

NN31545.0637

NOTA 637

28 september 1971

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

EEN COMPUTERPROGRAMMA VOOR HET BEREKENEN
VAN DE TOEDELING BIJ RUILVERKAVELINGEN

ir. A.C. Visser

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemidde-
len, 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.

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. BESTAANDE MODERNE METHODEN	2
2.1. Computerprogramma van de Technische Hogeschool te Delft	2
2.2. Grafiekenmethode van Van Gelderen	2
2.3. Methode Kik voor het vervaardigen van een voorlopig toedelingsplan	3
2.4. Toepassing van de algoritme van Ford-Fulkerson door Mijnlieff	3
2.5. Computerprogramma van de Kadastrale Ruilverkavelings- dienst	4
3. OPZET VAN HET NIEUWE PROGRAMMA	4
3.1. Basisgegevens	4
3.2. De Simplex-methode in het programma	6
3.3. Bijzonderheden ten aanzien van het computerprogramma	7
4. PROCEDURE	9
5. MODEL	12
6. SAMENVATTING	15
7. LITERATUUR	16

1. INLEIDING

Het vinden van een oplossing voor het berekenen van een plan van toedeling met de computer is een reeds lang bestaande wens. Het zeer grote aantal variabelen bij deze procedure maakt het onmogelijk zonder mechanische hulpmiddelen verkavelingen van enige omvang goed te overzien. Door VAN GELDEREN (1964) en door WITT (1969) zijn methoden ontwikkeld om de computer te kunnen inschakelen bij de toedelingsprocedure. De voor- en nadelen van deze methoden zullen worden besproken. Uit het buitenland zijn geen publikaties bekend.

Reeds in een vroeg stadium van de ruilverkavelingsprocedure heeft men behoefte aan een inzicht in de toedelingsmogelijkheden van de verkaveling. In de eerste plaats kan men hierbij denken aan het moment waarop het voorlopige plan van wegen en waterlopen ontworpen wordt. Ook is het mogelijk te denken aan een toepassing op een wat later tijdstip, namelijk bij de toedeling. Het gebruik van een computerprogramma kan dan sterk arbeidsbesparend werken en een versnelling van de procedure te weeg brengen. Wanneer men reeds vóór de wenszittingen, met een zo juist mogelijke informatie, een toedeling berekent zal men de wenszittingen een andere inhoud kunnen geven. Het is dan mogelijk de berekende toedeling met de partijen te bespreken en hiermee een definitieve toedeling te maken. Als derde gebruiksmogelijkheid kan men nu op betrekkelijk snelle wijze nagaan hoe de toedeling over een aantal jaren geweest zou zijn door tevens gebruik te maken van de prognosemethode inzake de afvloeiing van arbeid uit de landbouw van LOCHT (1967).

Bij het opzetten van de plannen om te komen tot een nieuw computerprogramma, dat een toedeling aangeeft is uitgegaan van de gedachte dat de toedeling bepaald moet worden door objectief te beschrijven bedrijfs-economische factoren. Hierbij spelen in eerste instantie afstandsverkortings, kavelconcentratie en ligging ten opzichte van het bedrijf (bijvoorbeeld achter of tegenover de boerderij of toedeling op afstand) een rol. In een later stadium kunnen andere factoren zoals rand- en

wendakker verliezen een rol gaan spelen. Voor het ontworpen programma is afstandsverkortings de belangrijkste factor. Het bereiken van kavelconcentratie is nog niet bij de eisen geformuleerd. Ook is nog geen rekening gehouden met de wijze van bedrijfsvoering (modern of huidig veel voorkomend). Het is de bedoeling deze factoren bij later te maken variaties op het programma te waarderen en bij de toedeling een rol te laten spelen.

Het maken van een plan van toedeling kan beschouwd worden als het oplossen van een besliskundig probleem. Bij de tot stand koming van zo'n plan gaat het immers om het nemen van verantwoorde beslissingen betreffende de toedeling van bepaalde kavels aan bepaalde eigenaren of gebruikers. Voor het computerprogramma is dan ook gebruik gemaakt van een van de technieken van de operationele research, waarbij een functie geoptimaliseerd wordt onder een aantal voorwaarden. De toegepaste techniek is de simplex-methode van de lineaire programmering.

2. BESTAANDE MODERNE METHODEN

2.1. Computerprogramma van de Technische Hogeschool te Delft

Door Witt en zijn medewerkers is een computerprogramma ontwikkeld dat de toedeling afhankelijk stelt van de wensen van eigenaren (of gebruikers). Hoewel dit systeem zeer goed past in de ruilverkavelingsprocedure is het voor onderzoek en voor een toedeling, die onafhankelijk is van wensen van direct belanghebbenden, minder geschikt. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat wensen ten aanzien van de toedeling dienen te worden geregistreerd.

2.2. Grafiekenmethode van Van Gelderen

De grafiekenmethode is door Van Gelderen niet ontworpen met het doel hiermee een schematisch toedelingsplan te kunnen maken. Zoals Van Gelderen in het Rapport boerderijverplaatsing vermeldt, kan men met behulp van de bij deze methode te maken transportintensiteitskaart een plan van toedeling maken. Dit plan geeft wel een toedeling met minimale kavelafstanden en maximale kavelconcentratie, doch is niet bruikbaar door zijn wijze van toedeling.

2.3. Methode Kik voor het vervaardigen van een voorlopig toedielingsplan

De door Kik gevonden methode behelst een koppeling van de grafiekenmethode aan de methode van de Technische Hogeschool te Delft. Na uitvoering van de berekening met de grafiekenmethode ontstaat een transportintensiteitskaart met behulp waarvan wensen te formuleren zijn. Aan de wensen worden gewichten toegekend, die afkomstig zijn uit batenberekeningen. De wensen met hun gewichten worden ingevoerd in het computerprogramma van de Technische Hogeschool. De kavelconcentratie en afstandsverkorting is bij deze methode gewaarborgd. Kavelconcentratie wordt bereikt doordat geeist wordt dat elk bedrijf naast de huiskavel in elke ruiklasse slechts één veldkavel krijgt. De afstandsverkorting is gegarandeerd doordat de grafiekenmethode wordt gebruikt. De introductie van een systeem van op wetenschappelijk onderzoek gebaseerde gewichten kan ten opzichte van het programma van de Technische Hogeschool uit een oogpunt van onderzoek en planning als een vooruitgang worden aangemerkt. Een nadeel lijkt de grote hoeveelheid handwerk, verbonden aan de toepassing van dit systeem. Ook het feit dat het programma via een omweg, namelijk het formuleren van wensen na toepassing van de grafiekenmethode, naar het gestelde doel leidt, is een nadeel van deze methode.

2.4. Toepassing van de algoritme van Ford-Fulkerson door MIJNLIEFF

De algoritme van Ford-Fulkerson is een van de technieken van de operationele research. Mijnlieff heeft met algoritme voor een proefcomplex van 107 ha een toedeling berekend op basis van afstandsverkorting. Hij heeft dit op twee manieren gedaan, namelijk in de eerste plaats met hemelsbreed gemeten afstanden en in de tweede plaats met over de kortste weg gemeten afstanden, rekening houdende met de wegkwaliteit. De eerstgenoemde werkwijze is een sterke abstrahering van de werkelijkheid. De resultaten van de tweede werkwijze lijken zeer bevredigend. Waarschijnlijk zijn deze resultaten te mooi en zouden zij aanmerkelijk slechter zijn indien het proefobject een slechtere vorm zou hebben. In het proefgebied van 107 ha liggen slechts 5 bedrijven op een gunstige wijze verspreid. Het is logisch dat bij minimalisatie van de gemiddelde kavelafstanden de kavels keurig rondom de

boerderijen komen te liggen. Vermoed mag worden dat het programma weinig aandacht schenkt aan kavelconcentratie.

2.5. Computerprogramma van de Kadastrale Ruilverkavelingsdienst

Nadat gebleken was dat in het onder 2.1. beschreven programma fouten te vinden waren, werd besloten een nieuwe opzet voor een programma te maken. Dit nieuwe programma zal ook weer op wensen of plaatsingen gebaseerd zijn. Het programma zal behalve voor de verwerking van door belanghebbenden uitgebrachte wensen ook bruikbaar kunnen zijn voor het maken van een plan van toedeling in een eerder stadium van de ruilverkavelingsprocedure. Met de ontwikkeling van het programma is men eerst kortelings gestart.

3. OPZET VAN HET NIEUWE PROGRAMMA

3.1. Basisgegevens

Bij de toedeling speelt afstandsverkorting een belangrijke rol. Het programma is gebaseerd op het minimaliseren voor de gehele verkaveling van de transporttijden. De computer berekent welke kavels aan welke eigenaar of gebruiker moeten worden toegedeeld om deze minimalisatie te verkrijgen. Een enkele factor beperkt de vrije keuze van de computer.

Het afstandsbezwaar is afhankelijk van wegkwaliteit, lengte van de weg en intensiteit van het transport. Om de invloed van de wegkwaliteit te kunnen kwantificeren worden wegingsfactoren ingevoerd, die voor verharde weg, semi-verharde weg en onverharde weg verschillend zijn. Gerekend wordt met verhoudingsgetallen, die ontleend worden aan de totale transporttijd over 1 kilometer weg voor het bewerken van 1 ha land per jaar. Daar de transportintensiteit en de aard van de gebruikte voertuigen voor verschillende produkten verschillend is, zal men een keuze moeten maken. Men gebruikt voor een eenvoudige opzet (b.v. bij toepassing voor onderzoek) eventueel de veel gebruikte wegingsfactoren voor verharde, semi-verharde en onverharde weg van respectievelijk 1, $1\frac{1}{2}$, 2 of 3. Bij een nauwkeuriger opzet wordt gedacht een splitsing aan te brengen tussen bouwland en weiland. Voor beide gebruiksvormen be-

paalt men een serie wegingsfactoren. Hierbij dient men een uitspraak te doen omtrent het bouwplan, de mechanisatiegraad en de aard van de bedrijfsvoering.

Voor de eerste berekeningen is gebruik gemaakt van onderzoeken van Righolt en Van Hemert. Gedacht is aan een traditioneel ingericht weidebedrijf. Voor verharde weg is aangehouden bereikbaarheidscoëfficiënt 10, voor semi-verharde weg 7 en voor onverharde weg 5 (RIGHOLT, 1964). De snelheden in minuten per kilometer zijn dan voor de categorieën a (lege of lichtbeladen 2-wielige wagen of losse trekker), b (zwaar beladen 2-wielige wagen), c (lege of lichtbeladen 4-wielige wagen of trekker met aanbouwwerktuig) en e (4-wielige wagen met volumineuze last) in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. Snelheden in minuten per kilometer voor verschillende categorieën voertuigen en verschillende wegverhardingen

	cijfer 10	cijfer 7	cijfer 5
a	3,0	4,4	6,7
b	3,2	4,6	9,2
c	3,3	5,0	7,1
e	4,3	6,3	12,0

Het aantal manretourritten is volgens VAN HEMERT (1969), gebaseerd op onderzoek te Overloon, per 1 ha grasland en per jaar voor categorie a: 70,16; voor b: 0,54; voor c: 13,31 en voor e: 1,77. De totale transporttijd per jaar voor de bewerking van 1 ha grasland (exclusief verweiden) over 1 kilometer weg wordt dan: $2 \times (70,16 \times a + 0,54 \times b + 13,31 \times c + 1,77 \times e)$. Dit is voor verharde weg 2×264 minuten, voor semi-verharde weg 2×389 minuten en voor onverharde weg 2×591 minuten. De thans in het programma ingevoerde verhoudingsgetallen zijn respectievelijk 2,6 - 3,9 - 5,9.

In meerdere onderzoeken wordt het afstandsbezwaar evenredig gesteld aan de bewerkte perceelsoppervlakte en de lengte van de weg. Van Gelderen gebruikt bijvoorbeeld als definitie voor de gemiddelde kavelafstand

$$\bar{s} = \frac{[s \cdot 0]}{[0]}$$

Hoewel Van Gelderen reeds aangeeft dat dit een simplificatie van de werkelijkheid betekent en andere onderzoekers aantonen waarom het niet juist is, wordt voor dit programma bij deze werkwijze aangesloten. In de toekomst zal nagegaan worden hoe deze factor voor nauwkeurige berekeningen zal moeten worden gewaardeerd.

Als invoer voor de toedeling kan men zowel met oppervlakte als met waarde werken. In het laatste geval onderstelt men dan direct, door de opzet van het programma, ook een evenredigheid van het transportbezwaar met de waarde. Dit lijkt voorlopig een niet te slechte aanname. Betere verhoudingsfactoren zullen waarschijnlijk, afhankelijk van het gebruik van het programma, in de toekomst bepaald moeten worden. Zij kunnen dan in variaties op het basisprogramma worden verwerkt.

Teneinde de mogelijkheid te openen, zoals Van Gelderen ze noemde, 'onuitwisselbare ruiklassen' in te voeren wordt aan de bestaande kavels een code toegevoegd, waaruit blijkt tot welke klasse deze behoren. Voorbeelden van onuitwisselbare ruiklassen zijn percelen, die alleen geschikt zijn voor bouwland, alleen voor weiland en die geschikt zijn voor beide vormen van landbouw.

Wanneer men het programma voor de toedelingsprocedure gebruikt, dus in de periode direct voor de wenszittingen, is het van belang dat men van te voren weet welke personen hun bedrijf zullen beëindigen, welke gronden beschikbaar zullen zijn van de Stichting Beheer Landbouwgronden voor bedrijfsvergroting, welke bedrijven vergroot zullen worden met welke oppervlakte, welke gespecialiseerde bedrijven zullen ontstaan (tuinbouw, varkensmesterij etc.), welke bedrijven in feite als een geheel moeten worden gezien in verband met erfopvolging en welke gronden aan het Staatsbosbeheer zullen moeten worden toegewezen. Al deze gegevens moeten worden verwerkt in het basismateriaal van de bestaande toestand, zodat men bij het opmaken van de plannen kan doen alsof dit gedeelte van de nieuwe toedeling reeds gerealiseerd zou zijn.

3.2. De Simplex-methode in het programma

Het ruilverkavelingsblok wordt verdeeld in een aantal vakken i , die elk een waarde w_i hebben. Er zijn in het blok bedrijven j , die elk een waarde W_j hebben. Voor het blok geldt $\sum_i w_i = \sum_j W_j$. De term x_{ij} definieert de fractie van het vak i , dat naar bedrijf j zal gaan. Uit deze gegevens volgt:

$$\sum_j x_{ij} \leq 1 \quad \sum_i w_i x_{ij} \geq w_j$$

Verder wordt gesteld dat $\sum_i c_{ij} x_{ij} \leq C_j$ en de te minimaliseren functie is $\sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}$.

Met c_{ij} wordt aangeduid het transport (op te vatten als de transportkosten) van bedrijf j naar vak i per waarde-eenheid of oppervlakte-eenheid en per jaar (afgezien van een verhoudingsfactor). Dit transport is afhankelijk van afstand en wegkwaliteitsfactoren. De hierbij gebruikte formule luidt: $c_{ij} = \text{afstand over de verharde weg in decimeters} \times 2,6 + \text{afstand over de semi-verharde weg} \times 3,9 + \text{afstand over de onverharde weg} \times 5,9$.

3.3. B i j z o n d e r h e d e n t e n a a n z i e n v a n h e t c o m p u t e r p r o g r a m m a

Omdat de computer een keuze moet maken welke kavel aan welke eigenaar of gebruiker (afhankelijk van de te hanteren toedelingsprocedure) zal worden toegedeeld, is het gewenst de ruilverkaveling te verdelen in een aantal vakken. Het aantal vakken, en dus ook de grootte van de vakken, kan de gebruiker van het programma zelf bepalen. Een groot aantal vakken beperkt evenwel de snelheid van de berekening. Een voordeel van een groot aantal vakken is echter, zoals later beschreven zal worden, dat de nauwkeurigheid van de afstandsberoeeningen groter is en de toedeling juist kan zijn. Een tweede nadeel van een groot aantal vakken is het feit dat een groter aantal kavels geformeerd kan worden. Dit nadeel is ontstaan doordat nog geen eisen ten aanzien van de kavelconcentratie geformuleerd zijn. Voorlopig kan men aanhouden dat een vakgrootte van ongeveer 10 ha gunstig is. Het programma geeft niet aan welke kavel naar welk bedrijf gaat, doch welk percentage van een vak met de daarbij behorende waarde naar een bedrijf gaat. In de output wordt een opsomming gegeven welke waarden van welke vakken naar een bedrijf gaan. Bovendien wordt een lijst gemaakt waarin vermeld is welke bedrijven een toedeling van een bepaald vak krijgen.

Ter voorkoming van niet acceptabele toedelingen en ter vermindering van de belasting van de computer is het gewenst vóór het gereedmaken van de input van de computerberekening rechthebbenden met zeer kleine inbreng en huisbedrijfskavels met de hand toe te delen. Deze spelen dan dus bij de verdere bewerking geen rol meer.

Het heeft geen zin nauwkeurig bepaalde toe te delen oppervlakten, of waarden van vakken en bedrijven in te voeren. Indien men met oppervlakten werkt, zal een nauwkeurigheid in de oppervlaktebepaling van 0,1 ha voldoende zijn. Ook wanneer men met waarden van kavels wil werken, zal een schatting voldoende nauwkeurig zijn. Vanzelfsprekend zal men er wel voor moeten zorgen dat de som van de oppervlakten (of waarden) van de vakken gelijk is aan de som van de aan de bedrijven toe te delen oppervlakten (of waarden). Dit wordt eenvoudig bereikt door een uittreksel te maken van de bestaande toestand. Opgegeven worden dan de huidige kavels met hun oppervlakte (of waarde) en het nummer van het vak waarin de kavel ligt. De computer berekent dan de totale oppervlakte (of waarde) van het bedrijf en van het vak. Tevens wordt het huidige transportbezwaar volgens eerder vermelde formules berekend.

In de ruilverkaveling wordt een aftrek voor de aanleg en verbetering van wegen en waterlopen toegepast. Het is zeer goed mogelijk deze aftrek op de toe te delen oppervlakte of waarde aan te brengen door de inbreng, dus de oude situatie, hiervoor te corrigeren.

Het berekenen van de af te leggen afstanden tussen de kavels en de bedrijven in de oude en nieuwe toestand verzorgt de computer. Slechts een zeer gering aantal gegevens moeten hiervoor ingevoerd worden. De vakken worden ontsloten gedacht door hoekpunten op wegen. Afstanden af te leggen in de vakken worden verwaarloosd. De afstand van de boerderij tot het vak waarin de boerderij is gelegen wordt gelijk nul gesteld door op te geven in welk vak de boerderij ligt. De afstand van de boerderij tot een vak dat aan de overzijde van de weg gelegen is, wordt gelijk gesteld aan de afstand van de boerderij tot het dichtstbij gelegen punt dat het vak ontsluit. Een betere formulering, gebaseerd op nader onderzoek, zal in een variatie op dit programma verwerkt moeten worden. Door de huidige opzet wordt bewerkstelligd dat een toedeling achter de boerderij bevoordeeld wordt boven een toedeling aan de overzijde van de weg. Kruispunten van wegen en punten waar de aard van de verharding zich wijzigt worden aangeduid. Alle hoekpunten, kruispunten en andere punten, tezamen kruispunten genoemd, worden genummerd. De onderlinge afstanden worden gemeten in decameters. Deze eenheid is niet gekozen in verband met een verhoging van de nauwkeurigheid doch ter vermijding van een opeenstapeling van fouten, die bij een grotere eenheid kan ontstaan. Men bepaalt uitsluitend de maten tussen punten, die direct onderling over de weg verbonden zijn. Tevens wordt de wegkwali-

teit genoteerd. De computer berekent de gewogen kortste afstand tussen elk kruispunt en noteert deze in tabelvorm. Voor de aanduiding van de ligging van de bedrijven worden percentages van de afstand tussen kruispunten gehanteerd. De te gebruiken percentages zijn 0, 10, 20,, 90.

Een toedeling op afstand kan worden gerealiseerd door bij de plaats waar men zich deze toedeling denkt fictieve bedrijfsgebouwen neer te zetten. Men rekent dan alsof het bedrijf zich op die plaats bevindt. Vanzelfsprekend is het ook mogelijk eerst een toedeling zonder de toedeling op afstand door te rekenen. Vervolgens bekijkt men aan de hand van de resultaten hiervan welk(e) bedrijf(ven) voor toedeling op afstand in aanmerking komt(en) en op welke plaats(en) deze gerealiseerd kan (kunnen) worden.

Het computerprogramma is ontworpen door J.M. Anthonisse van het Mathematisch Centrum te Amsterdam.

4. PROCEDURE

De te volgen procedure kan in de volgende punten worden samengevat:

- a. Overleg omtrent bedrijfsbeëindiging en bedrijfsvergroting. Bij toepassing voor de wenszittingen overleg omtrent de verdeling van S.B.L.-gronden en toedeling aan Staatsbosbeheer.
- b. Indien het programma in een zeer vroeg stadium van de ruilverkavelingsprocedure wordt gebruikt, kan men het programma toepassen bij het ontwerpen van het plan van wegen en waterlopen. Men dient dan een summier plan te hanteren met als vaste gegevens de tracee's van rijks- en provinciale wegen, te handhaven wegen en nieuwe wegen, die een doorgaand karakter hebben.
- c. Op de kaart wegverharding en boerderijen aanduiden.
- d. De blokgrens en enclaves aangeven. Onder enclaves worden alle kavels gerangschikt, die een niet te wijzigen bestemming hebben.
- e. Huisbedrijfskavels en kleine eigendommen toedelen. Dit moet zorgvuldig gebeuren, daar deze verdeling de toedeling direct beïnvloedt.
- f. Nummering van eigenaren of gebruikers te beginnen met nummer 1 in doorlopende volgorde. Zonder programmawijzigingen kunnen 999 nummers gebruikt worden.

- g. Nummering van de kavels in de bestaande toestand. Het eerste gedeelte van het nummer is het nummer van eigenaar of gebruiker, als boven genoemd, de twee volgende cijfers geven een volgnummer aan. De keuze van dit volgnummer is willekeurig. Het wordt door de computer niet gebruikt en dient uitsluitend om de relatie tussen tabel en kaart mogelijk te maken. Eventueel het nummer van de ruilklasse in de kavel aangeven.
- h. Op de kaart vakken vormen, waarbij de reeds toegedeelde kavels buiten beschouwing blijven. De vakgrenzen trekt men zo veel mogelijk over natuurlijke grenzen. Ieder vak dient tenminste één ontsluitingspunt te hebben.
- i. De vakken nummeren te beginnen met 1 in een doorlopende volgorde tot ten hoogste 999.
- j. Ontsluitingspunten van de vakken op de kaart aangeven.
- k. De kruispunten van de wegen en de punten waar de verharding verandert op de kaart aanduiden, waar deze niet samenvallen met de onder punt j genoemde ontsluitingspunten.
- l. De onder j en k genoemde punten, tesamen kruispunten genoemd, nummeren te beginnen met 1 in een doorlopende volgorde tot ten hoogste 999 (afstanden groter dan 990 meter in delen verdelen).
- m. Invullen van het ponsdocument 'Algemeen'. Op kaart 1 wordt de naam van het project vermeld. Op kaart 2 wordt het aantal bedrijven, het aantal vakken en het aantal kruispunten genoteerd. De te gebruiken vermenigvuldigingsfactoren voor de wegkwaliteit afzonderlijk vermelden.
- n. Het wegennet uittrekken en noteren op het ponsdocument 'Wegennet'. Gemeten en genoteerd moeten worden alle afstanden, die twee kruispunten over de weg verbinden zonder andere kruispunten te passeren. Iedere afstand behoeft slechts 1 x genoteerd te worden; dus niet heen en terug zoals bijvoorbeeld 3-81 en 81-3. De afstanden te meten in decameters.
- o. Ponsdocumenten 'Locatie bedrijven' invullen. In deze lijsten wordt de ligging van bedrijven ten opzichte van de dichtstbijzijnde aan de zelfde weg doch aan weerszijden van het bedrijf gelegen kruispunten vermeld. Deze ligging wordt in percentages vermeld. De te gebruiken percentages zijn 00, 10, 20,, 90. Alleen het eerste cijfer van deze getallen wordt genoteerd. Tevens wordt vermeld welk vak achter het bedrijf gelegen is. Zonodig wordt hierbij

een keuze gedaan. Deze keuze moet zorgvuldig geschieden omdat zij een belangrijke invloed kan hebben op de toedeling.

- p. Indien de toedeling naar waarde berekend wordt, de waarden van de kavels in de huidige toestand, eventueel rekening houdend met een korting voor wegen en waterlopen, bepalen. Wanneer men naar oppervlakte wil ruilen de oppervlakten van de bestaande kavels meten. In beide gevallen zullen wij verder spreken over de waarde van de kavel. Voor de notatie van de waarde van een kavel zijn de getallen 1 tot en met 99 beschikbaar. De waarde zal daardoor veelal in een verhoudingsgetal moeten worden opgegeven. Zeer grote kavels splitst men daarom op teneinde te veel kleine getallen te vermijden. Bij een toedeling naar oppervlakte lijkt een eenheid van 0,1 ha een goede basis te zijn voor de toedeling.
- q. Ponsdocumenten 'Kavels' invullen. Te noteren: kavelnummer, nummer van het vak waarin de kavel gelegen is, de waarde van de kavel en nummer ruiklasse (b.v. 1 = uitsluitend geschikt voor weiland, 2 = uitsluitend geschikt voor bouwland, 3 = voor beide cultures geschikt).
- r. Ter aanduiding van de ligging van de kavels en de ligging van de vakken worden de ontsluitingspunten van de vakken gebruikt. Deze worden vermeld op het ponsdocument 'Vakken'. Ingevuld wordt het nummer van het vak en de puntnummers van de punten die het vak ontsluiten.
- s. Na een scherpe controle, de ingevoerde getallen kan de computer niet controleren, laat men de toedeling berekenen.
- t. Berekend worden in een voorprogramma de gewogen afstanden tussen alle kruispunten. Deze afstanden worden in tabelvorm geprint.
- u. In het hoofdprogramma worden de huidige transportbezwaren berekend. De huidige kavel wordt daarbij geconcentreerd gedacht in het dichtst bij het bedrijf gelegen ontsluitingspunt van het vak waarin de kavel gelegen is. Het transportbezwaar is dan de genoteerde waarde vermenigvuldigd met de berekende gewogen afstand. Het totale transportbezwaar per bedrijf en de som van de transportbezwaren van de bedrijven in het gehele blok wordt in de output vermeld. Met de simplex-methode wordt berekend welke waarde in welk vak aan welk bedrijf moet worden toegedeeld om een minimale transporttijd voor het gehele blok te verkrijgen. Ook nu wordt de gehele toedeling per vak gedacht gelegen te zijn in het dichtstbijzijnde ontsluitingspunt van het vak.

In de output wordt vermeld per bedrijf de totale waarde, welke waarde in welk vak wordt toegedeeld, welk percentage van het vak deze toedeling uitmaakt, wat het transportbezwaar is, een sommatie per bedrijf van het transportbezwaar in de nieuwe toestand en een sommatie van het transportbezwaar in de oude toestand.

Tevens wordt een overzicht per vak gegeven van de totale waarde van het vak, de in het vak toegedeelde bedrijven met hun waarde en het percentage van het door het bedrijf bezette gedeelte van het vak.

Dit overzicht maakt het eenvoudig de toedeling in kaart te brengen.

- v. Aan de hand van de output een toedeling op de kaart realiseren.
- w. Zonodig kleine correcties met de hand aanbrengen.
- x. Indien de toedeling in een zeer vroeg stadium van de ruilverkavelingsprocedure gemaakt werd en het plan van wegen en waterlopen nog niet vastgesteld was, is het nu mogelijk aan de hand van de toedeling en de bij het maken van de toedeling gesignaleerde moeilijkheden een beter plan van wegen en waterlopen op te stellen. Zonodig kan men hiermee de procedure herhalen. Een zeer goede afstemming van het plan van wegen en waterlopen op het kavelindelingsplan kan dan bereikt worden.

N.B. Kleine programmawijzigingen moeten worden aangebracht wanneer het aantal te gebruiken cijfers ontoereikend blijkt te zijn en wanneer men geen doorlopende nummering voor bedrijven, vakken en kruispunten wil of kan hanteren.

5. MODEL

Het programma is getest op een verkavelingsmodel (Fig. 1). Dit model bestaat uit 30 bedrijven, die gronden hebben verdeeld over de 20 vakken, die gevormd zijn, in 122 kavels. De bedrijfsgrootte varieert van 0,8 tot 20,5 ha. De totale door de bedrijven gebruikte oppervlakte is 239,6 ha. De waarde-eenheid is gesteld op 0,1 ha. Het wegennet is dicht. De ligging van de bedrijven is verspreid. Het model is na het aanbrengen van enige kleine wijzigingen overgenomen van Van der Schans. Het is een mathematisch samengesteld model.

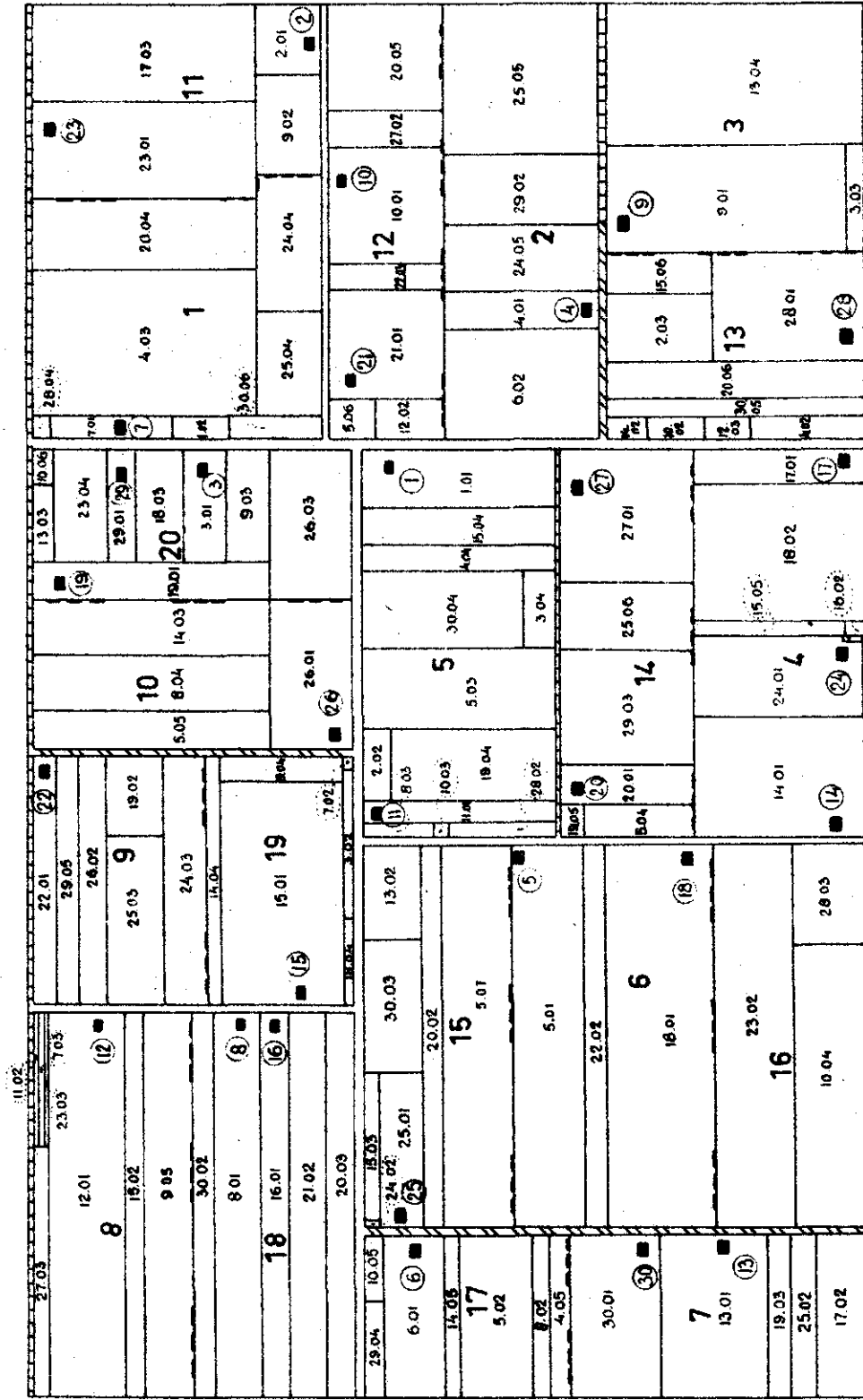
In tegenstelling tot de aangegeven procedure zijn van te voren geen huisbedrijfskavels gevormd. Hierdoor ontstond de mogelijkheid dat een zodanige toedeling gerealiseerd zou kunnen worden dat bedrijfs-

MODEL RUILVERKAVELING

Schaal 1 : 10000

OUDE TOESTAND

FIGUUR 1



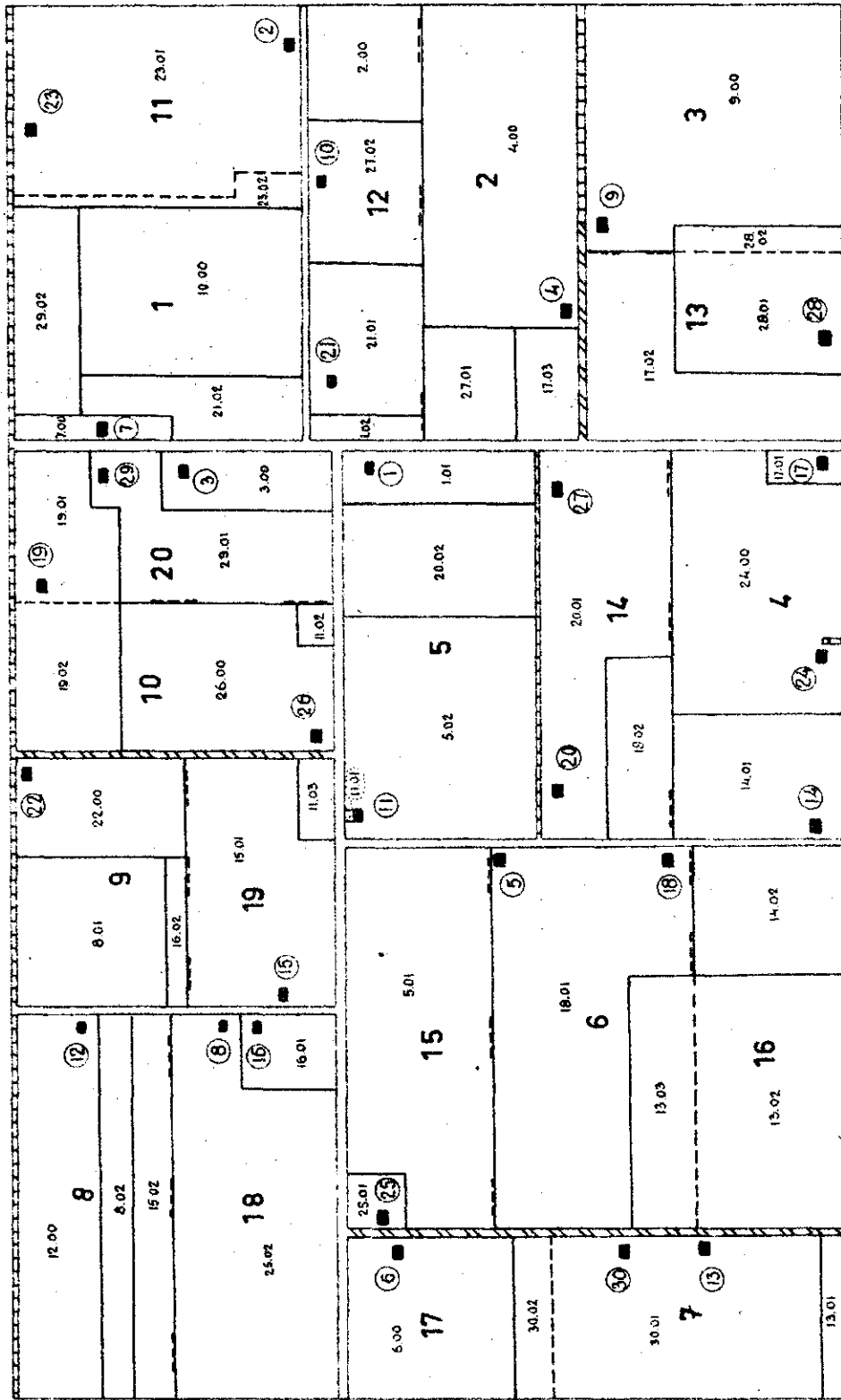
- (4) boerderij van bedrijf 4
- ==== verharde weg
- ||||| semi verh. weg
- ||||| onverh. weg
- 4.03 3^e kavel van bedrijf 4
- 5 vaknummer
- vakgrens

MODEL RUILVERKAVELING

Schaal 1 : 10.000

NIEUWE TOESTAND

FIGUUR 2



5 vaknummer

- vakgrens
- verharde weg
- //// semi verh weg
- onverh. weg
- ④ boerderij van bedrijf 4
- ③ kavel van bedrijf 13

gebouwen op grond van anderen komen te staan. Dit is inderdaad het geval met 6 bedrijven.

De nieuwe toestand is getekend aan de hand van de berekende resultaten (Fig. 2). Hierbij is vrijwel geen rekening gehouden met de kavelgrenzen uit de oude toestand. Wel is binnen het vak een zo gunstig mogelijke ligging van de kavel gekozen. Door met de hand kleine correcties aan te brengen is een nog gunstiger verdeling te realiseren. In deze nieuwe toestand is het aantal kavels teruggebracht tot 52 (1,7 kavel per bedrijf).

Het berekende totale transport in de oude toestand is $418\ 363 \times 0,1 \times 2$ minuten = 1395 uur per jaar (overgenomen uit de output van de berekening). In de nieuwe toestand is het totale transport $18\ 264 \times 0,1 \times 2$ minuten = 61 uur per jaar. Een berekende vermindering is dit van 95%. De werkelijke tijden zijn afhankelijk zowel van de berekende tijden als van de in de vakken afgelegde tijden. Deze laatste zijn zoals eerder vermeld is in de berekening verwaarloosd. De zeer sterke vermindering van het transport is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de sterk verspreide ligging van de kavels in de oude toestand en aan de verspreide ligging van de boerderijen. Hierdoor kan een goede ligging ten opzichte van de bedrijven gerealiseerd worden.

6. SAMENVATTING

Het gebruik van een computer opent de mogelijkheid een toedeling te maken op grond van objectief vastgestelde factoren. De snelle verwerking en de betrekkelijk lage kosten maken het mogelijk meerdere situaties door te rekenen. Het thans ter beschikking staande programma geeft een toedeling aan, die gebaseerd is op minimalisatie van de totale af te leggen afstanden voor de eigenaren of gebruikers. Een aantal vereenvoudigingen zijn in dit programma aangebracht. De toedeling kan zowel naar eigendom als naar gebruik plaatsvinden. Ook tussen ruiling naar oppervlakte en ruiling naar waarde bestaat geen essentieel verschil. De berekening is betrekkelijk ruw. Hierdoor is voor een definitieve toedeling een nauwkeurige inrekening achteraf met de hand noodzakelijk. Bij de toedeling wordt in het programma gebruik gemaakt van de simplex-methode van de lineaire programmering.

Het is de bedoeling variaties op het programma te ontwerpen, die

meer rekening houden met factoren als kavelconcentratie, eisen ten aanzien van de ligging van de kavels bij moderne weidebedrijven, optimale kavelgrootte, etc.

7. LITERATUUR

- DORHOUT, B. en KRIENS, J. 1968. Wiskundige programmering. Deel 6^a van Leergang Besliskunde van het Mathematisch Centrum te Amsterdam.
- GELDEREN, C. van. 1964. Het optimale plan van toedeling uit het oogpunt van kavelafstand. Nota I.C.W. 252
- _____. 1966. Bepaling en gebruik van de minimale gemiddelde kavelafstand. Landbouwkundig Tijdschrift 78.6
- _____. 1968. Rapport boerderijverplaatsing. Nota I.C.W. 441
- HEMERT, A.K. van. 1969. Het interne bedrijfsverkeer op slecht verkavelde zandbedrijven. Nota I.C.W. 529
- KAUFMANN, A. en FAURE, R. 1965. Operationele research. Spectrum Utrecht
- KIK, R. 1969. Een methode voor het vervaardigen van een voorlopig toedelingsplan. Nota I.C.W. 508
- LOCHT, L.J. en PLOEGER, J. 1967. Een methode voor raming van de toekomstige agrarische beroepsbevolking, in het bijzonder het aantal bedrijfshoofden, ten behoeve van een cultuurtechnisch plan. Nota I.C.W. 428
- _____. en DAMEN, J.C.G. 1970. Functies ten behoeve van de raming van de verandering in de agrarische beroepsbevolking en het aantal bedrijven, voor een cultuurtechnisch plan en de evaluatie daarvan. Nota I.C.W. 568
- MLJNLIEFF, A.W. en BUSSEER, J.W. 1969. Het opstellen van een plan van toedeling met het algoritme van Ford en Fulkerson. Interne nota Cultuurtechnische Dienst
- RIGHOLT, J.W. 1964. Wegkwaliteit en landbouwtransport. Meded. I.C.W. 66
- SCHANS, R. van der. 1968. Automatisering van de toedeling bij ruilverkaveling. Ingenieurscriptie, Technische Hogeschool, Delft
- _____. 1971. Toedelen door ordenen. Ned. Geodetisch Tijdschrift. 1.7
- WITP, G.F. 1969. Automatisering van de toedeling bij ruilverkaveling. Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde 85.5