van de kavel. Wanneer een tekenautomaat deze nummers op de kaarten moet aangeven (zie par. 12.2) kan dit nummer volledig op de kaart worden vermeld.

Voor de nummering van de topografische percelen, waaruit de kavel bestaat wordt de nummering uitgebreid tot 12 cijfers, waarbij de laatste twee cijfers een volgnummer binnen de kavel aanduiden. Bij later te bespreken proeven (par. 12.2) is van dit 12-cijferige nummer gebruik gemaakt. De laatste twee cijfers zijn daar 00 omdat bij de opzet van de proef nog weinig rekening is gehouden met een perceelsgewijze inventarisatie.

9. OPZET VAN EEN UITGEVOERDE PROEF

9.1. Start

Teneinde materiaal te verkrijgen dat een voldoende grote omvang heeft en in zekere mate representatief kan worden geacht voor geheel Nederland is ten behoeve van het onderzoek een drietal gebieden uitgezocht waar vrij recent een cultuurtechnische inventarisatie is verricht. Het zijn een gebied ter grootte van 371 ha nabij Haaksbergen, een gebied van 440 ha nabij Smilde en een gebied ter grootte van 524 ha nabij het dorpje Oosthem dat is gelegen bij IJlst. In de eerste twee gebieden is de proef gericht op de kavelinventarisatie, terwijl in het derde gebied ook de perceelsinventarisatie een rol heeft gespeeld.

Met behulp van de kaarten van de cultuurtechnische inventarisatie (gebruikerskaarten) zijn de kavelgrenzen op nieuwe topografische kaarten 1 : 10 000 aangegeven. Waar de weergegeven topografie niet toereikend was om de grenzen te kunnen vastleggen is gebruik gemaakt van luchtfoto's. Slechts in enkele gevallen moesten de grenzen worden uitgesteld van de geleverde gebruikerskaarten. Zoals eerder

aangeduid is deze handelwijze niet aan te bevelen. Omwille van de tijd en gezien de geringe invloed op de resultaten van de proef is van deze methode echter wel gebruik gemaakt.

De knikpunten in de grenzen zijn op een zodanige wijze genummerd dat het in par. 5.2 genoemde bestaande computerprogramma van RAET toepasbaar is geworden. Hiertoe zijn de puntnummers 101 t/m 2722, met uitzondering van enkele tussenliggende nummers, gebruikt. De voor deze werkzaamheden benodigde tijd bedroeg voor Haaksbergen 1,0 dag, Smilde 0,6 dag, Oosthem 0,8 dag. Totaal dus 2,4 dag voor 1335 ha. Dit betekent dat mag worden verwacht dat gemiddeld 500 ha per dag op deze wijze kan worden voorbereid. Hierbij is verondersteld dat het gemiddelde van de proefgebieden overeenkomt met een landelijk gemiddelde.

Van de genummerde punten zijn met Haromat, opgesteld bij het Geografisch Instituut van de Rijksuniversiteit van Utrecht, de coördinaten in het coördinatenstelsel van de Haromat (lokale coördinaten dus) bepaald. De registratie geschiedt in eenheden van 0,01 mm op de kaart waardoor eenheden van 10 cm in het terrein worden genoteerd. De registratie vindt plaats op lijsten in machineschrift en op ponsband. Vanzelfsprekend is het noodzakelijk dat de puntnummering op de kaart en op de lijsten gelijklopend is. Het zou te veel tijd hebben gekost bij ieder punt telkens het nummer op het bij het instrument aanwezige toetsenbord aan te slaan. Bovendien is dit niet nodig wanneer de punten in numerieke volgorde worden gedigitaliseerd. Teneinde een overzicht op de lijsten te verkrijgen en een controle op de volgorde van de nummering te behouden is bij elk tiende punt het nummer geregistreerd. Met de hand is later een controle uitgevoerd. Deze werkzaamheid is echter te automatiseren.

Er bestaat een mogelijkheid reeds tijdens het digitaliseren de verkregen coördinaten automatisch te nummeren door een kleine uitbreiding aan de apparatuur te geven. Of dit voor het beschreven systeem zinvol is kan evenwel worden betwijfeld.

Regelmatige controle door vergelijking van nummering op kaart en lijst is noodzakelijk. Het corrigeren van foutief geregistreerde coördinaten en foutief ingevoerde nummers moet op een eenvoudige wijze mogelijk zijn.

9.2. Snelheid van het digitaliseren van kaarten

Voor het registreren van de coördinaten van de 2463 benodigde punten heeft een onervaren waarnemer ca. $4\frac{1}{2}$ uur nodig gehad. Dit zou kunnen betekenen dat, wanneer de verkregen snelheid normatief wordt gesteld, in een effectieve werktijd van $6\frac{3}{4}$ uur per dag, van rond 3700 genummerde punten de coördinaten kunnen worden bepaald.

In par. 13.2 wordt een proef beschreven waarbij oppervlakten van kavels, die met een elektronische tekenautomaat zijn getekend, met een Digimeter zijn bepaald volgens de in par. 5.1 vermelde methode. Het gebied Oosthem is gemeten door het registreren van 3275 ongenummerde punten. Hierbij zijn de punten die zijn geregistreerd voor het verkrijgen van een controle inbegrepen. De registratie en berekening is uitgevoerd door het Centraal teken- en opleidingsbureau van het Kadaster te Apeldoorn. De snelheid van meten moet normaal zijn geweest. De benodigde tijd heeft 3 uur en 50 minuten bedragen. Dit zou betekenen dat bij een effectieve werktijd van $6\frac{3}{4}$ uur per dag 5700 ongenummerde punten in coördinaten kunnen worden bepaald. Bij het Geografisch Instituut te Utrecht heeft men de ervaring dat het registreren van 5000 ongenummerde punten per dag haalbaar is.

In de verdere berekeningen betreffende te verwachten normen is het volgende aangehouden. Registratie van de coördinaten van ongenummerde punten: 5500 per dag; registratie van de coördinaten van genummerde punten: 4000 per dag.

9.3. Invoeren van coördinaten t. b. v. verdere berekeningen

Teneinde de geregistreerde coördinaten te kunnen invoeren in het rekenprogramma van RAET is het nodig een geschikte mogelijkheid te vinden voor het omzetten van op ponsband of lijsten voorkomende registraties naar ponskaarten met een voor de computer bekende indeling.

De eerste mogelijkheid is het vertalen van de ponsband met omzetting naar ponskaarten door een computer. Hierbij zullen tevens

enkele controles en berekeningen moeten worden uitgevoerd. Deze bestaan uit het verwijderen van foutief aangegeven nummers, het aanvullen van de nummering waar deze niet is aangebracht en het vergelijken van de nummering waar deze wel voorkomt. Vervolgens moeten foutief geregistreeerde coördinaten worden verwijderd. Daarna dient een schaalcorrectie te worden aangebracht, die wordt bepaald uit geregistreeerde coördinaten van hoekpunten van op de kaart voorkomende ruiten en zullen de coördinaten dienen te worden getransformeerd van het lokale stelsel van de coördinatograaf naar het landelijk stelsel van de Rijksdriehoeksmeting. Deze schaalcorrectie is nodig om rek of krimp van de gebruikte kaart te corrigeren. Bij deze berekening kan worden afgezien van het aanbrengen van een rotatie omdat met zeer eenvoudige middelen het te meten kaartblad zodanig kan worden georiënteerd dat de X-as van de coördinatograaf evenwijdig ligt aan de X-as van de kaart. Nadat de coördinaten in het stelsel van de R. D. berekend zijn zal een afronding plaatsvinden van de in eenheden van 10 cm geregistreeerde en berekende coördinaten naar eenheden van 1 meter. Voor het opbergen van de coördinaten in een computergeheugen zullen bij de nummering die wordt voorgestaan (zie par. 6) de cijfers die de kilometers aanduiden kunnen vervallen. In het geheugenbestand moet dan per knikpunt worden vastgelegd het nummer bestaande uit 9 cijfers en de X en Y coördinaat, beide bestaande uit 3 cijfers.

Een tweede mogelijkheid bij de uitgevoerde proef is de op lijsten geregistreeerde coördinaten over te nemen op door RAET ter beschikking te stellen ponsdocumenten. Hierbij foutieve registraties weg te laten, geen schaalcorrectie, geen transformatie en geen afronding toe te passen.

Van deze laatste mogelijkheid is gebruik gemaakt. Hierbij blijkt het overschrijven van puntnummers en coördinaten $2\frac{1}{2}$ maal zoveel tijd te kosten als de meting. Het aantal voor de proef over te schrijven cijfers heeft 38 800 bedragen. Bij de berekeningen is gebleken dat 1 cijfer verkeerd is overgeschreven en dat 3 cijfers door enige onduidelijkheden verkeerd zijn gepost.

9.4. Wijze van tekenen van de kaarten (inkt of gravure)

Voor het tekenen met een tekenautomaat worden instructies gegeven waarin wordt vermeld van welk punt naar welk ander punt een lijn moet worden getrokken. Aangeduid wordt met een 'start'-instructie bij welk punt de tekenautomaat moet beginnen te tekenen en met een 'stop'-instructie waar met het tekenen moet worden gestopt. Deze instructies vormen een onderdeel van de totale codering waaruit ook gegevens worden gehaald bestemd voor oppervlakteberekening, berekening van randlengten, etc. Bij het samenstellen van de tekeninstructies zou onderscheid kunnen worden gemaakt tussen instructies bestemd voor het met inkt tekenen van kaarten en bestemd voor het graveren in kunststofmateriaal. In het eerste geval moet namelijk worden voorkomen dat lijnen dubbel worden getekend. Dit facet doet zich voor bij gemeenschappelijke grenzen. Met een nauwkeurig opgezet systeem waarmee wordt bijgehouden welke lijn is getekend wordt dubbel tekenen voorkomen. Per kavel moet een 'stop'-instructie voorkomen wanneer een 'start'-instructie is gegeven omdat de machine anders door blijft tekenen in de kavelgrens van de volgende kavel. Bovendien wordt dan een verbindingslijn tussen het laatste knikpunt van de ene kavel en het eerste knikpunt van de volgende kavel getrokken.

Bij een kartering in inkt is het goed te zien of een lijn 1, 2 of 3 maal is getekend aan de zwarting van de lijn. Bij een gravure speelt dit facet geen rol, hetgeen blijkt uit enkele verrichte proeven. Men kan hier dus de begrenzing van elke kavel of perceel geheel laten tekenen. Hierdoor wordt een extra belasting van degene die de codering verzorgd vermeden en het werktempo versneld. Bovendien wordt een foutenbron uitgeschakeld. Een nadeel is daarentegen dat de karteringstijd toeneemt met naar schatting 60% van de tijd die voor het eenmalig karteren van de grenzen benodigd is. Bij een gravure kan men vanzelfsprekend ook de methode die bij de kartering in inkt wordt gebruikt toepassen. Welke van beide methoden wordt gekozen is ondermeer afhankelijk van personele kosten en de doorberekening van machine-uren. Deze laatste kosten zijn afhankelijk van de tijd die de tekenautomaat in gebruik is.

Of het mogelijk is de computer de economisch optimale teken-instructies te laten samenstellen zal nog moeten worden onderzocht. De mogelijkheden een dergelijk programma, als dit is ontwikkeld, operationeel te doen zijn zullen vooralsnog van kosten afhankelijk zijn.

Voor een 'klad'kartering, waarmee fouten kunnen worden geconstateerd, is het uitwerken in inkt voldoende. De zwarting van de lijn is hierbij van geen betekenis. Voor een definitieve kartering biedt het uitvoeren in de vorm van een gravure bijzonder veel voordeel omdat hiermee een uitstekende schaalvastheid wordt verkregen. Bovendien is de lijnkwaliiteit zeer goed. Aan het gebruik van het hier toe geeigende materiaal waren tot heden enkele bezwaren verbonden. Bij het huidige leverbare materiaal past men namelijk bij de afdeling Geodesie van de Technische Hogeschool te Delft een reductie toe op de tekensnelheid om de goede tekenkwaliiteit te kunnen realiseren. Er is echter nieuw materiaal op de markt gekomen dat een voor gravure normale tekensnelheid kan verwerken en dezelfde goede resultaten levert. Het materiaal is echter nog niet op grote schaal getest. Bij de Coragraph, de tekenmachine die zowel bij de T.H. te Delft als bij het C.T.O. te Apeldoorn is opgesteld, is de tekensnelheid voor gravures beduidend lager dan voor karteren in inkt, omdat de beitel die de lijn graveert altijd haaks op de richting van de lijn wordt geplaatst. De verhouding in tekentijd hangt vooral af van de grilligheid van de grenzen.

Een nadeel van graveermateriaal zijn de wat hogere materiaal-kosten. Graveermateriaal inclusief de fotografische omkeerfilm kost f 100 per m². Wanneer van een m² 60% effectief wordt benut, betekent dit dat het materiaal 1,7 ct per ha kost bij een schaal 1 : 10 000.

Een reeds eerder genoemd voordeel van het gebruik van het materiaal is dat de tekenmachine zonder menselijk toezicht kan tekenen zodat eventueel 's nachts doorgetekend kan worden.

Voor de proef is een zodanige codering opgezet dat elke lijn slechts eenmaal is getekend. De uitvoering is geschied door middel van gravering.

9.5. Keuze van registratiemateriaal voor de codering (ponsdocumenten of markscanningformulieren)

Voor het noteren van de instructies die de oppervlakteberekening, de berekening van de randlengten en de kartering verzorgen kan men kiezen uit twee mogelijkheden. Deze zijn: gebruik te maken van ponsdocumenten, die door een ponstypiste worden bewerkt of gebruik te maken van markscanningformulieren, die een elektronische lezer bewerkt. Het gebruik van ponsdocumenten heeft als nadeel dat extra werk moet worden verricht door een ponstypiste waarbij, ondanks controleponsen, fouten kunnen optreden.

Op markscanningformulieren worden de cijfers aangeduid door het trekken van streepjes door de desbetreffende vakjes. Dit aanstrepen moet zorgvuldig gebeuren om moeilijkheden bij het vertalen door de elektronische lezer te voorkomen. Dat dit aanstrepen meer tijd kost dan het noteren van de getallen is een voor de hand liggende conclusie, die ondermeer wordt gestaafd door zelf verrichte tijdwaarnemingen van enige jaren geleden. Het aanstrepen vergt bovendien meer aandacht van degene die de codering verzorgt omdat het formulier moeilijker leesbaar is. De kans op het maken van fouten is groter terwijl het verwisselen van cijfers vaker voorkomt dan bij het invullen van ponsdocumenten. Dit laatste komt bij sommige personen veel voor zodat hierop bij de keuze van het uitvoerend personeel zo mogelijk moet worden gelet. In plaats van een vakje van 6 x 4 mm waarin een cijfer op een ponsdocument kan worden geplaatst is een ruimte van 4,5 x 90 mm benodigd voor het op de juiste plaats noteren van een streepje dat het cijfer aanduidt. Het is duidelijk dat hierdoor het aantal markscanningformulieren veel groter zal zijn dan het aantal te gebruiken ponsdocumenten. De overzichtelijkheid wordt hierdoor tevens verminderd. Omdat de markscanningformulieren vrij kostbaar zijn zal de post materiaalkosten bij het gebruik hiervan groter zijn dan bij het gebruik van ponsdocumenten. Daarom wordt aan ponsdocumenten, ondanks de hieraan klevende bezwaren, de voorkeur gegeven boven het gebruik van markscanningformulieren.

9.6. Codering

De volgende stap bij het toepassen van de 'methode RAET' is het aangeven van:

- a. kavel- of perceelsnummers (thans nog ten hoogste 5 cijfers);
- b. nummers van knikpunten, die de grens van kavel of perceel aanduiden, in een logische volgorde waarbij het eerste en laatste punt identiek moeten zijn;
- c. opstellen van tekeninstructies voor de tekenautomaat, wat hier alleen betekent het noteren van een start- en stopaanduiding voor het tekenen van de lijn.

Ten behoeve van de proef is gebruik gemaakt van bestaande ponsdocumenten van RAET. Deze zijn niet afgestemd op de hier gewenste opzet. De kavel- of perceelsnummers kunnen slechts in 5 cijfers worden genoteerd, terwijl in par. 8 wordt voorgesteld de kavelnummers uit 10 cijfers en de perceelsnummers uit 12 cijfers te laten bestaan.

Voor het noteren van de nummers van knikpunten is ruimte voor 5 cijfers, waarbij de eerste 3 cijfers eventueel kunnen vervallen wanneer bij het voorgaande knikpunt deze cijfers identiek zijn. De wijze van nummering zal moeten worden aangepast aan de in par. 6 beschreven methode.

Op de ponsdocumenten is ruimte gereserveerd voor het noteren van controlematen. Deze komen bij de hier beschreven methode echter niet voor en kunnen daarom vervallen. Hiervoor in de plaats zal een codering komen (zie par. 10).

Op de bestaande ponsdocumenten wordt op elke regel het kavel- of perceelsnummer vermeld. Op elke regel kunnen slechts drie knikpunten worden vermeld zodat het herhalen van kavel- of perceelsnummer vaak nodig is. Dit lijkt een overbodigheid omdat door de aanwezigheid van een nummering per regel een verstoring in de volgorde van de ponsdocumenten en ponskaarten snel is te constateren en te verhelpen. Een éénmalige aanduiding van kavel of perceelsnummer moet voldoende zijn.

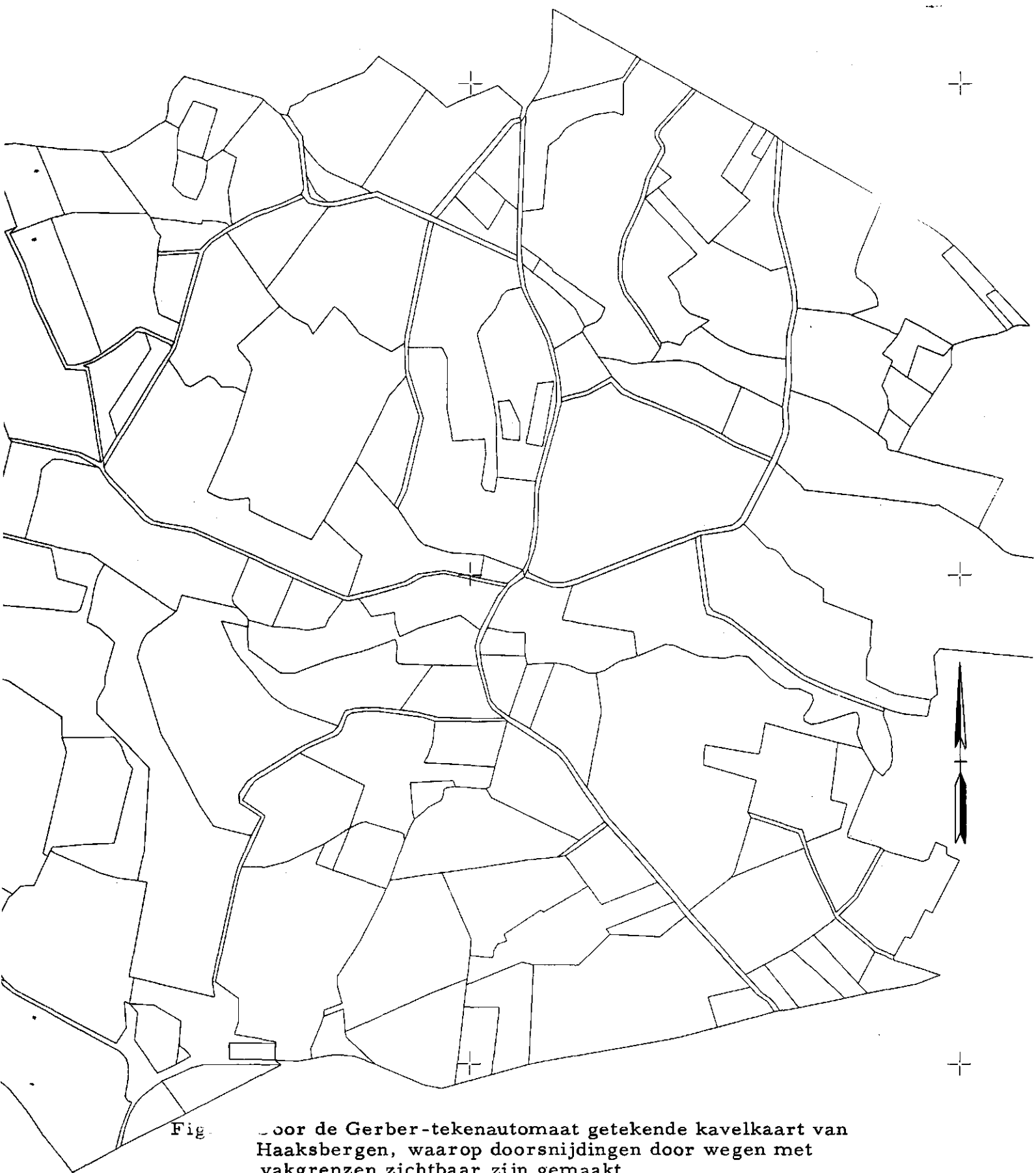


Fig. Door de Gerber-tekenautomaat getekende kavelkaart van Haaksbergen, waarop doorsnijdingen door wegen met vakgrenzen zichtbaar zijn gemaakt.
Schaal 1 : 10 000

9.7. Controle op de codering

Bij het invullen van de ponsdocumenten is voor het controlesysteem zoals dat thans bij de toepassing van het programma van RAET gebruikelijk is gekozen. Hiertoe zijn kavels in gebruik als bos of bij particulieren en wegen en waterlopen tevens gecodeerd ten behoeve van de oppervlakteberekening. Vakken zijn gevormd om controle te verkrijgen. Waar vakgrenzen wegen doorsnijden zijn deze tevens getekend. Dit is niet nodig en kan met het opmaken van de tekeninstructies worden geregeld. In fig. 5 is een voorbeeld van de op deze wijze verkregen kartering weergegeven.

Voor het kiezen van het te gebruiken controlesysteem zal men twee mogelijkheden tegen elkaar moeten afwegen. Het eerste systeem houdt de volgende punten in:

- 1a. Codering van kavels en percelen, wegen, waterlopen, bezittingen particulieren, bossen en vakken;
- b. Oppervlakteberekening van de onder a genoemde grondstukken;
- c. Controle oppervlakteberekening en aanbrengen van correcties;
- d. Herberekening van alle of van de te corrigeren oppervlakten;
- e. Tweede controle van oppervlakteberekening met zonodig opnieuw aanbrengen van correcties en herberekening;
- f. Kartering;
- g. Controle aan de hand van de kartering en aanbrengen van correcties met de hand of aanbrengen correcties in de codering of aan de coördinaten waarna een herberekening van de nu gesignaleerde verkeerd berekende oppervlakten of van alle oppervlakten moet volgen en een nieuwe kartering wordt uitgevoerd.

Het tweede systeem behelst:

- 2a. Codering van kavels en percelen;
- b. Kartering;
- c. Bestudering van de kartering en aanbrengen van correcties in de codering of aan de coördinaten;
- d. Oppervlakteberekening en kartering.

Zowel na punt 1g als na punt 2d volgt een nieuwe controle van de kartering die eventueel opnieuw aanleiding kan geven tot het aanbrengen

gen van correcties. Bij zorgvuldig werken zal dit niet nodig behoeven te zijn. Voor grotere objecten moet dit facet echter niet uit het oog worden verloren.

Onder punt 1d en 1g zijn keuzemogelijkheden genoemd die van twee factoren afhankelijk zijn. De eerste factor is de vraag hoe mutaties in het computerprogramma worden verwerkt. Een eenvoudige muteerbaarheid is zeer belangrijk. Een tweede factor is de vraag of de gegevens voor een databank zullen worden gebruikt, waardoor ten allen tijde de juiste gegevens moeten kunnen worden opgeroepen. In dit geval zal men altijd correcties in het bestand moeten aanbrengen.

Bij de afweging welke van de beide procedures zal worden gekozen spelen de kosten een belangrijke rol. Deze kosten zijn te verdelen in personele en instrumentale kosten. Betreffende de personele kosten zal in de volgende paragrafen op de snelheid van werken worden ingegaan.

9.8. Statistische gegevens betreffende de proef

Ten aanzien van de proef volgen hier nog enkele statistische gegevens. De proef omvat drie gebieden namelijk 371 ha nabij Haaksbergen, 440 ha nabij Smilde en 524 ha nabij Oosthem (Fr). Het aantal kavels bedroeg in Haaksbergen 116, in Smilde 134 en in Oosthem 123, waarin tevens de hier gevormde percelen zijn begrepen.

In Oosthem is een combinatie gemaakt van kavel- en perceelsinventarisatie. In dit gebied komt 1 kavel voor bestaande uit 11 topografische percelen, twee kavels elk bestaande uit 7 topografische percelen, twee kavels bestaande uit 6 topografische percelen, drie kavels bestaande uit 3 topografische percelen, 4 kavels bestaande uit 2 topografische percelen. 33 kavels bestaan elk uit 1 topografisch perceel. Bij 36 kavels is niet op een verdeling in percelen gelet.

Voor het berekenen van de oppervlakten zijn in Haaksbergen 1709 knikpunten genoteerd, in Smilde 1027 en in Oosthem 1978. Het aantal punten per kavel of perceel bedroeg gemiddeld voor Haaks-

bergen 14,8, voor Smilde 7,6 en voor Oosthem 16,0. Hierbij is het beginpunt, dat tegelijk het eindpunt is van de rondgang per kavel of perceel, dubbel geteld.

Het aantal in coördinaten bepaalde knikpunten bedraagt in Haaksbergen 1035, in Smilde 428 en in Oosthem 1000. De verhouding van het aantal in coördinaten bepaalde knikpunten en de voor de oppervlakteberekening gebruikte punten bedraagt in de drie gebieden respectievelijk 1 : 1,7; 1 : 2,4 en 1 : 2,0.

Voor het gemiddelde van de drie gebieden is deze verhouding 1 : 1,9.

In Haaksbergen zijn voor de controle van de codering 7 vakken gevormd, in Smilde 6 en in Oosthem 8. De gemiddelde vakgrootte van de drie gebieden bedroeg 64 ha. Het gemiddelde aantal kavels per vak is 18. De vakken zijn gecontroleerd door ook de gehele oppervlakte van elk gebied te laten berekenen.

In Haaksbergen zijn 17 wegvakken gecodeerd. Acht kavels van particulieren of kavels geheel uit bos bestaand zijn vermeld. In Smilde zijn 8 wegvakken onderscheiden en zijn voorts 14 kavels bij particulieren in gebruik of geheel uit bos bestaande gecodeerd. In Oosthem komen 2 wegen en 2 waterlopen voor.

Ten behoeve van de codering van de vakken en de rand van het gehele gebied zijn voor Haaksbergen 676 knikpunten genoteerd. In Smilde is dit aantal 371 en in Oosthem 807. Voor de codering van de voor de inventarisatie thans niet direct van belang zijnde oppervlakten van wegen, waterlopen, particuliere bezittingen en bossen zijn in Haaksbergen 580, in Smilde 176 en in Oosthem 185 knikpunten genoteerd. Bij de nieuwe opzet van de cultuurtechnische inventarisatie worden deze oppervlakten opgenomen. In totaal zijn in de drie gebieden in verband met het opzetten van een controleberekening respectievelijk 1256, 547 en 992 knikpunten genoteerd. Voor de eigenlijke berekening van kavels en percelen is, zoals boven reeds vermeld, de notatie van respectievelijk 1709, 1027 en 1971 punten noodzakelijk. Dit betekent dat het verrichten van de controle respectievelijk 73%, 53% en 50% van het aantal direct noodzakelijk te noteren knikpunten heeft gekost. Het gemiddelde heeft 59% bedragen.

Men kan stellen dat het noteren van de knikpunten in de vak-

grenzen sneller zal gaan dan het noteren van de knikpunten in de kavel- of perceelsgrenzen, omdat de begrenzing langer is. Hier staat echter tegenover dat het vaststellen van de vakgrenzen en het uitzoeken van welke kavel of perceel in welk vak ligt extra tijd kost. Het is om deze redenen dat wordt aangenomen dat het opzetten van de controlemogelijkheid door de oppervlakteberekening te controleren bij de voorbereiding van de proef 59% van de tijd heeft gekost die voor de direct benodigde codering is gebruikt.

Bij de codering zijn enkele fouten gemaakt. In de vakgrenzen van Oosthem zijn vier nummers van knikpunten fout overgenomen en is één punt vergeten. Eén nummer blijkt dubbel te zijn gebruikt; slechts eenmaal zijn in coördinaten hiervan bepaald. Bij de codering van de kavels in Oosthem is eenmaal een puntnummer fout overgenomen, is tweemaal een punt vergeten en is eenmaal een puntnummer van een punt uit een andere grens overgenomen.

De vakken van Smilde zijn goed gecodeerd. Bij de codering van de kavels is eenmaal vergeten het beginpunt van een kavel aan het eind van de rij opnieuw te noteren.

Ook bij de codering van de vakken van Haaksbergen is geen fout gemaakt. In de codering van de kavels is één fout in de puntnummering opgetreden.

Het totaal aantal genoteerde cijfers heeft rond 53 000 bedragen.

9.9. Snelheid van coderen

De voor de codering benodigde tijd is geregistreerd. Deze bedraagt voor Haaksbergen 10 uur, voor Smilde 5 uur en voor Oosthem $11\frac{1}{2}$ uur. De codering van de in totaal 1335 ha heeft dus $26\frac{1}{2}$ uur gekost. Dit is, gerekend met een effectieve werktijd van $6\frac{3}{4}$ uur per dag 3,9 dag. In totaal zijn 7509 knikpunten vermeld, hetgeen per dag de registratie van 1925 punten betekent. In par. 9.8 is vermeld dat 59% van het aantal direct voor de codering van kavels en percelen benodigde punten is gebruikt voor het aanbrengen van een controle. Dit betekent overeenkomstig het in par. 9.8 gestelde, dat van de 3,9 dagen 2,5 dagen benodigd waren voor de directe codering van de kavels en percelen. Dit zou betekenen dat, wanneer de proef

voldoende representatief is voor een normale produktie van een object dat wat punt dichtheid betreft overeenkomt met het gemiddelde van de proefgebieden, per dag 550 ha kan worden bewerkt zonder controle.

9.10. Tijdbesteding van methode B en E

Op grond van de uit de proef verkregen gegevens is het mogelijk een prognose te maken voor de benodigde tijd van het vaststellen van de te meten knikpunten, het registreren van coördinaten en codering voor methode B (par. 5.2) en methode E (par. 5.5). Bij deze prognose wordt nog geen rekening gehouden met de codering van de aard van de grenzen (zie par. 10).

Er wordt van uit gegaan dat een uitstekende kaart, schaal 1 : 10 000, aanwezig is waarop alle benodigde te digitaliseren kavel- en eventueel perceelsgrenzen alsmede andere te inventariseren elementen zijn aangegeven.

Voor 1000 ha, met een punt dichtheid van 2,5 punten per ha (par. 6), worden 2500 knikpunten op de kaart aangegeven. Dit kost 1 dag.

Bij methode B worden de punten genummerd. Dit zal 1 dag meer in beslag nemen. De registratie van de coördinaten van de 2500 punten zal $2500 : 4000 = 0,6$ dag kosten (par. 9.2). Codering zonder het aanbrengen van controlevakken zal $2500 \times 1,9 : 1925 = 2,5$ dag vragen (par. 9.8 en 9.9). Codering met controlevakken vergt dan $1,59 \times 2,5 = 4,0$ dag. De totale voorbereiding bedraagt dan voor methode B bij een oppervlakte van 1000 ha 5,1 of 6,6 dagen, afhankelijk van de gekozen controle.

Bij methode E worden de punten niet genummerd. De codering van de grenzen geschiedt hier met een digitizer. Deze werkzaamheid vraagt, wanneer geen controle wordt ingebouwd $1,9 \times 2500 : 5500 = 0,9$ dag (par. 9.2). Wordt ook hier een controle met vakken uitgevoerd dan is voor de codering $0,9 \times 1,59 = 1,4$ dag benodigd. De totale voorbereiding kost dan voor methode E bij een oppervlakte van 1000 ha en een punt dichtheid van 2,5 punten per ha 1,9 of 2,4 dagen, afhankelijk van de gekozen controle. Tegenover deze lagere personele kosten staan, zoals in par. 5.5 is aangegeven, thans niet te bepalen hogere machine- en computerkosten.

9.11. Resultaten van uitgevoerde berekeningen

De computer van RAET heeft met het bestaande programma tachymetrie, de ingevoerde gedigitaliseerde coördinaten en de coördinerende de drie gebieden van onderzoek bewerkt. Als resultaat zijn verkregen:

- a. lijsten met oppervlakten van gecodeerde kavels, percelen en vakken;
- b. lijsten met randlengten van dezelfde kavels, percelen en vakken;
- c. karteringen op schaal 1 : 10 000 van de gedigitaliseerde grenzen.

De oppervlakteberekeningen zijn gebruikt voor een in paragraaf 13 weergegeven nauwkeurigheidsonderzoek. De berekende randlengten zullen in een later uit te voeren onderzoek, dat in een vervolgotaal zal worden beschreven, worden gebruikt, waarbij aandacht zal worden geschonken aan de in par. 10 beschreven elementen. De karteringen zijn eveneens voor het nauwkeurigheidsonderzoek gebruikt.

10. NOG NADER UIT TE WERKEN TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN MET DIGITALISERING VERKREGEN GEGEVENS

In deze paragraaf wordt in het kort ingegaan op enkele nog te onderzoeken mogelijkheden inzake een verdere toepassing van digitalisering.

Vooralsnog niet nader uitgewerkte werkzaamheden die, gebruikmakend van de eerder beschreven verzamelde gegevens, kunnen worden uitgevoerd zijn:

- a. berekening van randlengten gesplitst naar aard van de grens;
- b. berekening van rand- en wendakkerverliezen, alsmede schaduwwerking van heggen en houtwallen;
- c. berekening kosten van slootonderhoud;
- d. berekening van kavelafstand (kortste afstand tussen bedrijfsgebouwen en kavel);
- e. berekening van ontsluitingsafstand (kortste afstand van kavel naar dichtstbijzijnde verharde weg, incl. afstand over de kavel zelf);

- f. het opzetten van een landschapsinventarisatie zoals deze door Menzinga-Waayenberg en Visser is beschreven, waarbij het nu op een eenvoudige wijze mogelijk wordt het benodigde basismateriaal te verkrijgen (een splitsing naar dichtheid van begroeiing is door een codering aan te geven);
- g. het maken van terreinkaarten waarop de diverse elementen afzonderlijk kunnen worden weergegeven;
- h. het maken van een (voorlopig) toedelingsplan (zie ook par. 13.2).

Om deze bewerkingen te kunnen uitvoeren is het gewenst een gerichte terreinverkenning uit te voeren. De aard van de grens tussen twee knikpunten wordt hierbij in code aangeduid. Wanneer de aard van de grens in een rechtstand varieert moeten extra punten worden ingevoerd om de codering mogelijk te maken. Het is gewenst de codering van de aard van de grens uit een letter of lettercombinatie te laten bestaan teneinde verwarring met de puntnummering te voorkomen. Wanneer methode B (par. 5.2) wordt gebruikt zal het mogelijk zijn de codering van de aard van de grens te combineren met de aanduiding van de punten die de kavel- of perceelsgrens bepalen. Deze codering wordt dan op een ponsdocument aangegeven. Wanneer andere in par. 5 beschreven methoden worden toegepast moet de codering van de aard van de grens direct samenhangend met de digitalisering plaatsvinden. Hierbij is het van belang dat het bij de digitalisering gebruikte instrument over een eenvoudig te bedienen en voldoende uitgebreid, wellicht speciaal voor deze toepassing ontwikkeld, toetsenbord beschikt. De codering wordt dan tijdens het digitaliseren met het toetsenbord aangegeven.

Voor een aantal hierboven genoemde werkzaamheden is het gewenst reeds bij het voorbereiden van de digitalisering het ontsluitingspunt van de huiskavels en veldkavels aan te duiden. Dit punt moet dan bij het rondgaan ten behoeve van de opname van kavel- of perceelsgrens het begin- en eindpunt zijn. Het ontsluitingspunt wordt hierbij tevens als knikpunt beschouwd.

Ten behoeve van de berekeningen genoemd onder d wordt gezocht naar een methode waarbij de computer uit de gedigitaliseerde en gecodeerde kavel- of perceelsgrenzen het wegennet samenstelt en de kortste afstand tussen het ontsluitingspunt van huiskavel en veldkavel, eventueel zelfs per perceel, berekent. Een dergelijke

methode zal ook worden ontwikkeld voor de onder punt e genoemde bewerkingen.

11. BEREKENING VAN EEN COÖRDINATENAANDUIDING VOOR DE LIGGING VAN KAVEL OF PERCEEL

Bij de cultuurtechnische inventarisatie wordt de ligging van de kavel op de kaart aangeduid door middel van de ruit van de topografische kaart waarin het grootste gedeelte van de kavel is gelegen. Voor de nummering van de ruit is tot nu toe gebruik gemaakt van het noord-oostelijk hoekpunt,

Bij de invoering van het nieuwe coördinatensysteem van de Rijksdriehoeksmeting zijn de coördinaten van elk punt in Nederland positief geworden. Hierdoor zijn de coördinaten van het zwaartepunt van de kavel nu altijd gelijk aan de coördinaten van de zuid-westelijke hoek van de ruit, waarin dit punt ligt, vermeerderd met een fractie van de zijdelengte van de ruit. De keuze van de aanduiding met het noord-oostelijk hoekpunt is hierdoor minder gunstig geworden. Het zou beter zijn nu het zuid-westelijke hoekpunt te kiezen voor de aanduiding van de ruit waarin het zwaartepunt van de kavel ligt.

Verwarring met oudere objecten kan worden voorkomen doordat nu met 3 cijfers de nieuwe coördinatenaanduiding, in km, wordt aangegeven. Bij het oude systeem werd gebruik gemaakt van 4 cijfers waarvan het eerste een 1 was wanneer de coördinaat positief is en een 6 wanneer de coördinaat negatief is.

Een andere mogelijkheid is het aantal cijfers op 4 te handhaven, waarbij de eerste 3 dan een aanduiding vormen voor de coördinaat in km van het hoekpunt van de ruit en het vierde cijfer het aantal hm binnen de ruit representeert. Dit is thans eenvoudig te realiseren door gebruik te maken van de mogelijkheden die de computer biedt. Wanneer van één punt van de kavel de coördinaten worden afgerond op hm en deze worden vermeld op de plaats waar de ligging van de kavel wordt aangegeven is het opzoeken van een kavel sterk vereenvoudigd. Voor dit punt kan men kiezen uit het ontsluitingspunt of een in par. 12.2 te noemen punt.

Voor verwarring met het oude systeem heeft men in dit geval ook niet bang te zijn. Dit illustreert het volgende voorbeeld. Een Y-coördinaat van 6045 in het oude systeem betekent dat de kavel op ruim 45 km ligt ten zuiden van de nullijn die oost-west door de O. L. Vrouwentoren te Amersfoort loopt. Dezelfde Y-coördinaat in het nieuwe systeem duidt aan dat de kavel op 604,5 km ten noorden van de nieuwe nullijn ligt. De nieuwe nullijn loopt op 463 km ten zuiden van de oude. De onderlinge afstand van Y-richting van beide kavels is 186,5 km. Men zal dus in een totaal ander gebied zoeken in beide gevallen. Een verwarring in bedoelde zin blijkt alleen te kunnen voorkomen in Noord-Groningen, een klein gedeelte van het noorden van Friesland, op Schiermonnikoog en Ameland en in het uiterste westen van Zeeuws-Vlaanderen. In die gebieden kunnen in het nieuwe systeem aanduidingen voorkomen die sterke overeenkomst vertonen met het oude systeem.

12. KAARTEN DIE MET DE VERZAMELDE GEGEVENS KUNNEN WORDEN GETEKEND

12.1. Inleiding

Behalve de in par. 10 genoemde kaarten kunnen met de verzamelde gegevens ook andere kaarten door een tekenautomaat worden vervaardigd. De hier bedoelde kaarten worden thans in de procedure van de cultuurtechnische inventarisatie met de hand vervaardigd.

Het zijn: a. gebruikerskaart met nummering van kavels of percelen;

b. afstandenkaart;

c. gebruikerskaart met verontreiniging;

d. boerderijenkaart;

e. bedrijfskavelkaart;

f. ontsluitingskaart.

Een kaart die eveneens met de tekenautomaat kan worden vervaardigd is een per bedrijf getekende kaart waarop de bij het bedrijf in gebruik zijnde kavels zijn weergegeven (bedrijfskaartjes).

Dank zij de medewerking van de Onderafdeling der Geodesie van

de Technische Hogeschool te Delft is het mogelijk geweest met de daar aanwezige elektronische tekentafel een aantal proeven te nemen.

12.2. Gebruikerskaart

De eerder besproken getekende kaarten, diendende voor controle van de digitalisering en codering, zijn in feite reeds de gebruikerskaarten. Aan deze kaarten ontbreken echter de topografische ondergrond en de nummering van de kavels of percelen.

De topografische ondergrond is eenvoudig fotografisch of door middel van een lichtdrukprocedé aan te brengen.

De nummering kan vanzelfsprekend met de hand worden aangebracht. Hierbij kunnen fouten worden gemaakt die niet altijd tijdig worden gesignaleerd. Omdat de nummers zijn opgeborgen in het geheugenbestand van de computer en de tekenmachine de mogelijkheid heeft cijfers en lettertekens te tekenen, verdient het aanbeveling de tekenmachine de nummers te laten aanbrengen.

Het nummer bestaat, zoals in par. 8 is besproken uit 12 cijfers. Voor de grootte van de cijfers is een hoogte van 1 mm gekozen. De getallen nemen dan weinig ruimte in terwijl de cijfers nog goed leesbaar blijven. Een mogelijkheid de cijfers met inkt te laten tekenen is bij deze grootte niet aanwezig. De cijfers zouden namelijk dichtvloeien. Met een beschrijving in inkt op een grotere schaal, waarna een fotografische verkleining noodzakelijk is, of met een gravering zijn goede resultaten te bereiken. Bij de proef is gebruik gemaakt van een gravering op de kaarten schaal 1 : 10 000. De plaats waar het nummer zal komen moet van tevoren worden vastgelegd. Voor het bepalen van deze plaats heeft men de keus uit verschillende methoden.

- a. Het is mogelijk een plaats te kiezen door middel van een berekening van de computer. Men zou dan het zwaartepunt van kavel of perceel kunnen laten berekenen en dit punt als middelpunt van het te schrijven nummer kunnen laten fungeren. Het is gewenst aan deze berekening een andere toe te voegen die er voor zorgt dat de nummers niet door elkaar worden geschreven.

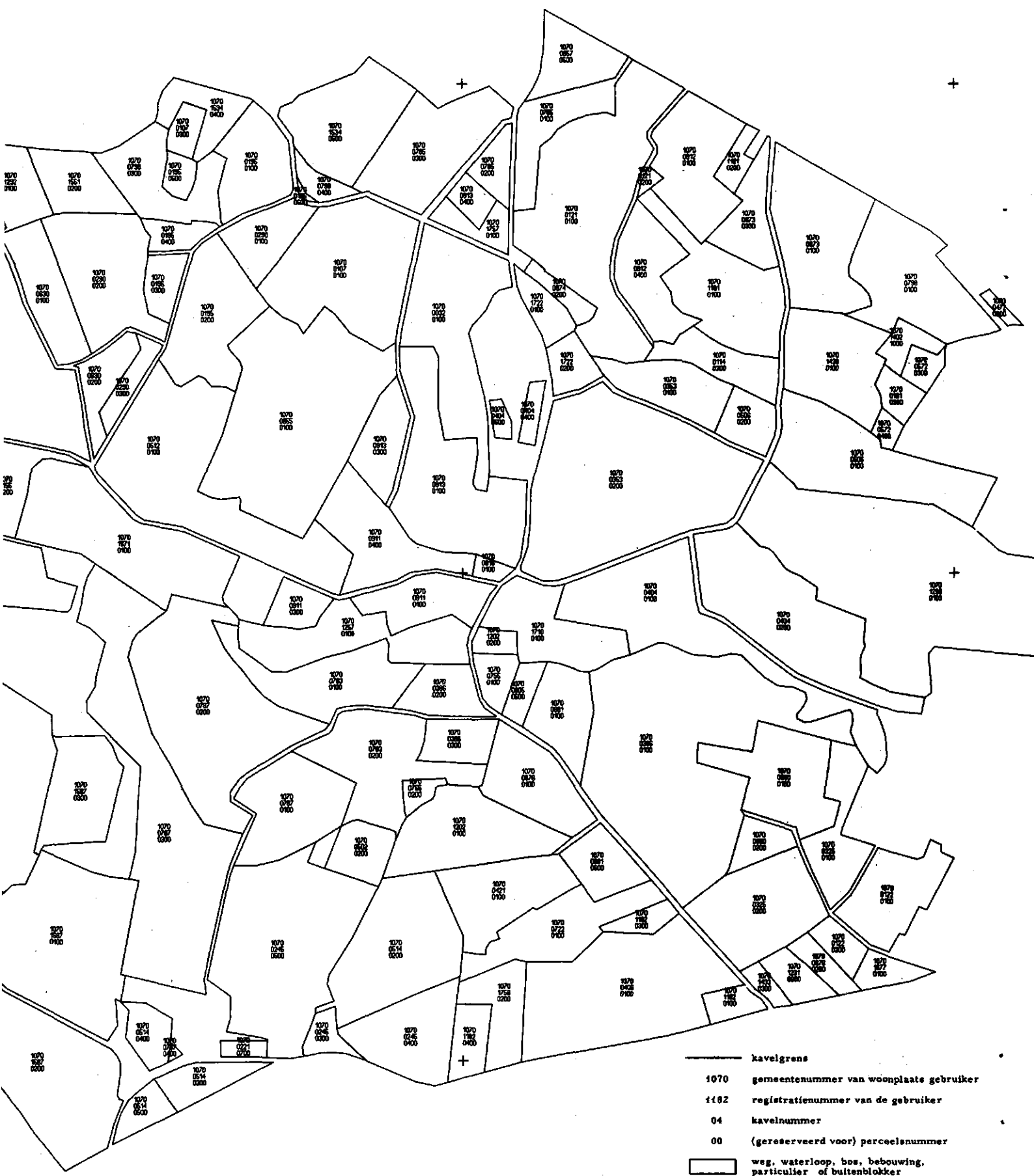


Fig. 6. Gebruikerskaart, door de Coragraph-tekenautomaat getekend. Situatie van Haaksbergen zonder topografische ondergrond. Schaal 1 : 10 000

- b. Een punt dat eveneens in aanmerking zal kunnen komen is het ontsluitingspunt. De computer moet dan voor het nummer een zodanige plaats ten opzichte van het ontsluitingspunt berekenen dat het nummer binnen de kavel of het perceel komt te liggen. Ook hier is het nodig een berekening toe te voegen die het door elkaar schrijven van nummers voorkomt.
- c. Het is bovendien mogelijk reeds bij de voorbereiding van de digitalisering door menselijk ingrijpen de plaats te kiezen en deze tijdens het digitaliseren in coördinaten vast te leggen.

De onder a en b genoemde methoden hebben als nadeel dat de computer-kosten vrij hoog zullen worden. Bij de eerste methode zal het meerdere malen voorkomen dat bij een grillige vorm van de kavels het nummer buiten de betreffende kavel wordt geplaatst, waarbij een signaleringsmogelijkheid ontbreekt of alleen tegen hoge kosten kan worden gerealiseerd. De derde methode heeft als nadeel dat de kans op het maken van fouten niet te verwaarlozen is. Deze kans is echter zo klein dat deze methode de voorkeur verdient boven de anderen gezien de lagere kosten.

Van deze methode is bij het uitvoeren van enkele proeven gebruik gemaakt. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de figuren 6, 7 en 8. De voorgestelde gebieden zijn Haaksbergen en Smilde. De kavelgrenzen zijn door de Coragraph van de T.H. getekend. Ten behoeve van deze kartering zijn de coördinaten van elk knikpunt van elke kavel uit de coördinatenlijsten overgenomen en op ponsdocumenten genoteerd in een vorm die voor deze tekenmachine geschikt is. Waar twee kavels aan elkaar grenzen is de grens dubbel gegraveerd. Dit is in tegenstelling tot de kartering die door de Gerber van RAET is uitgevoerd op grond van de eerder beschreven codering (zie fig. 5). Uit de figuren 6 en 7 blijkt dat geen verschil van lijndikte is opgetreden door het meerdere malen graveren van eenzelfde lijn. De figuratie van figuur 6 onderscheidt zich van de figuratie van figuur 5 doordat de voorstelling van wegen, waterlopen, grondbezit van particulieren en bossen nu in principe achterwege is gebleven.

De nummers zijn afzonderlijk gegraveerd en later fotografisch samengevoegd met de lijntekening. Dit is zeer eenvoudig te realiseren.

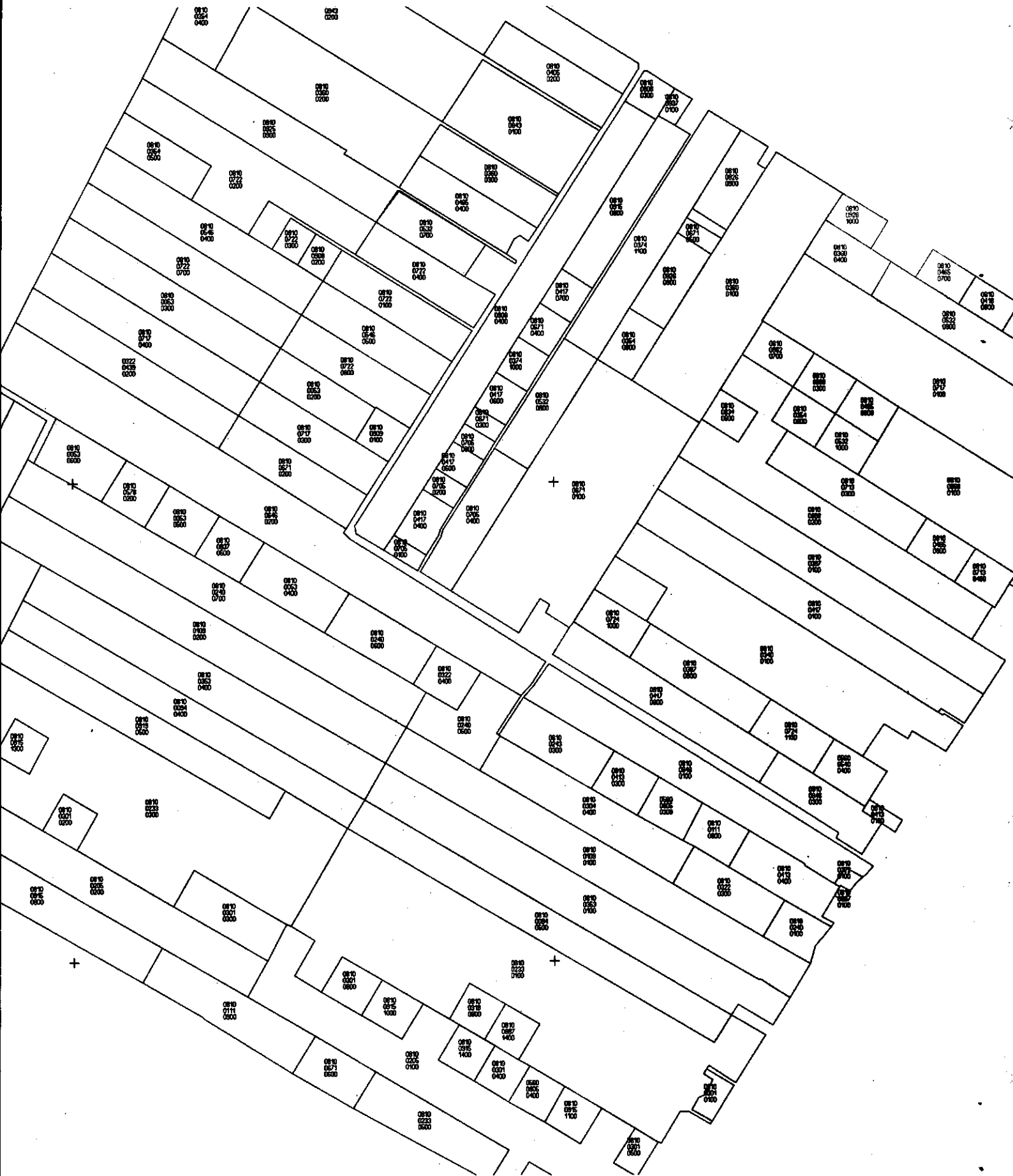


Fig. 7. Gebruikerskaart van Smilde, waarbij de kavelnummers in oost-west richting zijn vermeld. Schaal 1 : 10 000

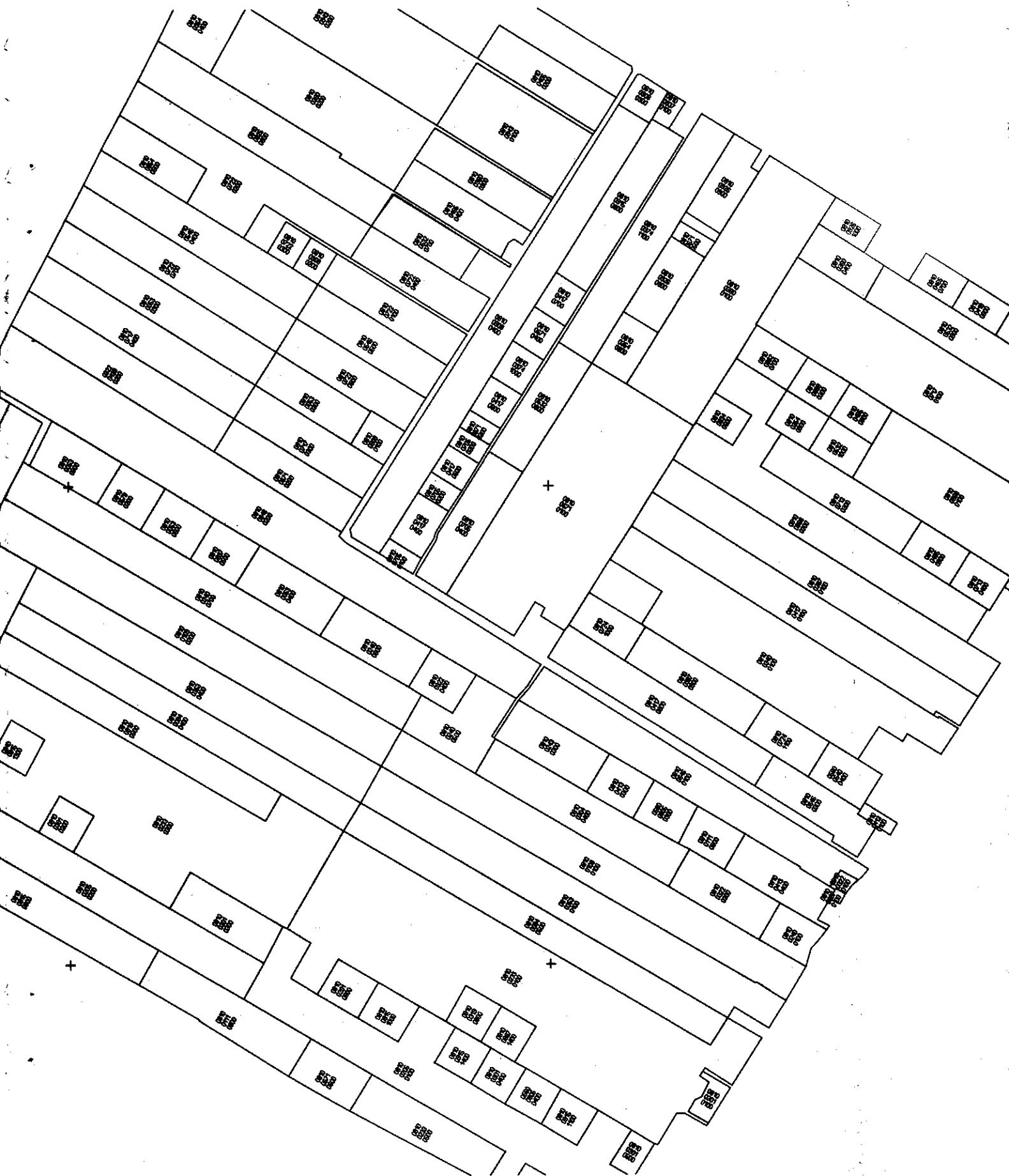


Fig. 8. Gebruikerskaart van Smilde, waarbij de hoofdrichting van de kavel de richting bepaalde waarin de nummers zijn geschreven. Schaal 1 : 10 000

ren en nauwelijks kostbaarder dan het maken van een positief van de gravure van de lijntekening.

Fig. 8 onderscheidt zich van figuur 7 doordat hier de hoofd-richting van de kavel de richting bepaalt waarin het nummer wordt geplaatst. Dit is met een eenvoudige programmering te bewerkstelligen. Hoewel de nummers hier beter in de kavels zijn geplaatst lijkt de situatie van figuur 7 gunstiger. Een systematische oost-west notatie van het kavel- of perceelsnummer lijkt aan te bevelen.

Ten aanzien van de kosten voor het schrijven van de nummers worden enkele opmerkingen gemaakt.

Het graveren van elk groepje van 12 cijfers heeft tijdens de proef 1 minuut in beslag genomen. Wanneer een bladformaat van 62,5 x 50 cm wordt gebruikt (Van Zuylen), waarop 3125 ha is afgebeeld betekent dit, dat de tekenmachine bij een gemiddelde perceels-grootte van 2 ha (of kavelgrootte van 3 ha) $3125 : 2 \times 1$ minuut = 26 uur (of bij kavels wanneer 10 cijfers worden vermeld 15 uur) per blad bezig is met het graveren van de nummers. Hoewel deze bewerkingen 's nachts kunnen worden uitgevoerd en nauwelijks enig persoonlijk toezicht behoeven, lijken ze in eerste aanleg wel kostbaar te kunnen worden.

Voor de tekenautomaat, die zowel bij het C.T.O. te Apeldoorn als bij de afd. Geodesie te Delft is opgesteld is een speciaal apparaat ontwikkeld dat cijfers en letters met zeer grote snelheid op de juiste plaats aangeeft. De cijfers en letters worden hierbij voorgesteld door een matrix van punten. Stiften zorgen voor het weergeven van de puntjes waaruit de cijfers en letters bestaan. De snelheid van werken ligt ongeveer zo hoog dat de genoemde tijd van uren kan worden teruggebracht tot minuten. Wanneer een dergelijk onderdeel voor een tekenautomaat in Nederland aanwezig is zal dit de toepasbaarheid van de voorgestelde werkwijze sterk verhogen.

Een andere mogelijkheid is de graveernaald of tekenpen te vervangen door een lichtpen en het graveermateriaal of tekenpapier door fotografisch gevoelig materiaal. Door belichting van sjablonen is dan het afbeelden van cijfers zeer eenvoudig en snel te realiseren. Voor bestaande apparatuur is de eerstgenoemde mogelijkheid echter eenvoudiger te verwezenlijken dan de tweede.

12.3. Afstandenkaart in kleur

Onderzocht is welke werkzaamheden bij het maken van een afstandenkaart zijn te automatiseren. Thans wordt bij de cultuur-technische inventarisatie van een gebied een gekleurde kaart in de schaal 1 : 25 000 geleverd waarop per kavel is aangegeven in welke klasse de afstand van kavel tot bedrijfsgebouw valt. Deze kaart wordt, nadat de klasse (in totaal zijn er acht klassen) waarin de kavel valt uit de computerlijsten is gezocht, met de hand ingekleurd. Gezien de zeer kleine oplage die de kaart krijgt wordt deze fotografisch in kleur vermenigvuldigd.

Bij deze werkzaamheden kunnen computer en tekenautomaat een rol gaan spelen.

De kavelgrenzen en de kavelafstanden zijn in het geheugenbestand van de computer opgenomen. Het is dan mogelijk de computer de klasse waarin de kavel valt te laten uitrekenen. De tekenmachine die de informatie ontvangt kan deze klasse dan op kaart aangeven. Het is mogelijk uit enkele methoden te kiezen.

- a. De klassen worden genummerd van 1 tot en met 8. Men laat in elke kavel het nummer zetten van de afstandsklasse waarin de kavel valt. Voor de plaats van het nummer is het best de aanduiding, die in par. 12.2 is besproken, voor de plaats van het kavel- of perceelsnummer te gebruiken.
- b. Men laat per klasse een kaart tekenen waarop met een streepje wordt aangeduid dat de kavel in die klasse valt. De plaats van het streepje wordt als onder a genoemd gekozen.
- c. Men maakt gebruik van 'peel-coat', een transparante plastic-drager waarop een zeer dunne rode plastic laag is aangebracht. In deze rode laag kan met een mesje worden gesneden waardoor het mogelijk is gedeelten van de rode laag te verwijderen zonder de ondergrond aan te tasten. Het zelfde kan ook fotografisch met een etsend materiaal worden gedaan. Bij deze methode laat men per klasse door de tekenautomaat de begrenzing van de kavels die in de betreffende klasse liggen in de rode laag snijden. Wanneer de doorsnijding voldoende diep is zal het mogelijk zijn de vlakken binnen de uitgesneden begrenzingen met de hand te ver-

wijderen. Hierdoor ontstaat per klasse een kaart waarop de desbetreffende kavels transparant zijn en de omgeving ondoorzichtig is. In figuur 9 is hiervan een voorbeeld gegeven. Om druktechnische redenen is in het zwart een raster aangebracht.

In die gevallen waarbij een kavel van bijvoorbeeld klasse 4 geheel is omgeven door kavels van klasse 3 ontstaat bij het 'strippen' van de kaart van klasse 3 de moeilijkheid dat niet te zien is dat de kavel van klasse 4 niet mag worden gestript. Teneinde deze moeilijkheid op te lossen is het nodig tevens kaarten, die onder a of b zijn besproken te laten tekenen.

- d. Men gebruikt 'peel-coat' en laat hierop in 8-voud de lijnfiguratie verkleind naar schaal 1 : 25 000, fotografisch overbrengen. Na het inwassen met een etsende vloeistof ontstaan 8 peel-coats waarin de lijnfiguratie is geëtst. Men gaat nu per klasse de kavels uitstrippen. Hiertoe maakt men gebruik van de kaarten genoemd onder a of b.

De verdere verwerking van de kaarten genoemd onder a en b geschiedt overeenkomstig de huidige werkwijze door inkleuring met de hand en fotografische vermenigvuldiging.

De verwerking van de kaarten genoemd onder c en d is min of meer gericht op het drukken in kleur. Voor de vervaardiging van een zeer kleine oplage zijn evenwel ook methoden beschikbaar die van de zelfde basis gebruik maken doch geen drukplaten leveren (o. a. Cromalin van Dupont en een materiaal van Agfa-Gevaert).

Men zal een beslissing dienen te nemen omtrent de te gebruiken kleuren. Wanneer de thans in gebruik zijnde kleuren worden gehandhaafd is het nodig 3-kleurendruk toe te passen. De te gebruiken tinten ontstaan door de 3 kleuren, al of niet met raster, over elkaar te drukken. Het is echter mogelijk, mede gezien het aantal klassen, door een andere kleurenkeuze met 2-kleurendruk te volstaan. In bijlage 1 is hiervan een voorbeeld gegeven. De benodigde basisteekeningen ontstaan uit de peel-coat-tekeningen door fotografische samenvoeging en incopiëring van rasters. Het te volgen procedé wijkt iets af van het gebruikelijke omdat enkele keren dubbel ingecopiërd moet worden. In het voorbeeld is de peel-coat van de klasse 2000 - < 3000 m zowel voor de rode als voor de gele plaat gebruikt zonder raster.

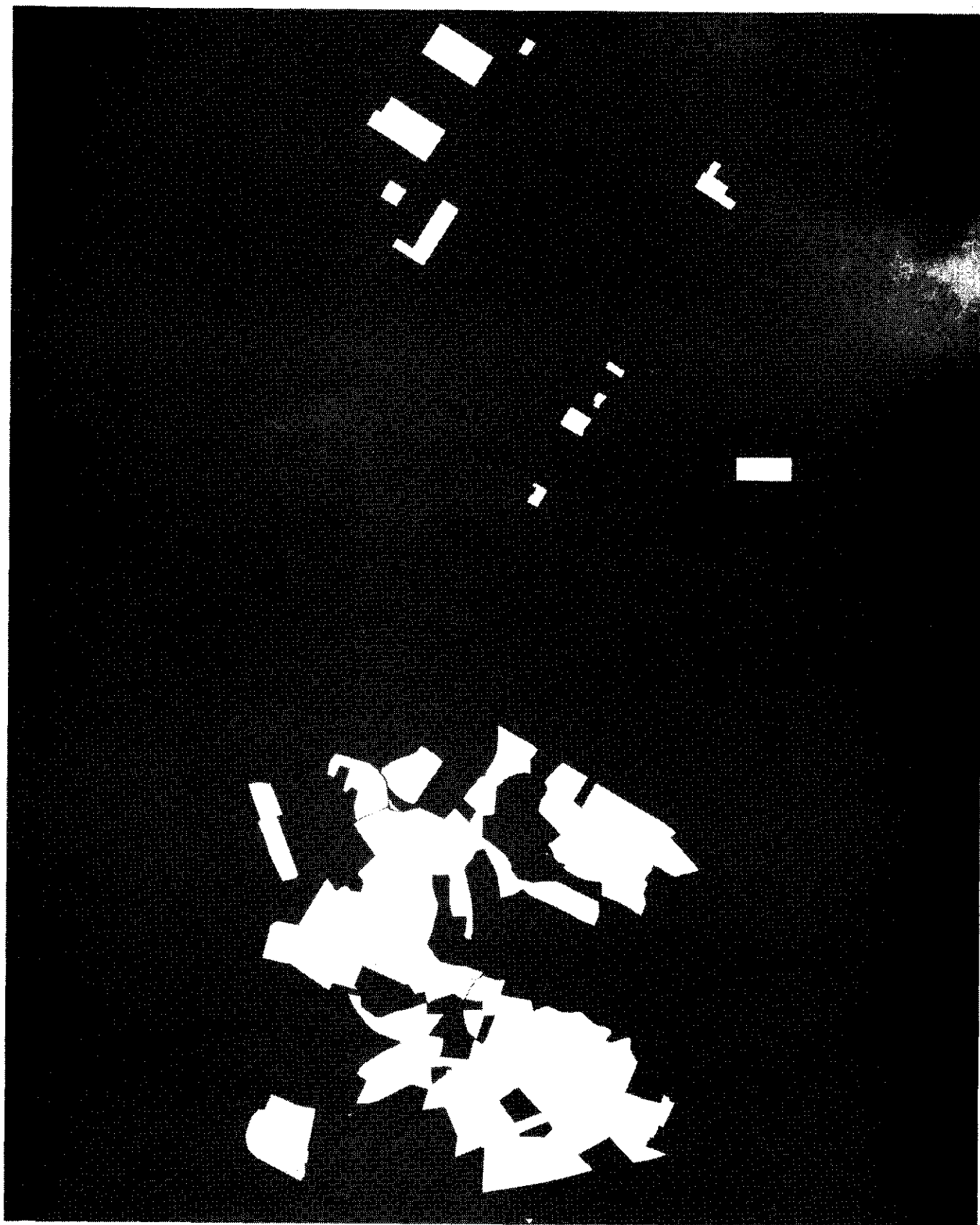


Fig. 9. Peel-coat waarop de kavels die in de afstandsklasse < 200 m vallen in wit zijn weergegeven. Schaal 1 : 25 000.

Voor het verkrijgen van de afstandenkaart die in bijlage 1 is weergegeven zijn de gebieden Haaksbergen en Smilde samengevoegd. De lijnfiguratie is door verkleining van de op schaal 1 : 10 000 verkregen tekening ontstaan. Fotografisch is de lijndikte vergroot. De klassen waarin de kavels vallen zijn ontleend aan de reeds uitgevoerde cultuurtechnische inventarisatie. Met de hand is een nummering conform het onder punt a vermelde aangebracht. Het klaarmaken van de peel-coats is overeenkomstig de onder punt c vermelde methode gedaan. Hierbij zijn twee moeilijkheden ontstaan die bewerkstelligen dat het resultaat, de in bijlage 1 gegeven kaart, niet zo fraai is. De eerste was dat het mesje waarmee de tekenmachine sneed excentrisch was aangebracht. Dit is halverwege de uitvoering van de werkzaamheden verholpen. De doorsnijding was tengevolge van een machinale storing niet voldoende sterk. Hierdoor was het strippen moeilijk en zijn ook enige ongerechtigheden opgetreden.

Een nauwkeurige afweging van kosten heeft niet plaats gevonden. Wel kan worden opgemerkt dat wanneer peel-caot wordt gebruikt de methode onder punt d beschreven gecombineerd met de onder b vermelde de voorkeur verdient.

12.4. Afstandenkaart in zwart-wit

Bij een afweging van kosten voor het maken van de afstandenkaart kan men zich afvragen of een weergave in kleur beslist noodzakelijk is. Een presentatie in grijstinten, verkregen door het gebruik van rasters, is te overwegen. Het vermenigvuldigen van de kaart zou dan door middel van het lichtdrukprocedé mogelijk zijn.

Teneinde een goed beeld te behouden van de klasse per kavel is het nu niet mogelijk met een kaartschaal van 1 : 25 000 te werken. Van kleine kavels is anders niet de juiste klasse te onderkennen. De schaal 1 : 10 000 is beter. Het aantal klassen zal dan van 8 naar 5 dienen te worden teruggebracht omdat anders een onderscheid in de grijstinten zeer moeilijk is te zien.

De methode van werken is gelijk aan de in par. 12.3 beschreven methoden c of d. Teneinde de kavelgrenzen duidelijk naar voren te laten komen is het gewenst de lijndikte fotografisch te versterken.



In het voorbeeld van figuur 10, waarin een gedeelte van het onderzoeksgebied Haaksbergen is weergegeven, wordt een indruk gegeven van het boven voorgestelde. De voor deze figuur gehanteerde werkwijze wijkt echter op enkele punten af van de voorgestelde. De lijndikte is namelijk niet versterkt; er is gebruik gemaakt van plakrasters die met de hand op maat zijn gesneden. Doordat met de hand is gesneden is de passing minder goed. De rasters hebben een grote punt waardoor een onrustig beeld ontstaat. Verwacht mag worden dat bij het gebruik van fotografische rasters, die bij peel-coat worden gehanteerd, een rustiger beeld ontstaat door de kleinere punt. De in figuur 10 toegepaste werkwijze met plakrasters is zeer arbeidsintensief. Indien echter peel-coats worden gebruikt zou de voorgestelde werkwijze wellicht een goede vervanging van de huidige kunnen zijn wanneer een uitvoering in zwart-wit en het verminderen van het aantal afstandsklassen wordt geaccepteerd.

12.5. Afstandenkaart met symbolen

12.5.1. Voorstelling met cirkels, waarvan de straal afhankelijk is van de afstandsklasse

Een weinig kostbare methode, wanneer een tekenautomaat wordt gebruikt, is het weergeven van de afstandsklassen door symbolen. Hierbij wordt aan cirkels of rechthoeken gedacht waarvan de grootte per afstandsklasse is vastgelegd. In het voorbeeld van figuur 11 is voor de voorstelling van de afstandsklasse waarin de kavelafstand per kavel valt gebruik gemaakt van cirkels. De diameters van deze cirkels zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Diameter van de cirkel die wordt gebruikt voor de voorstelling van een afstandsklasse op kaarten met schaal 1 : 10 000

Afstand in m	Diameter cirkel in mm	Afstand in m	Diameter cirkel in mm
< 200	1,0	1000 - 1500	3,4
200 - 400	1,6	1500 - 2000	4,0
400 - 700	2,2	2000 - 3000	4,6
700 - 1000	2,8	> 3000	5,2



Fig. 11 Afstandenkaart van Haaksbergen, waarbij de grootte van de cirkel een aanduiding is van de kavelafstand.
Schaal 1 : 10 000

De diameters zijn zo gekozen dat de variatie goed zichtbaar wordt en de cirkels in het algemeen binnen de kavel- of perceelsgrenzen kunnen liggen. De plaats van de cirkels binnen de kavels is afgeleid uit de eerder besproken plaats waar het kavel- of perceelsnummer wordt vermeld (par. 12.2). Te verwachten is dat de voorstelling van de cirkels op kaarten schaal 1 : 10 000 beter is dan op kaarten 1 : 25 000. Bij de keuze van de stralen van de cirkels is uitgegaan van een voorstelling op schaal 1 : 10 000. Om het effect te laten zien op schaal 1 : 25 000 is de figuur verkleind weergegeven in figuur 13.

Evenals bij de gebruikerskaart is de gravure met de cirkels fotografisch samengevoegd met de gravure van de figuratie. Er zal moeten worden nagegaan of deze vorm waarin de afstandenkaart wordt aangeboden voldoet aan de door gebruikers te stellen eisen. Indien dit het geval mocht zijn verdient deze methode de voorkeur boven de eerder genoemde methodes (par. 12.3 en 12.4) in verband met de zeer geringe kosten voor het tekenen van een dergelijke kaart. Reproductie kan vanzelfsprekend door middel van lichtdrukken plaatsvinden.

12.5.2. Voorstelling met cirkels, waarvan de straal afhankelijk is van de afstand

Gezien de mogelijkheden van de tekenautomaat is een indeling in klassen niet beslist noodzakelijk. In de hier beschreven variant op de in par. 12.5.1 vermelde methode zijn de stralen van de cirkels direct afhankelijk van de kavelafstanden.

De oppervlakte van de cirkel, die een aanduiding is van de grootte van de kavelafstand wordt verkregen uit formule (1). Hierbij is bij de keuze van de factor 25 rekening gehouden met een weergave op kaarten met schaal 1 : 10 000.

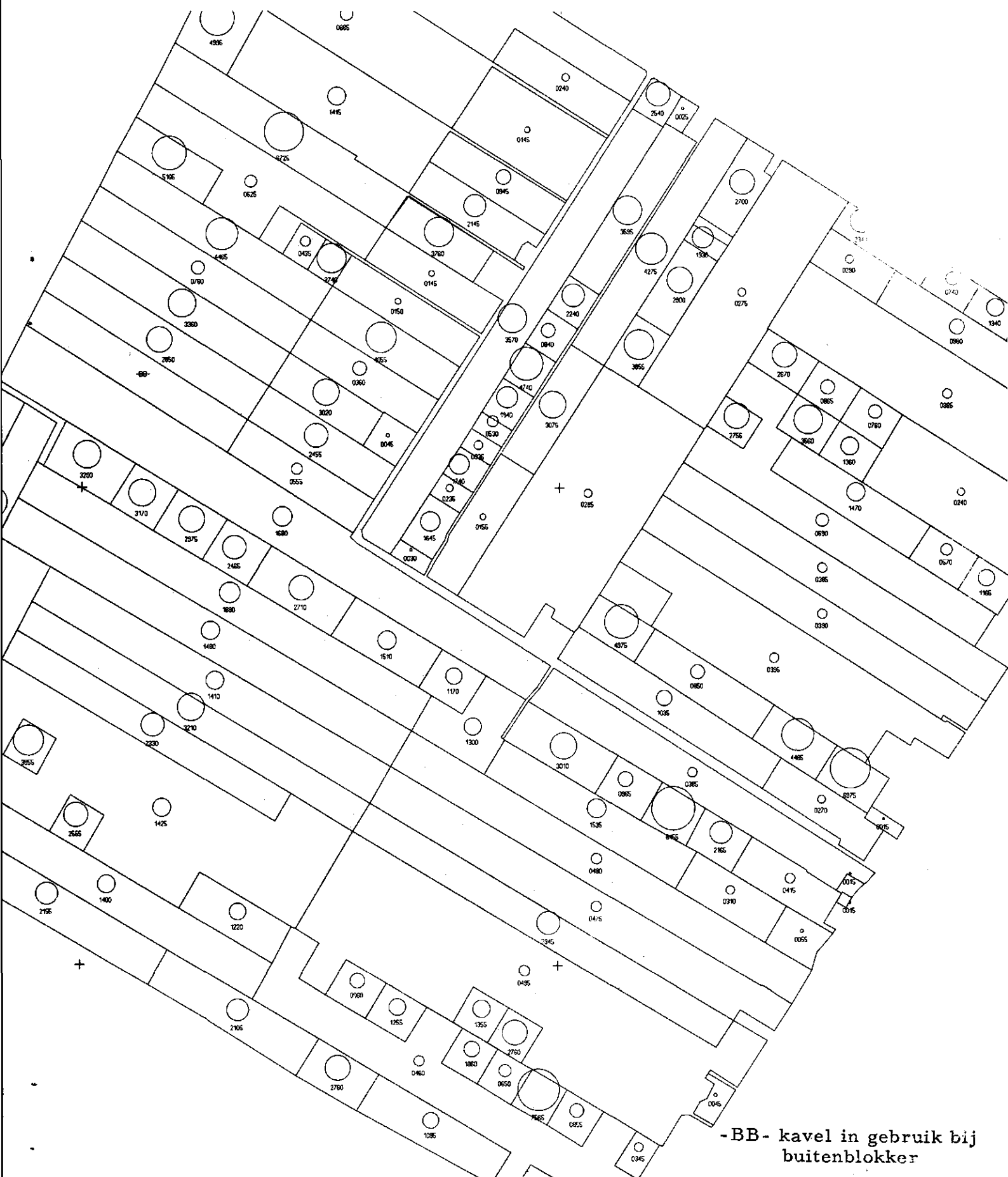
$$O = 25\pi \times A \cdot 10^{-10} \quad (1)$$

waarin O = oppervlakte van de cirkel op de kaart

A = kavelafstand inclusief de halve kaveldiepte in m.

Uit formule (1) volgt voor de straal (r) van de cirkel:

$$r = 5\sqrt{A} \cdot 10^{-5} \quad (2)$$



De keuze van de factor 25 in formule(1) is bepaald door twee factoren. De cirkels moeten een zo groot mogelijke variatie hebben om het onderscheid gemakkelijk te kunnen zien. Ze moeten tevens zo klein zijn dat ze in de meeste gevallen binnen de kavel- of perceelsgrenzen kunnen liggen.

In het voorbeeld van figuur 12, waarop het gebied Smilde is weergegeven, kan aan deze laatste eis niet worden voldaan omdat hier veel kleine kavels voorkomen met veel grote afstanden (tot meer dan 8 km toe). Omdat het minder belangrijk lijkt bij grote afstanden een duidelijke variatie in de grootte van de cirkels te zien zal het waarschijnlijk goed zijn formule (1) zodanig te wijzigen dat aan deze wens tegemoet wordt gekomen. Hierbij zal dan de oppervlakte van de cirkel niet rechtlijnig met de afstand moeten toenemen. Teneinde de leesbaarheid van de kaart te verhogen is de desbetreffende kavelafstand bij de cirkel vermeld. Wanneer een programmering in deze zin wordt uitgevoerd is dit eenvoudig te realiseren. Een nadeel kan zijn dat de kosten voor het bijschrijven van de afstanden betrekkelijk hoog zijn. Zie hiervoor de opmerkingen bij par. 12.2. De plaats binnen de kavel van cirkel alsmede het onderschrift zijn weer afgeleid van de plaats van het gebruikersnummer.

Evenals in de vorige paragraaf is uitgegaan van een voorstelling op de kaartschaal 1 : 10 000. Wanneer men een kaartschaal 1 : 25 000 prefereert is de variatie in grootte van de cirkel minder duidelijk aan te geven (zie verkleining in fig. 13). Het noteren van de afstand in goed leesbare vorm is dan ook niet mogelijk. Toch zullen er lezers zijn die de cijfers, die een hoogte hebben van 0,4 mm, nog kunnen lezen. Met een loupe zal dit voor de meeste andere tevens mogelijk zijn.

Het zal mogelijk kunnen zijn de cirkels duidelijker zichtbaar te maken door ze in te zwarten. Hiervoor kan men peel-coat gebruiken. Het inzwarten wordt dan vervangen door het wegstrippen van de inhoud van de cirkels. Ook bij een presentatie waarbij de cirkels in kleur worden aangegeven zal de zichtbaarheid worden verhoogd. Ook dan kunnen de vlakken van de cirkels worden ingekleurd.

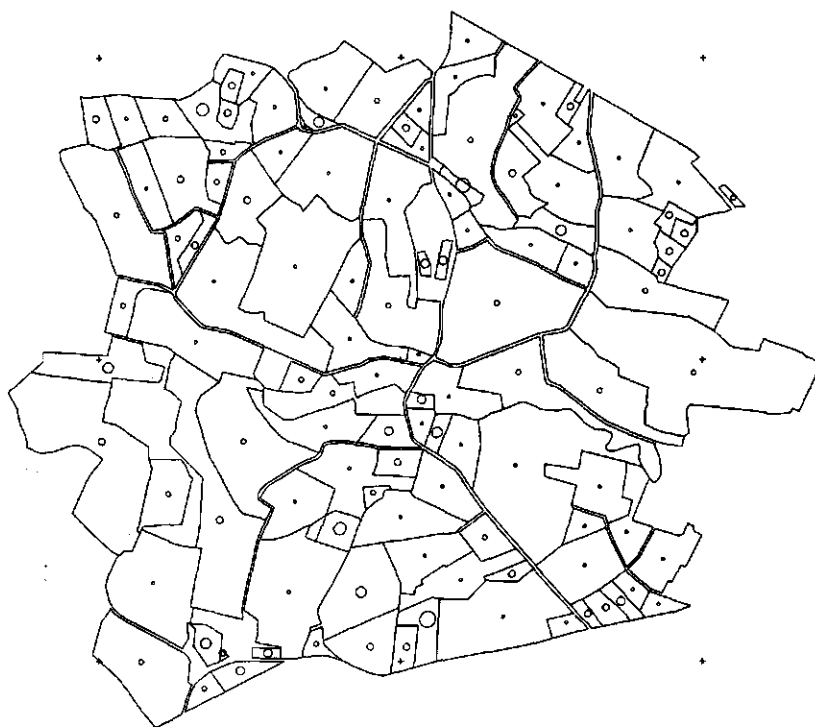
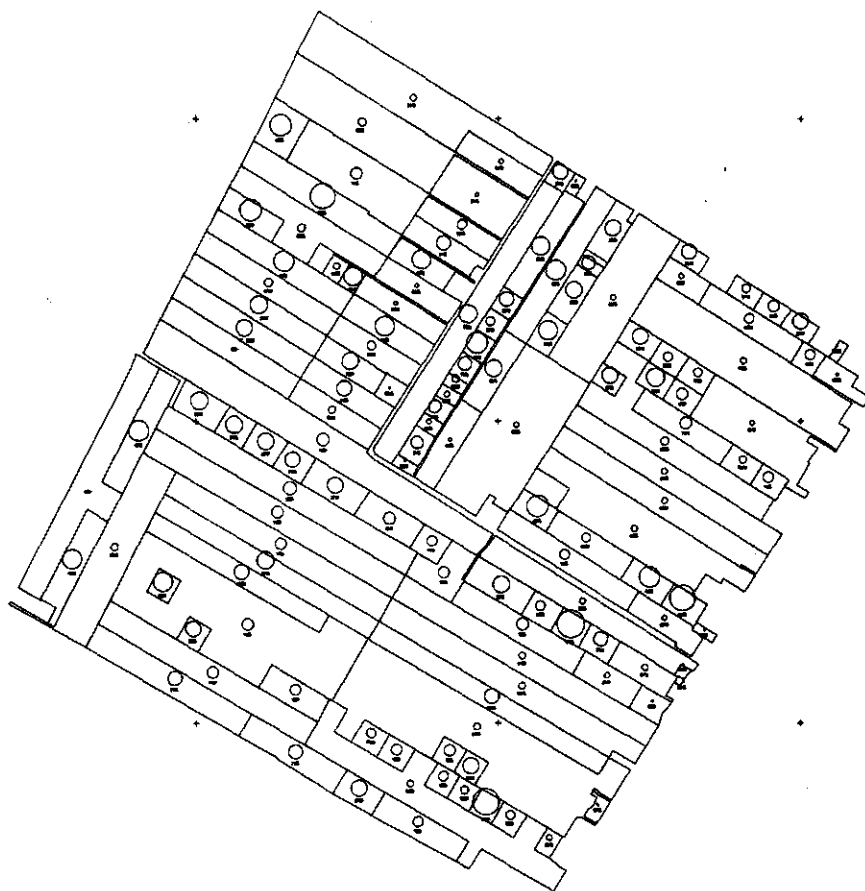
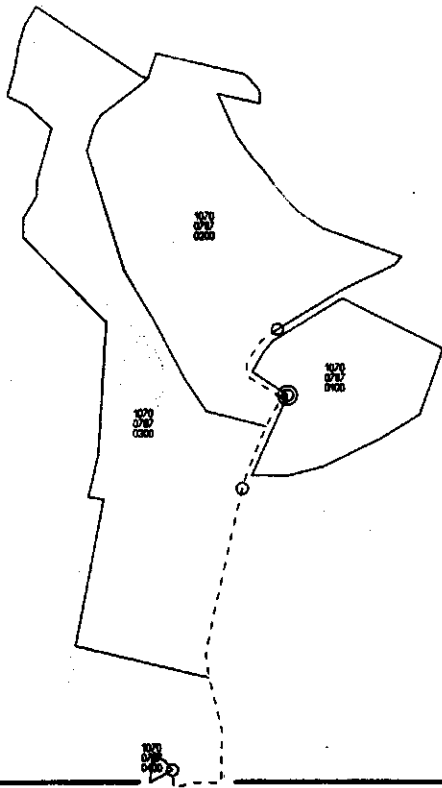
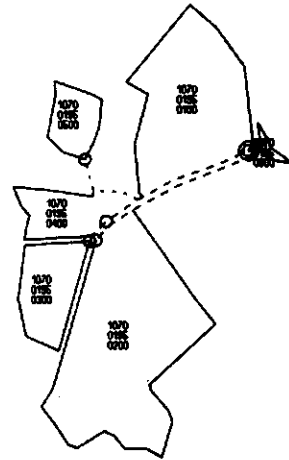


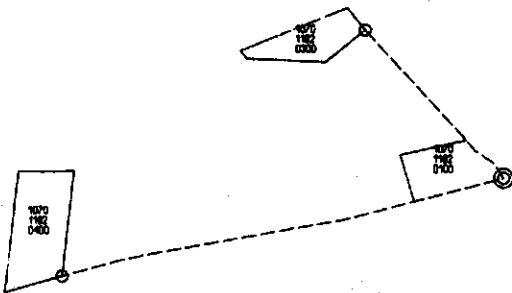
Fig.13. Afstandenkaarten met schaal 1 : 25 000 waarop met cirkels een aanduiding is gegeven van de afstand van de grond



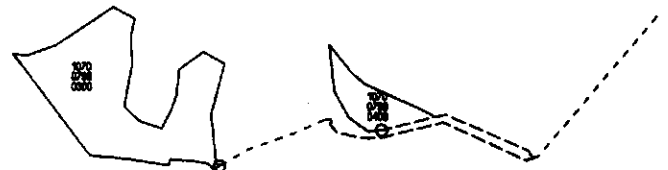
X 244000
Y 463000



X 244000
Y 464200



X 244800
Y 462600



X 244200
Y 463100

- ontsluitingspunt van de huiskavel
- ontsluitingspunt van de veldkavel
- kavelgrens

107011820300 kavelnummer

X 244800 } coördinaten van hoekpunt
Y 462600 }

SEMI-VERHARDE WEG

ONVERHARDE WEG

.....

ROUTE OVER LAND

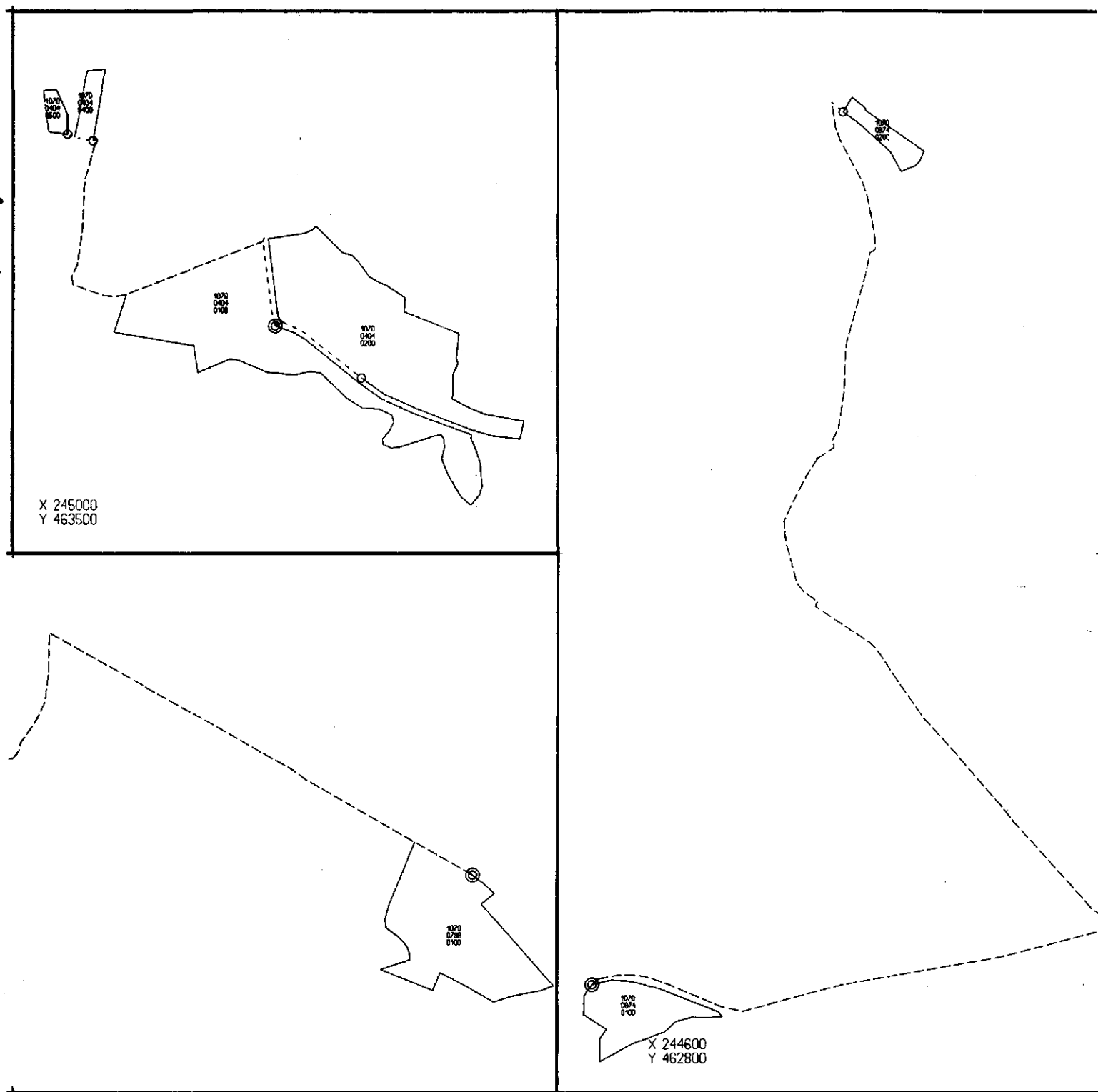


Fig. 14. Bedrijfskaartjes van 6 bedrijven. Schaal 1 : 10 000

12.6. Gebruikerskaart met verontreiniging, boerderijenkaart, bedrijfskavelkaart en ontsluitingskaart

De gebruikerskaart met verontreiniging en boerderijenkaart zijn voor een deel afgeleide kaarten van de gebruikerskaart. De bedrijfskavelkaart en ontsluitingskaart worden op eenzelfde wijze gemaakt als de afstandenkaart. Aan een nadere uitwerking van de mogelijkheden die de inzet van computer en elektronische tekentafel voor deze kaarten biedt is geen aandacht geschonken.

12.7. Bedrijfskaartjes

Een overzicht op kaart van de ligging van de kavels die bij één bedrijf behoren is een goed hulpmiddel bij het opstellen van verbeteringsplannen. Dergelijke kaartjes zijn met de nu ter beschikking staande gegevens eenvoudig te produceren. In fig. 14, die verdeeld is over twee pagina's, is voor 6 bedrijven de ligging van de bij het bedrijf behorende kavels weergegeven. De figuur moet worden gezien als een samenvoeging van 6 bladen waarop per bedrijf, voorzover voorkomend in het onderzochte gebied van Haaksbergen, de volgende gegevens zijn weergegeven:

1. begrenzingen van de kavels;
2. nummer van de kavels in de voorgestelde 12 cijferige nummering waarbij in een perceelsnummering is voorzien;
3. ontsluitingspunt van de huiskavel, met een dubbele cirkel aangeduid;
4. ontsluitingspunt van de veldkavels, met een enkele cirkel aangeduid;
5. kortste route (zie ook par. 10) van ontsluitingspunt van de huiskavel naar ontsluitingspunt van de veldkavel met aard van de route;
6. een rechthoek per bedrijf waarbinnen de gehele voor het bedrijf van belang zijnde informatie is weergegeven;
7. de coördinaten van het zuid-westelijk hoekpunt van de onder 6 genoemde rechthoek. Deze coördinaten zijn in meters vol-

gens het nieuwe coördinatensysteem van de Rijksdriehoeksmeting. Ze zijn bedoeld een snelle inpassing van de figuratie op de topografische kaart mogelijk te maken. Opgemerkt moet worden dat de coördinaten niet gelijk zijn aan de coördinaten van de rechteronderhoek van de links ervan gelegen figuur omdat deze figuur op een volkomen andere plaats kan liggen.

De bedrijfskaartjes zijn volledig automatisch getekend op basis van met de hand uitgezochte gegevens. Een gerichte programmering is nog niet uitgevoerd. De kartering is zo opgezet dat waar een route en een kavelgrens samenvallen de kavelgrens niet wordt getekend. De routes zijn langs de weggrenzen getekend om te vermijden dat extra punten moeten worden gedigitaliseerd. Niet altijd kan worden voorkomen dat veel gegevens door elkaar worden vermeld. Bij kavel 1070 0195 06 00 komt iets dergelijks voor. Hier zijn door elkaar getekend het genoemde nummer, de grens van deze kavel, de route naar de kavel, het ontsluitingspunt van de kavel en van de huiskavel en een klein gedeelte van de route naar kavel 1070 0195 02 00.

Omdat de voorgestelde figuratie nogal summier is zou kunnen worden overwogen of een gedeelte van de topografische kaart 1 : 10 000 als ondergrond voor de figuratie kan worden gebruikt. De mogelijkheden voor de realisatie van deze gedachte zijn nog niet nagegaan. Wanneer wordt besloten dat informatie via bedrijfskaartjes belangwekkend genoeg is om op grote schaal te worden toegepast zal een programmering voor het sorteren van de voor de figuur benodigde informatie moeten worden uitgevoerd. Betreffende de produktiekosten is op dit moment nog niets te zeggen.

12.8. Onderzoek naar de bij de proeven gemaakte fouten

Alle gegevens voor de proeven met de tekenautomaat van de afdeling Geodesie van de Technische Hogeschool te Delft zijn met de hand verzameld en overgebracht op ponsdocumenten. Hiervoor zijn in totaal 51200 cijfers genoteerd. De proeven hebben het tekenen van de figuratie van de gebieden Smilde en Haaksbergen, nummering

van de kavels van deze gebieden en het maken van afstandenkaarten met o. a. een voorstelling door cirkels betroffen. Voorzover dit mogelijk was werd geconstateerd dat hierbij één fout bij de overname van coördinaten is gemaakt hetgeen zichtbaar is in het noord-westelijk gedeelte van de figuren 7, 8 en 12 waar een dubbele lijn optreedt. Bij de afstandenkaart van Smilde, fig. 12, zijn enkele, echter weinig storende, rekenfouten gemaakt ten aanzien van de plaatsing van de getallen. Bij de codering ten behoeve van de bedrijfskaartjes is een vergissing gemaakt door het verwisselen van X- en Y-coördinaten. Dit is hersteld. Bij het ponsen is geen fout gemaakt. Er kan worden geconcludeerd dat met een hoge betrouwbaarheid is gewerkt.

13. NAUWKEURIGHEIDSONDERZOEK

13.1. Inleiding

Daar ten aanzien van de nauwkeurigheid van de oppervlaktebepaling, vooral waar deze wordt gedaan met behulp van kaarten op schaal 1 : 10 000, weinig onderzoek is verricht, werd hieraan aandacht geschonken. Opgemerkt wordt dat het hier te beschrijven onderzoek niet compleet is. Het zal worden uitgebreid door het verzamelen van gegevens ten behoeve van onderzoek naar nog niet bestudeerde elementen. Hieronder is begrepen een onderzoek naar de invloed van de relatie terreintopografische kaart op de nauwkeurigheid van de oppervlaktebepaling. Hierbij spelen elementen als interpretatie van wegen kavelgrenzen en karteer- en tekennauwkeurigheid een rol. Ook moet worden nagegaan hoe de resultaten die bij een proef zijn verkregen, overeenkomen met de resultaten, die in de praktijk worden verkregen. De invloed die verschillende waarnemers op de nauwkeurigheid hebben zal tevens moeten worden onderzocht.

Het basismateriaal voor dit onderzoek is verkregen uit de eenmalig met een Haromat bepaalde coördinaten van de proefgebieden nabij Haaksbergen (Ov.), Smilde (Dr.) en Oosthem (Fr.). De coördinaten, die zijn ontleend aan topografische kaarten 1 : 10 000, die waar nodig zijn aangevuld met informatie van ontschrante luchtfoto's,

zijn vanzelfsprekend niet foutloos. De nauwkeurigheid van de bepaalde coördinaten zal naast de interpretatie en de tekennauwkeurigheid van de topografische kaart van de meetnauwkeurigheid bij het digitaliseren afhankelijk zijn. Voortgezet onderzoek zal waarschijnlijk een beter inzicht in de nauwkeurigheid kunnen opleveren. In verband hiermede is nagegaan in hoeverre de Haromat betrouwbare gegevens kan leveren.

Met de eerder genoemde door de Haromat bepaalde coördinaten werden door RAET oppervlakten van kavels en enkele percelen berekend. Dezelfde coördinaten vormden de basis voor een door de tekenmachine van RAET uitgevoerde kartering.

Hoewel de met de Haromat bepaalde coördinaten niet foutloos zijn, bestaat er een goed verband tussen de uit deze coördinaten berekende oppervlakten en de met behulp van deze coördinaten getekende kaarten. Alleen de geringe, en voor het onderzoek verwaarloosbare, tekenon-nauwkeurigheid van de elektronische tekenmachine veroorzaakt kleine afwijkingen.

Het onderzoek heeft zich gericht op een vergelijking van de op bovenbeschreven wijze berekende oppervlakten met:

- a. oppervlakten die met een Digimeter (par. 5.1) zijn bepaald uit de bovengenoemde kaarten;
- b. oppervlakten die met een compensatie-poolplanimeter of, waar mogelijk, met een schaallat zijn bepaald uit de genoemde kaarten;
- c. ten behoeve van de cultuurtechnische inventarisatie bepaalde oppervlakten, uit de normale produktie, waarbij voor de meting schaallat en compensatie-poolplanimeter worden gebruikt;
- d. kadastrale oppervlakten voorzover de grenzen van kadastrale percelen overeenkomen met de gemeten kavel- of topografische perceelsgrenzen.

13.2. Vergelijking van uit coördinaten berekende oppervlakten met oppervlakten die door een Digimeter uit met dezelfde coördinaten getekende kaarten zijn bepaald

Basismateriaal voor dit onderzoek is verkregen uit de met de Haromat bepaalde coördinaten van de drie eerder genoemde onder-

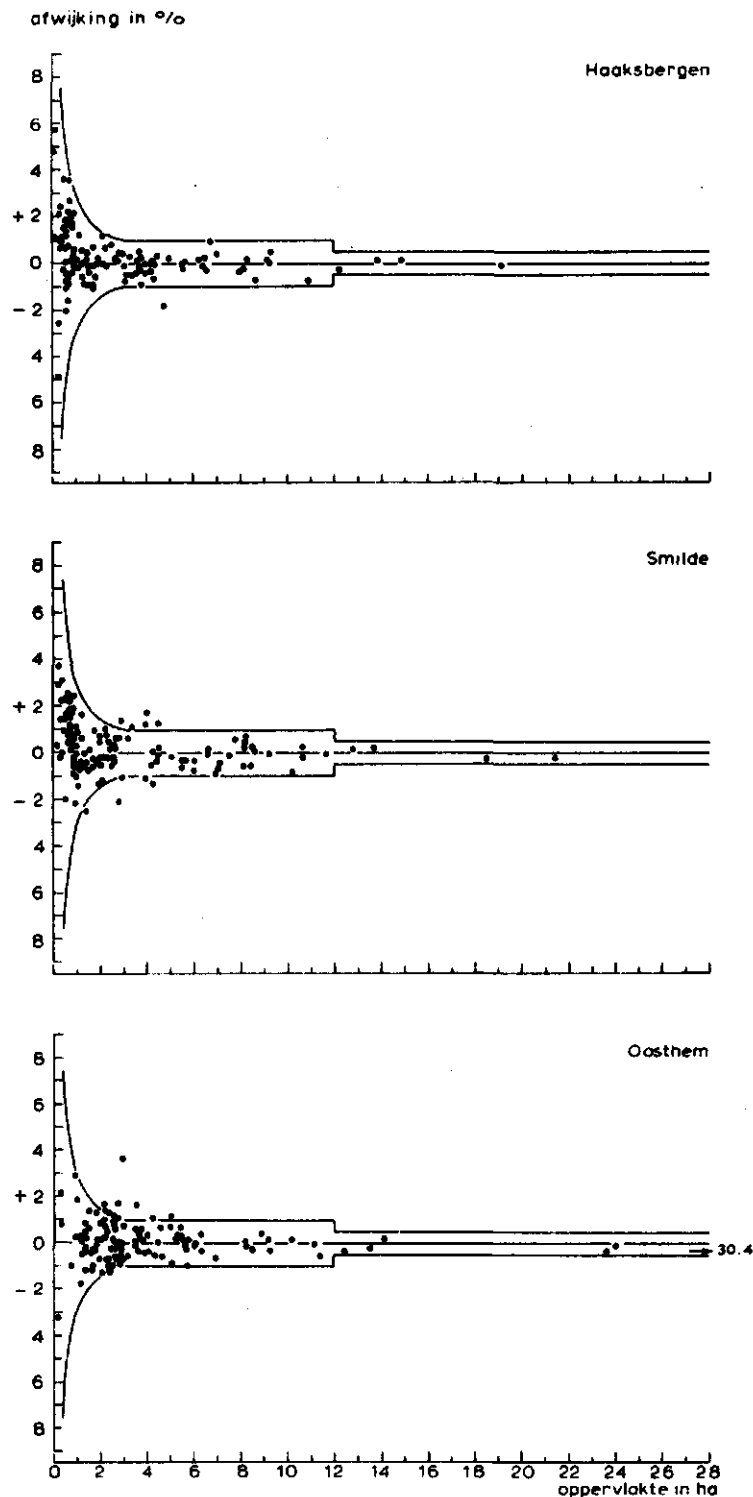


Fig.15. Vergelijking van uit, met de Haromat gemeten, coördinaten berekende oppervlakten (referentiewaarde) met door een Digimeter van het C.T.O. bepaalde oppervlakten waarbij met een elektronische tekenmachine op basis van dezelfde coördinaten getekende kaarten zijn gebruikt

zoeksgebieden. Met dit materiaal zijn oppervlakten van kavels en percelen berekend en werden karteringen uitgevoerd op maatvast materiaal. Een beschrijving hiervan is gegeven in par. 9. Op verzoek zijn de getekende kaarten door het Centraal Teken- en Opleidingsbureau van het Kadaster met een Digimeter opnieuw gedigitaliseerd en werden de oppervlakten van de voorgestelde kavels en percelen berekend. Deze oppervlakten zijn vervolgens met de eerder berekende oppervlakten vergeleken. Het doel hiervan was na te gaan binnen welke grenzen een reproductie van de oppervlakte bij hermeting mogelijk is.

In totaal zijn 373 kavels en percelen gemeten en vergeleken. De verdeling hiervan per gebied is als volgt: Haaksbergen 116 kavels, Smilde 134 kavels en Oosthem 123 kavels en percelen.

Teneinde bij de vergelijking een verschil in kaartschaal zoveel mogelijk te beperken is de som van de door de Digimeter bepaalde oppervlakten gelijk gemaakt aan de som van de uit coördinaten berekende oppervlakten.

De resultaten zijn in figuur 15 per gebied uitgezet. Positief is het verschil aangeduid wanneer de uit, met de Haromat bepaalde, coördinaten berekende oppervlakte groter is dan de door het C.T.O. berekende oppervlakte.

De verschillen tussen de drie gebieden zijn vrij klein. In alle gebieden is een lichte tendens te constateren dat het C.T.O. meer oppervlakten wat te klein dan te groot berekende. Of dit toe te schrijven is aan een persoonlijke fout is niet onderzocht. Wellicht is er sprake van een systematische fout die wordt veroorzaakt door het feit dat de waarnemer de neiging heeft bij een rondgaande beweging het meetmerk binnen de begrenzing van het perceel te houden.

Gebleken is dat slechts bij 5% van het aantal kavels of percelen de afwijking van de oppervlakte groter is dan 1% voor kavels groter dan 3 ha en 300 m^2 (0.03 ha) voor kavels kleiner dan 3 ha. Bij kavels of percelen met een oppervlakte van meer dan 12 ha kan deze grens zelfs op 0,5% worden gesteld. Mede gezien de kleine schaal van de gebruikte kaarten is dit een zeer bevredigend resultaat dat aantoonst dat de voorgestelde werkwijze aan hoge nauwkeurigheidseisen kan voldoen. Hierbij is dan verondersteld dat de gevonden

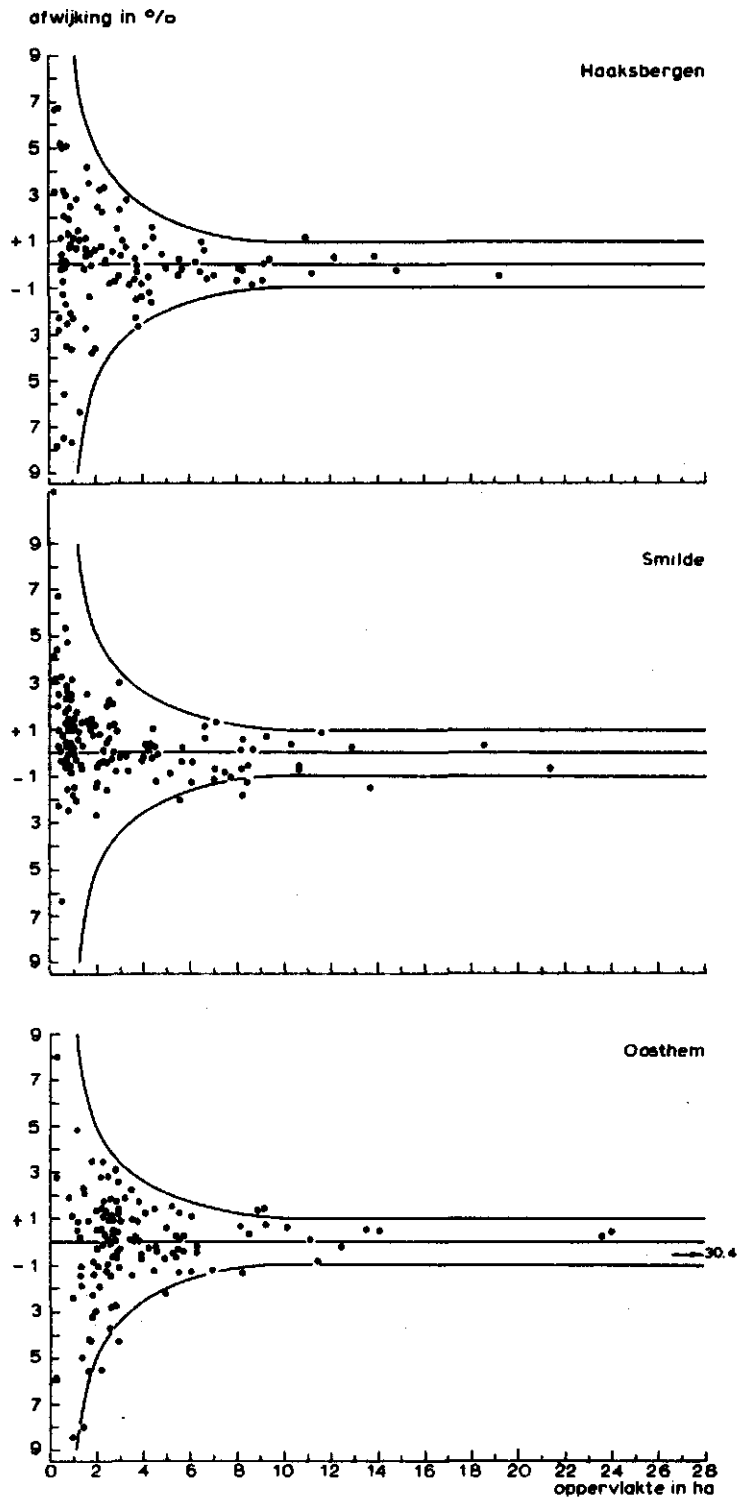


Fig. 16. Vergelijking van uit, met de Haromat gemeten, coördinaten berekende oppervlakten met door compensatie-pool-planimeter of, waar mogelijk, schaallat bepaalde oppervlakten waarbij met een elektronische tekenmachine op basis van dezelfde coördinaten getekende kaarten zijn gebruikt.

nauwkeurigheid ook voor andere waarnemers geldt.

Het is te verwachten dat, mits de interpretatienauwkeurigheid van de originele topografische kaart eenzelfde nauwkeurigheid heeft als de oppervlakteberekening, een berekening van een (voorlopig) plan van toedeling in de ruilverkavelingsprocedure met dit basismateriaal mogelijk moet zijn.

De onderzochte gebieden vertonen elk hetzelfde beeld waaruit mag worden geconcludeerd dat bij de in het onderzoek betrokken regelmatige en onregelmatige kavelvormen geen aanwijsbaar verschil bestaat in de nauwkeurigheid van de oppervlaktebepaling.

13.3. Vergelijking van uit coördinaten berekende oppervlakten met oppervlakten die met compensatie-poolplanimeter en schaallat uit met dezelfde coördinaten getekende kaarten zijn bepaald

Hetzelfde basis- en vergelijkingsmateriaal dat bij het onderzoek van par. 13.2 werd gebruikt, is voor dit onderzoek gehanteerd. De oppervlakten zijn, afhankelijk van de kavelvorm, gemeten met compensatie-poolplanimeter of schaallat. Hierbij is de thans bij de cultuurtechnische inventarisatie gehanteerde meetmethode voor de oppervlaktebepaling getoetst. Een belangrijk verschil is hierbij echter geweest dat deze bewerking niet op routinebasis is uitgevoerd. De verkregen nauwkeurigheid kan hierdoor in gunstige zin zijn beïnvloed.

De resultaten zijn weergegeven in fig. 16. Naar boven is een percentage uitgezet wanneer de uit coördinaten berekende oppervlakte groter is. Evenals bij de vorige vergelijking is een lichte trend aanwezig dat meer kavels kleiner zijn gemeten dan groter.

Gebleken is dat bij 5% van het aantal kavels of percelen een afwijking is opgetreden die groter is dan 1% bij de kavels groter dan 10 ha of 1000m^2 (0,1 ha) bij kavels kleiner dan 10 ha. Hieruit blijkt dat ook met de hier gebruikte zeer eenvoudige hulpmiddelen goede resultaten kunnen worden bereikt, mits men van goed kaartmateriaal uitgaat. Hierbij is tevens verondersteld dat een andere waarnemer dezelfde nauwkeurigheid kan bereiken.

Evenals bij de in par. 13.2 beschreven vergelijking zijn in de verkregen resultaten geen duidelijke verschillen te constateren tussen de drie onderzoeksgebieden. De wijze van meten, gebruik van compensatie-poolplanimeter en schaallat, en de in de gebieden voorkomende kavelvormen beïnvloeden de nauwkeurigheid nauwelijks.

13.4. Vergelijking van uit coördinaten berekende oppervlakten met oppervlakten ontleend aan uitgevoerde cultuurtechnische inventarisaties

De gegevens die voor de gebieden waarop het onderzoek betrekking heeft zijn gebruikt werden ontleend aan uitgevoerde cultuurtechnische inventarisaties. De gebieden zijn gelegen in de ruilverkaveling Haaksbergen (opname inventarisatie in 1969, verwerking opname in 1971), Smilde (1970, 1971) en Bolsward-Scharnegoutum (1969, 1971). De totale oppervlakten van de genoemde verkavelingen zijn respectievelijk 10450, 7290 en 7180 ha. De proefgebieden maken hiervan respectievelijk 3,6; 6,0 en 7,3% uit.

Een vergelijking van de in de normale procedure voor de cultuurtechnische inventarisatie bepaalde oppervlakten en de uit metingen met een Haromat berekende oppervlakten is uitgevoerd.

Bij deze vergelijking moet met een aantal facetten rekening worden gehouden. In de eerste plaats is het mogelijk dat er verschillen bestaan bij het interpreteren van kavel en perceelsgrenzen. In de tweede plaats kon bij het onderzoek in enkele gebieden gebruik worden gemaakt van recenter kaartmateriaal. Teneinde de invloed van deze verschillen zoveel mogelijk te verkleinen is op grond van een vergelijking van de door de elektronische tekentafel getekende kaarten met de gebruikerskaarten van de cultuurtechnische inventarisatie een strenge selectie gemaakt van de in de beschouwingen te betrekken kavels. Hierbij zijn de in Oosthem onderscheiden percelen samengevoegd tot kavels. Van het gebied Haaksbergen zijn 100 kavels voor de vergelijking gebruikt, van Smilde 84 en van Oosthem 67 kavels.

Een ander facet dat bij de vergelijking van de oppervlakten een rol speelt is het feit dat de bij de cultuurtechnische inventarisatie

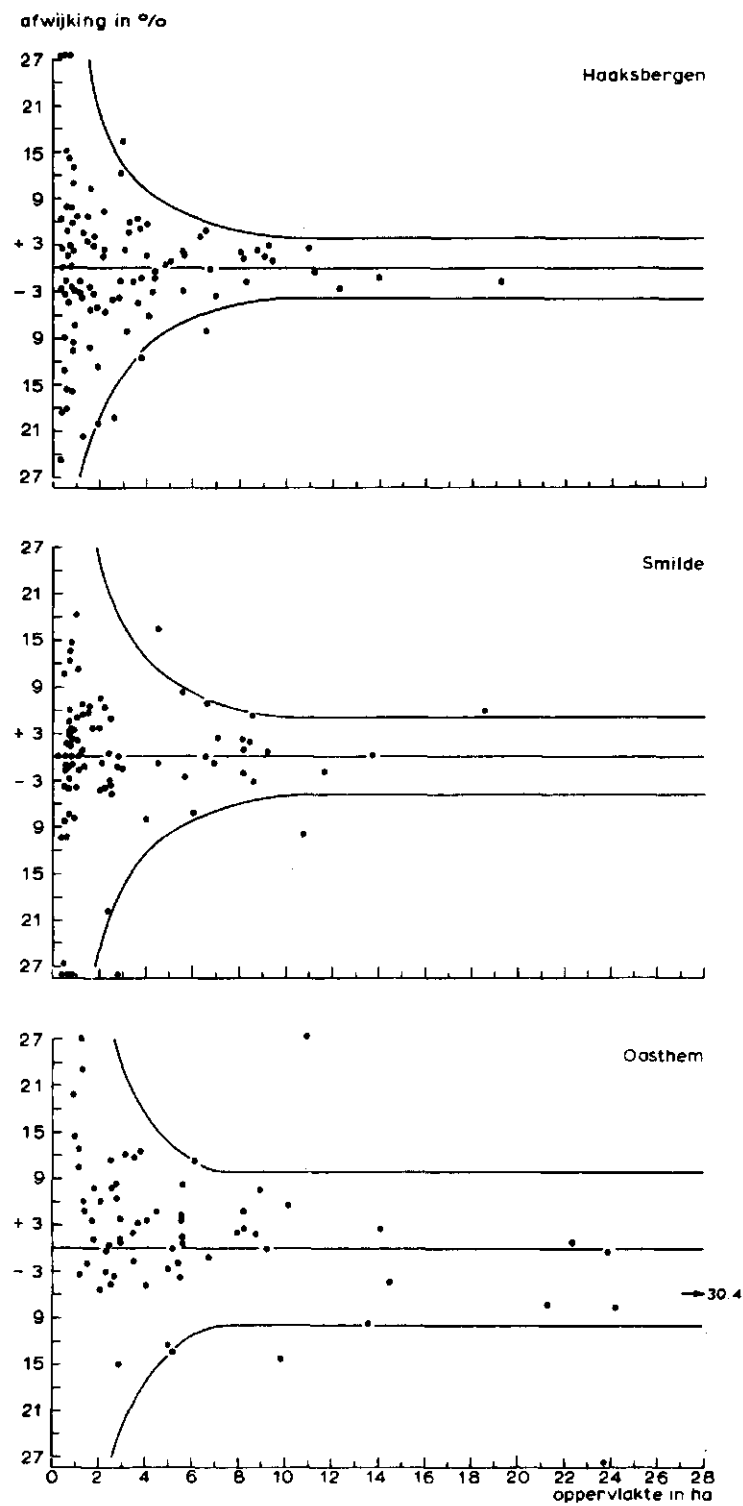


Fig. 17. Vergelijking van uit coördinaten berekende oppervlakten met oppervlakten ontleend aan cultuurtechnische inventarisaties

bepaalde oppervlakten op routinebasis zijn gemeten. Bij de metingen met de Haromat was dit niet het geval. Een rol speelt ook het feit dat de gemeten oppervlakte bij de inventarisatie worden afgerond op 0,1 ha. Bovendien wordt bij de oppervlaktemeting met de schaallat een afronding op gehele milimeters voldoende geacht. Bij de in de vorige paragraaf beschreven meting werden tiende milimeters geschat en bij de oppervlakteberekening verwerkt.

De resultaten van de uitgevoerde vergelijking zijn weergegeven in figuur 17. In tegenstelling tot de eerder beschreven vergelijking is hier wel een verschil in nauwkeurigheid tussen de diverse gebieden te zien. Gebleken is dat in het onderzochte gebied Haaksbergen 5% van het aantal kavels een afwijking vertoonden van meer dan 4% bij kavels groter dan 10 ha of meer dan 0,4 ha bij kavels kleiner dan 10 ha. In Smilde vertoont 5% van het aantal kavels een afwijking van meer dan 5% bij de kavels met een grootte van meer dan 10 ha en 0,5 ha bij een grootte van minder dan 10 ha. In Oosthem zijn de verschillen wat groter. Hier heeft 5% van het aantal kavels een verschil van meer dan 10% bij een grootte van meer dan 7 ha en meer dan 0,7 ha bij een grootte van minder dan 7 ha.

De hier gevonden waarden mogen niet normatief worden gebruikt omdat de gebruikte aantallen waarop de waarden zijn gebaseerd te gering zijn. Deze aantallen zijn respectievelijk 100, 84 en 67. De in de paragrafen 13.1 en 13.2 genoemde waarden zijn betrouwbaarder, hoewel slechts geldend voor één waarnemer, omdat deze berusten op de vergelijking van 373 oppervlakten.

Alleen in het gebied Oosthem is een tendens aanwezig dat daar de door de cultuurtechnische inventarisatie gemeten oppervlakten in het algemeen iets kleiner zijn dan de uit coördinaten, die bij de digitalisering werden verkregen, berekende.

13.5. Vergelijking van uit coördinaten berekende oppervlakten van kavels en topografische percelen met oppervlakten van kadastrale percelen

In de ruilverkavelingsprocedure wordt ten behoeve van de bepaling van de inbreng van de eigenaren uitgegaan van de bij het Ka-

daster bekende grootten van de percelen die in de oude toestand in eigendom zijn. Bij de registratie van het gebruik, zoals deze bij de cultuurtechnische inventarisatie wordt verricht worden in het algemeen topografische grenzen gehanteerd. Waar topografische grenzen en kadastrale grenzen ogenschijnlijk identiek zijn is een koppeling van eigendoms- en gebruikinventarisatie op zijn plaats. Aan een onderzoek hiernaar wordt gewerkt in het kader van de studiegroep Kessel. Ten behoeve van dat onderzoek en ten behoeve van het nauwkeurigheidsonderzoek van dit rapport is een vergelijking gemaakt van topografische oppervlakten, die uit de digitalisering met de Haromat zijn berekend en kadastrale oppervlakten. Bij het onderzoek zijn alleen die kavels en percelen betrokken waarbij eenduidig is vast te stellen welke gehele kadastrale percelen samenvallen met kavels of topografische percelen. In een situatie, die zich in Haaksbergen (bijlage 3) voordoet, waar een zandweg kadastraal eigendom is van de aanliggende eigenaren en daardoor niet op de kadastrale kaart werd aangeduid zijn de aanliggende kavels niet voor het vergelijkend onderzoek gebruikt.

De kadastrale kaarten die betrekking hebben op de drie gebieden, waarop het onderzoek betrekking heeft, zijn eerst verkleind naar de schaal 1 : 10 000. Zij werden na montage gecombineerd met de door RAET en de TH getekende kaarten. Gedeelten van deze montages zijn weergegeven in de bijlagen 2, 3 en 4. De desbetreffende gebieden zijn de volgende: Smilde, Haaksbergen, Oosthem(Fr.). Nadat een strenge selectie heeft plaats gevonden zijn er voor het vergelijkend onderzoek in Haaksbergen 61 combinaties overgebleven, in Smilde 70 en in Oosthem 93. Een combinatie bestaat uit één of meer kavels of topografische percelen die worden vergeleken met één of meer kadastrale percelen, waarvan het aantal per kavel, zeer groot kan zijn (in het onderzoek maximaal 26).

In tegenstelling tot de werkwijze zoals in par. 13.2, 13.3 en 13.4 is beschreven werd de som van de oppervlakten per gebied niet gelijk gemaakt voor beide methoden van berekening. De mogelijk aanwezige schaalfout bij de uit coördinaten berekende oppervlakten is uit de met de Haromat in coördinaten bepaalde ruitpunten van de gebruikte kaarten berekend.

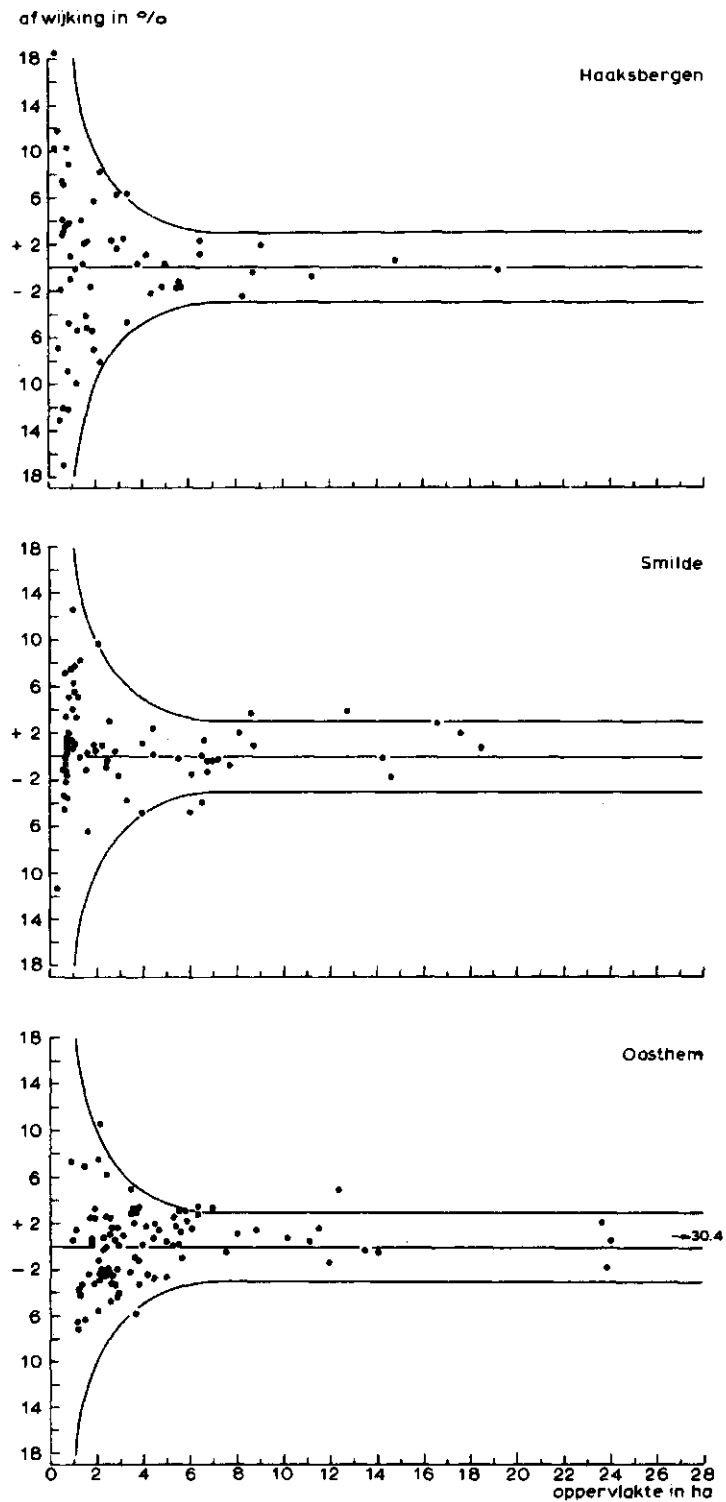


Fig. 18. Vergelijking van uit coördinaten berekende oppervlakten van kavels en topografische percelen met oppervlakten van kadastrale percelen

Deze is kleiner dan 0,1% en derhalve te verwaarlozen ten opzichte van de nauwkeurigheid van de uitgevoerde berekeningen. De bij het Kadaster geregistreeerde oppervlakten kunnen ook een schaalfout hebben. Deze is echter niet te bepalen.

Bij het onderzoek in Haaksbergen is een oppervlakte betrokken van 181 ha. Hiervan blijkt de kadastraal bekende oppervlakte 0,25% groter te zijn dan de uit coördinaten berekende. In Smilde, waar deze oppervlakte 269 ha bedraagt is de kadastrale oppervlakte 0,64% kleiner. In Oosthem, waar 466 ha bij het onderzoek is betrokken werd berekend dat daar de kadastrale oppervlakte 0,49% kleiner is dan de uit coördinaten berekende oppervlakte. De verschillen zijn zo gering dat zij de conclusies nauwelijks beïnvloeden.

De resultaten van het vergelijkend onderzoek zijn weergegeven in fig. 18. De conclusie kan worden getrokken dat 5% van het aantal bij het onderzoek betrokken combinaties een afwijking tussen beide gemeten oppervlakten vertoont die groter is dan 3% bij een grootte van meer dan 6,7 ha en 0,2 ha bij een grootte van minder dan 6,7 ha. Dit lijkt een bevredigend resultaat. Hierbij dient te worden opgemerkt dat van het aantal bij het onderzoek betrokken kavels 30% niet in aanmerking kwam voor de vergelijking van kadastrale en topografische grootte. In hoeverre deze conclusie voor het gehele land geldt is niet nagegaan. Tussen de drie gebieden zijn weinig verschillen te constateren. Wel valt op dat het in Smilde en Oosthem vaker voorkomt dat de kadastrale oppervlakte kleiner is dan de met de topografische kaart berekende oppervlakte. In Haaksbergen is dit verschijnsel niet aanwezig. In Oosthem is de tendens gelijk aan die welke in par. 13.4 werd gevonden. Of de conclusie moet worden getrokken dat aan de met de Haromat bepaalde coördinaten een correctie moet worden aangebracht is niet nagegaan.

Het is de bedoeling een onderzoek als bovenbeschreven te herhalen in een gebied waar recent een kadastrale hermeting is uitgevoerd. Dit zal dan betekenen dat van uitstekend basismateriaal kan worden uitgegaan.

13.6. Overzicht van de resultaten van het nauwkeurigheidsonderzoek

Uit het onderzoek is gebleken dat oppervlakten, die worden berekend uit gedigitaliseerde kaarten met een schaal van 1 : 10 000 worden bepaald met een nauwkeurigheid die is vermeld in par. 13.2. Daaruit blijkt dat slechts bij 5% van de kavels of percelen een afwijking is te verwachten die groter is dan 1%, bij de kavels groter dan 3 ha, of 300 m², bij de kavels kleiner dan 3 ha. Deze waarden zijn ontleend aan een proef waarbij de Digimeter is ingeschakeld. Verondersteld is daarbij dat de bij de proef gebruikte kaart met een te verwaarlozen onnauwkeurigheid is getekend, Verwacht mag worden dat met een Haromat dezelfde resultaten zijn te bereiken.

De invloed van de onnauwkeurigheid van de topografische kaarten 1 : 10 000 is hier buiten beschouwing gebleven.

De nauwkeurigheid die met de eenvoudigste hulpmiddelen, die bij de oppervlakteberekening worden gebruikt, kon worden bereikt is iets geringer. Uit een proef met compensatie-poolplanimeter en schaallat kwam naar voren dat 5% van de kavels of percelen een afwijking vertoonde van meer dan 1% of 1000 m² waarbij de grens ligt bij een grootte van 10 ha.

Voor een vergelijking van de werkelijke situatie in het terrein en de gedigitaliseerde situatie moet rekening worden gehouden met interpretatie van grenzen en nauwkeurigheid van de afbeelding op de kaart 1 : 10 000. Nader onderzoek naar deze facetten wordt uitgevoerd.

Hoewel de oppervlaktebepaling voor de cultuurtechnische inventarisatie wordt uitgevoerd met het doel kenmerken van een gebied statistisch vast te leggen en hierom aan de nauwkeurigheid van de bepaling van de oppervlakten geen hoge eisen behoeven te worden gesteld is toch een vergelijkend onderzoek met uit een digitalisering bepaalde oppervlakten uitgevoerd. Tussen de drie gebieden waarop het onderzoek betrekking had werden verschillen geconstateerd in de bereikte nauwkeurigheid. In Haaksbergen vertoonde 5% van de kavels een afwijking groter dan 4% of 0,4 ha, in Smilde 5% of 0,5 ha en in Oosthem 10% of 0,7 ha. De grenzen liggen hier in Haaksbergen en

Smilde bij een grootte van 10 ha en in Oosthem bij een grootte van 7 ha. Bij de verwerking ten behoeve van de bepaling van statistische gegevens, wat het doel is van de cultuurtechnische inventarisatie hebben deze conclusies nauwelijks consequenties voor de berekende gegevens. Per bedrijf kunnen grotere verschillen optreden.

Uit par. 13.5 blijkt dat de kadastrale oppervlakten goed voor de cultuurtechnische inventarisatie zijn te gebruiken. De gevonden nauwkeurigheid, verschillen bij 95% van het aantal kavels kleiner dan 3% of 2000 m² waarbij de grens ligt op 6,7 ha, is beter dan van de bovengenoemde berekeningen. Deze methode heeft twee nadelen. In de eerste plaats treden er, wellicht vaak, verschillen op tussen topografische grens en kadastrale grens, waardoor de berekening van oppervlakten van gedeeltelijke percelen noodzakelijk wordt. Bij het onderzoek was dit bij 30% van de kavels het geval. In de tweede plaats kost het opzoeken van de benodigde oppervlakten veel meer tijd dan een meting van de oppervlakte. Een voordeel van de methode is wel dat bij goed overeenkomende grenzen door het Kadaster en bij de cultuurtechnische inventarisatie dezelfde oppervlakte wordt gebruikt.

Voor de keuze tussen het gebruik van compensatie-poolplanimeter en schaallat enerzijds en een digimeter anderzijds zal het noodzakelijk zijn de nauwkeurigheid van de digitalisering op praktisch-schaal te toetsen. In dit onderzoek bleek de nauwkeurigheid van beide methoden bij een proef voor kavels groter dan 10 ha gelijk te zijn, terwijl voor kleinere kavels de nauwkeurigheid van de digitalisering tot een factor 3 beter is dan de nauwkeurigheid van de meting met compensatie-poolplanimeter en schaallat. Of deze hoge nauwkeurigheid wordt verlangd hangt af van de bewerkingen die men met de verkregen gegevens wil uitvoeren.

14. AANVULLING OP PAR. 5.5, 6 en 9.3

Ten aanzien van de puntnummering, zoals deze in par. 6 en 9.3 is beschreven, moet een aanvulling worden gegeven. Wanneer de in par. 5.5 vermelde methode E wordt gebruikt nummert de com-

puter de punten. Hierbij is het mogelijk een methode te volgen waarbij de coördinaten van het punt het nummer beïnvloeden.

In par. 6 is aangeduid dat het puntnummer bij voorkeur uit 9 cijfers zal dienen te bestaan. Hiervan zijn de eerste 3 cijfers de X-coördinaat, in km, van het zuidwestelijke hoekpunt van de ruit van de topografische kaart waarin het punt ligt. De eerste drie cijfers van het nummer zijn ook gelijk aan de eerste 3 cijfers van de X-coördinaat van het punt. De volgende 3 cijfers van het puntnummer worden op eenzelfde wijze gevormd uit de Y-coördinaat. De laatste 3 cijfers vormen het volgnummer van het punt binnen de ruit van 100 ha van de topografische kaart.

Bij toepassing van methode E is het mogelijk het volgnummer binnen de ruit te laten bestaan uit de afstand in X-richting binnen de ruit, die in meters wordt verwerkt. Vanzelfsprekend zal het meerdere malen het geval zijn dat in één ruit punten met een gelijke X-coördinaat voorkomen. Men zal dan een van deze punten moeten nummeren volgens de voorgestelde werkwijze en bij de andere gebruik moeten maken van de Y-coördinaat. Ook dan kunnen zich gevallen voordoen waarbij problemen met dubbele nummers ontstaan. In dat geval zal een willekeurig nummer moeten worden gekozen.

Met enkele voorbeelden zal de hier beschreven werkwijze worden toegelicht.

Bij een willekeurige nummering krijgt een punt met de coördinaten $X = 246011$ en $Y = 451824$ bijvoorbeeld het nummer 246 451 317(a). Indien de X-coördinaat het nummer mede bepaalt wordt het nummer 246 451 011(b). Komt daarnaast ook een punt voor met de coördinaten $X = 246011$ en $Y = 451987$ dan krijgt dit punt niet ook het nummer 246 451 011 doch 246 451 987(c). Is het echter zo dat een van de punten een X-coördinaat heeft van 246987 dan mag dit nummer geen tweede keer worden gebruikt en moet aan het tweede punt een willekeurig, nog niet gebruikt nummer worden gegeven (a).

De situaties die zich kunnen voordoen zijn vermeld in tabel 3.

Tabel 3. Mogelijkheden van puntnummering

Puntnummer	X-coördinaat	Y-coördinaat
(a) <u>246</u> <u>451</u> 317	<u>246</u> 011	<u>451</u> 824
(b) <u>246</u> <u>451</u> <u>011</u>	<u>246</u> <u>011</u>	<u>451</u> 824
(c) <u>246</u> <u>451</u> <u>987</u>	<u>246</u> 011	<u>451</u> <u>987</u>
(b) <u>246</u> <u>451</u> <u>987</u>	<u>246</u> <u>987</u>	<u>451</u> 325
(a) <u>246</u> <u>451</u> 122	<u>246</u> 011	<u>451</u> 987

Bij een willekeurige puntnummering moeten in het geheugenbestand van de computer behalve beide coördinaten van een punt, elk bestaande uit 6 cijfers, ook het uit 3 cijfers bestaande volgnummer binnen de ruit worden opgenomen. Wanneer de voorgestelde werkwijze wordt gehanteerd behoeven per punt slechts 12 cijfers te worden ingevoerd met eventueel een code dat de Y-coördinaat het puntnummer bepaalt. Deze nummering bespaart dus geheugenruimte.

Aan het systeem zijn echter twee nadelen verbonden. In de eerste plaats heeft men nu geen doorlopende puntnummering per ruit, zodat bij het eventueel tussenvoegen van punten moet worden gelet op de te gebruiken nummers. Een tweede nadeel kan zijn dat de in par. 6 genoemde reservering van nummers ten behoeve van de kadastrale punten niet kan worden gehandhaafd.

SAMENVATTING

Bij het verwerken van een cultuurtechnische inventarisatie wordt een groot aantal handelingen met de hand verricht die met de thans beschikbare apparatuur voor een belangrijk deel zal kunnen worden geautomatiseerd. Wanneer de gegevens op een bepaalde wijze worden vastgelegd is het mogelijk een databank op te richten waaruit een groot aantal voor de landinrichting van belang zijnde gegevens kunnen worden geput. De oprichting van een bijhoudingsdienst is dan wel van belang. De basis voor het systeem bestaat uit in coördinaten vastgelegde kavel- of perceelsgrenzen, in code

vastgelegde gegevens betreffende de aard van deze grenzen, het kavel- of perceelsnummer en eventueel een code-aanduiding van de cultuurtoestand van kavel of perceel. Bij het opzetten van een dergelijk systeem zal een keuze moeten worden gemaakt uit een inventarisatie op basis van gebruikskavels of op basis van topografische percelen. Een belangrijk gegeven voor de vorm waarin de databank wordt gegoten is de eis dat een eenvoudige muteerbaarheid moet zijn gewaarborgd. De in de nota voorgestelde wijze van nummeren van kavels, percelen en knikpunten houdt met deze eis rekening. De verzamelde gegevens kunnen goed worden gebruikt bij de landschapsinventarisatie en het toedelingsonderzoek.

Op topografische kaarten 1 : 10 000 worden de boven aangeduide elementen aangegeven. Knikpunten in grenzen worden aangeduid en in coördinaten bepaald met een, bij voorkeur, rechthoekige coördinatograaf waarbij de coördinaten elektrisch of elektronisch worden gemeten. Vervolgens moeten de kavel- of perceelsgrenzen worden vastgelegd in een computergeheugen waarbij tegelijk de aard van de grenzen wordt aangegeven. Hiertoe moet een en ander worden gecodeerd hetgeen op verschillende manieren kan worden gedaan. In paragraaf 5.5 is een methode beschreven die weinig arbeidsintensief is en daardoor de minste kans lijkt te geven op het maken van fouten. Omdat bij deze methode veel werkzaamheden door de computer worden verricht is ze wellicht relatief duur.

Voor de nummering van knikpunten, die noodzakelijk is, om snel en eenvoudig mutaties te kunnen aanbrengen zijn enkele voorstellen gedaan waarbij een landelijke nummering wordt voorgestaan.

Ten aanzien van de kaarten die bij een cultuurtechnische inventarisatie worden gemaakt zijn enkele voorstellen gedaan om hierbij een elektronische tekenmachine in te schakelen. Enkele alternatieve mogelijkheden voor de uitvoering van de kaarten zijn gegeven.

Het tekenen van de gebruikerskaarten en het vermelden van kavel- of perceelsnummers is in par. 12 beschreven. Voor het maken van afstandenkaart, ontsluitingskaart en bedrijfskavelkaart is een aantal alternatieve voorstellen gedaan waaruit een keuze zal kunnen worden gemaakt.

Een nieuwe vorm van kaarten die wel bij de ruilverkavelings-procedure bekend is doch tot nu toe niet gegeven wordt bij de cultuur-technische inventarisatie is in par. 12.7 beschreven. Dit betreft kaarten waarop per bedrijf de in gebruik zijnde kavels of percelen en de kortste route daarnaar wordt aangegeven.

Tenslotte is een nauwkeurigheidsonderzoek weergegeven waarbij de nauwkeurigheid van de oppervlaktemeting op de kaartschaal 1 : 10 000 centraal staat. Uit de gegeven cijfers mag de conclusie worden getrokken dat deze nauwkeurigheid is aan te geven door een maximale afwijking van 2 à 3% voor de grotere percelen en 0,1 à 0,2 ha voor de kleinere met een betrouwbaarheidsinterval van 5%. Een nader onderzoek om deze conclusie te staven wordt nog uitgevoerd.

Teneinde de mogelijkheden die zijn genoemd te testen zijn enkele proeven uitgevoerd, die in par. 9 en par. 12 zijn beschreven. Hiervoor zijn bestaande programma's van RAET en de tekenautomaten van de afdeling Geodesie van de Technische Hogeschool te Delft en van RAET gebruikt.

Nadat een besluit is genomen betreffende de werkzaamheden die zullen worden geautomatiseerd en welke methoden hierbij zullen worden gebruikt kan tot een programmering worden overgegaan. Het ligt in de bedoeling hierop in een vervolgnota nader in te gaan.

LITERATUUR

- BIJKERK, C., Th.J. Linthorst en C. van Wijk, 1970. Cultuurtechnische inventarisatie Nederland. Tijdschr. der Kon. Ned. Heidemij 81.7-8.
- CLAESSEN, W.A., 1969. De voerstraalmethode. Geodesia 11.12.
- HOEKSTRA, A.V., 1972. Het digitaliseren van grafisch voorgestelde informatie. Scriptie Techn. Hogeschool Delft (met literatuuropgave).
- KNORR, H., 1972. Ein Automationssystem für die Herstellung und Fortführung topografischer Karten. Deutsche Geodätische Kommission. Reihe B. Heft 192.
- MENZINGA-WAAYENBERG, J.P., 1971. Landschapsanalyse met behulp van luchtfoto's en Quantimet. Nota 650 van het Inst.v. Cultuurt. en Waterhuish.
- RAET Technische informatie 30031 met aanvulling.
- VISSER, A.C., 1972. Het effect van een ruilverkaveling op de stabiliteit van de begroeiing in het landschap. ICW-nota 699.
- ZUYLEN, L. VAN, 1972. Onderzoek naar een eventuele behoefte aan fotokaarten. Ned. Geodetisch Tijdschr. 2.10

Toelichting op de bijlagen 1 t/m 4

Bijlage 1 geeft een illustratie van een afstandenkaart in twee kleurendruk. Hierbij is gebruik gemaakt van door een elektronische tekenmachine gesneden peelcoats. Tengevolge van een excentrische stand van het mesje waarmee is gesneden, is de passing vrij slecht. Door een fout bij de keuze van de toe te passen rasters is de kleur van de afstandklasse 700 - 1000 m gelijk geworden aan de kleur van de klasse ≥ 3000 m. Het was de bedoeling dat de toe te passen tint lichter zou zijn.

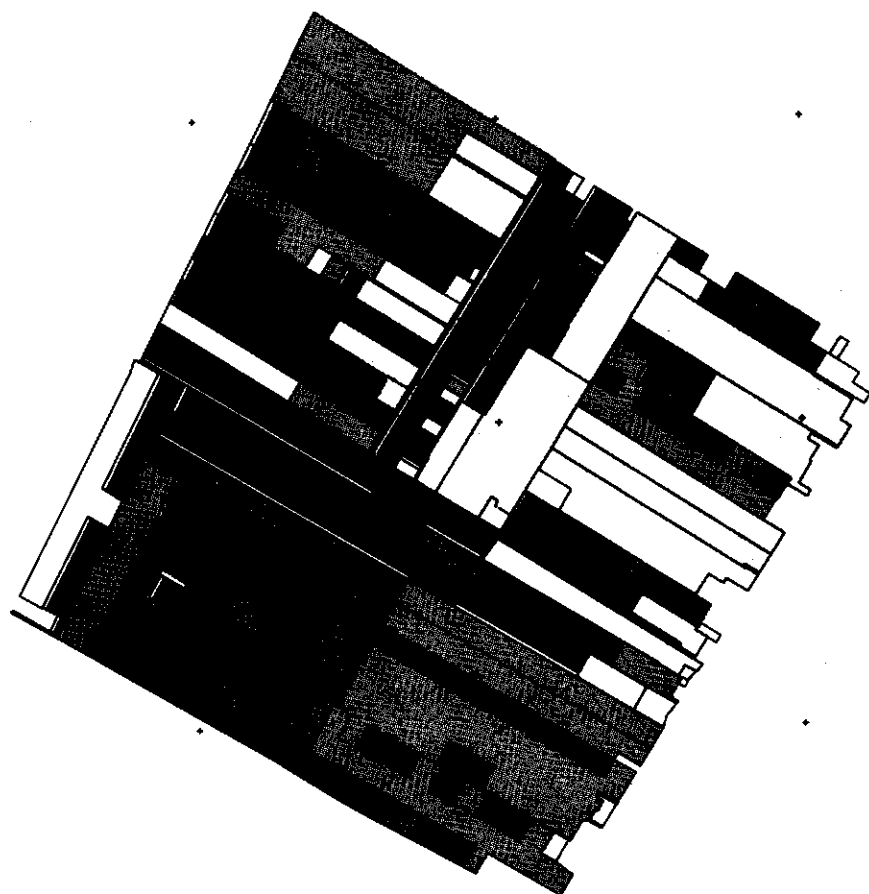
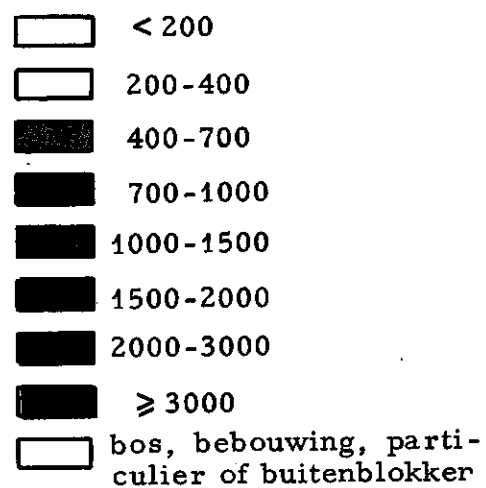
Bij het monteren van de kadastrale kaarten die afgebeeld zijn in de bijlagen 2, 3 en 4 is er niet op gelet of de passing met de topografische grenzen zo goed mogelijk zou worden. De figuren moeten slechts als illustratie worden beschouwd. Eventueel is met meer moeite een betere passing te realiseren.

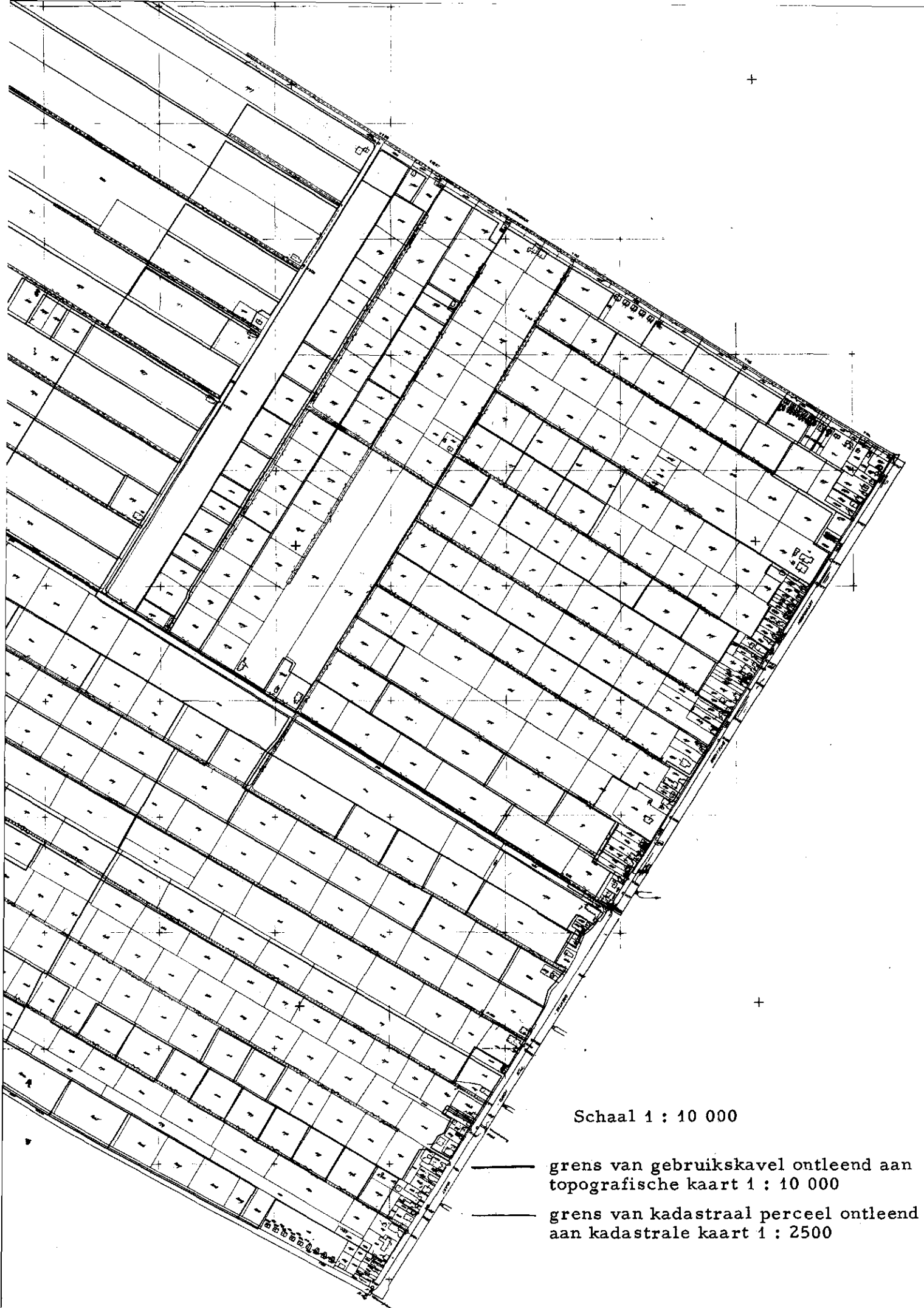
Bijlage 1

Afstandenkaart

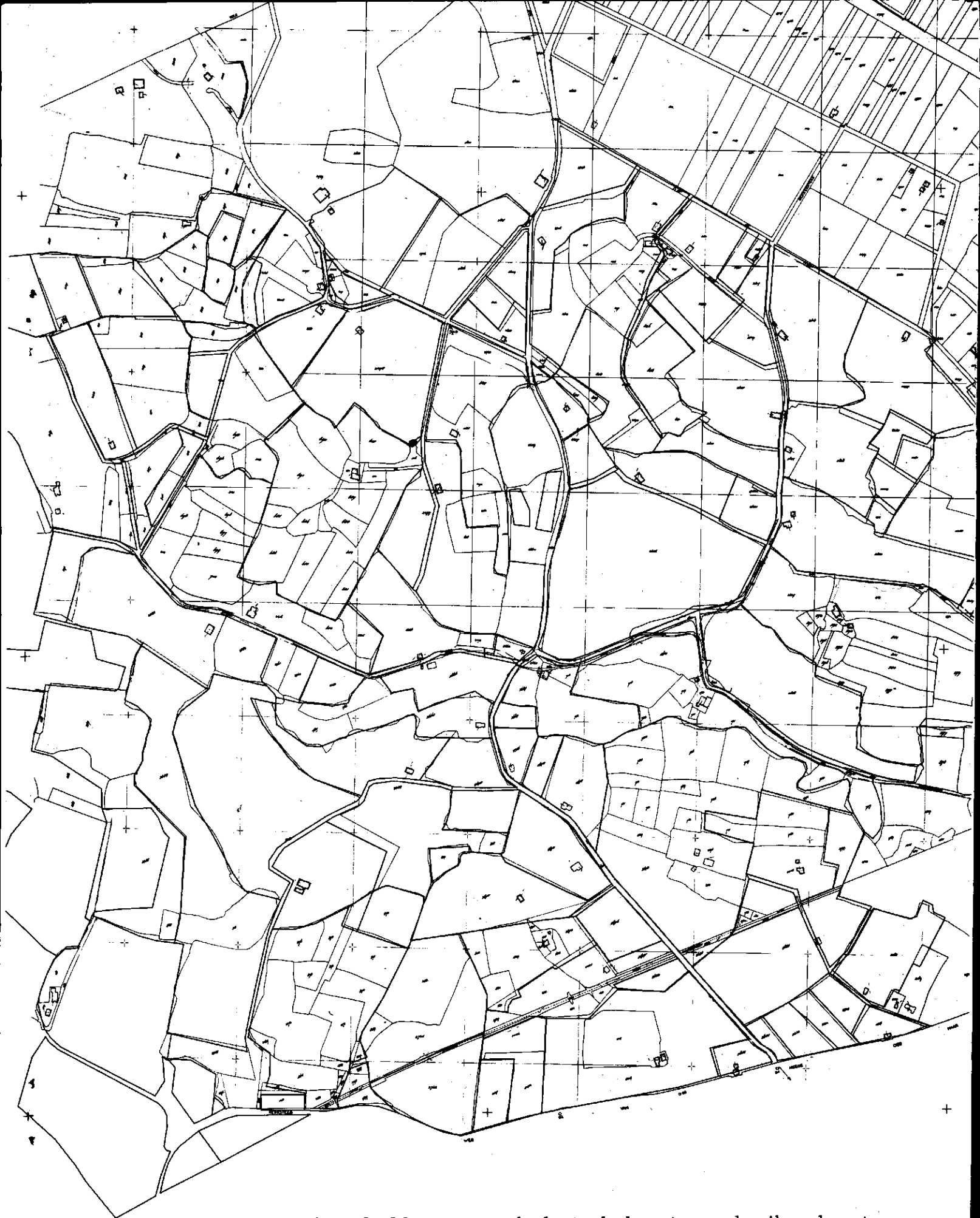
Schaal 1 : 25 000

Afstand van de grond tot
de bedrijfsgebouwen
(incl. $\frac{1}{2}$ D in meters)





Bijlage 2. Montage van kadastrale kaart en gebruikerskaart



Bijlage 3. Montage van kadastrale kaart en gebruikerskaart

Schaal 1 : 10 000

Voor legenda zie bijlage 2



Bijlage 4. Montage van kadastrale en gebruikerskaart
Schaal 1 : 10 000
Voor legenda zie bijlage 2