

NOTA 835^I

oktober 1974

voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

NN31545.0835

INSCHAKELING VAN EEN COMPUTER BIJ DE
TOEDELINGSPROCEDURE VOOR RUILVERKAVELINGEN

R. Kik



Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, 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 onder-
zoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

JSN101150-01

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. OPZET METHODE	2
2.1. Digitaliseren gebruikerskaart	2
2.2. Vakindeling	2
2.3. Berekening toedeling	3
2.4. Toedelingsplan	4
3. PROEF MET EEN MODEL	5
4. VERGELIJKING MET EERDER ONTWIKKELDE METHODEN	7
5. SAMENVATTING	12
6. LITERATUUR	14

1. INLEIDING

Reeds eerder zijn methoden ontwikkeld waarmee, met behulp van een computer, in een vroeg stadium van de ruilverkaveling een voorlopig toedelingsplan kan worden samengesteld (KIK, 1969; VISSER, 1971). De voordelen van een dergelijk voorlopig toedelingsplan zijn door beiden uitvoerig uiteengezet. Geheel bevredigend werken deze methoden echter niet. Bij beiden wordt wel de gemiddelde kavelafstand geoptimaliseerd, maar de methode Kik is te bewerkelijk terwijl bij de methode Visser onvoldoende aandacht wordt besteed aan kavelconcentratie.

Voor het optimaliseren van de gemiddelde kavelafstand maakt Kik gebruik van de grafiekenmethode (VAN GELDEREN, 1966), welke methode arbeidsintensief is. Visser gebruikt de simplexmethode, één van de technieken van de operationele research. Het optimaliseren van de gemiddelde kavelafstand is echter te zien als een transportprobleem, waarbij de beperkingen zich voordoen als gelijkheden. In dat geval is de simplexmethode te omslachtig, beter kan worden gebruik gemaakt van het Stepping-Stone algoritme. Met deze techniek wordt de geheugencapaciteit van de computer minder belast zodat grotere problemen kunnen worden verwerkt, terwijl vooraf bekend is hoeveel kavels maximaal door de computer zullen worden berekend.

Het bovenstaande was aanleiding om een nieuwe methode voor het samenstellen van een voorlopig toedelingsplan te ontwikkelen, waarbij het Stepping-Stone algoritme wordt gebruikt. Bovendien bestaat momenteel de mogelijkheid een sterkere automatisering door te voeren doordat bij de cultuurtechnische inventarisatie als nieuwe ontwikkeling het digitaliseren van de kavelgrenzen wordt ingevoerd, zodat de bestaande toestand geheel in coördinaten is vastgelegd (VISSER, 1973).

2. OPZET METHODE

Bij het ontwikkelen van de methode is ervan uitgegaan dat de gemiddelde kavelafstand moet worden geminimaliseerd, terwijl het aantal toe te delen kavels zoveel mogelijk moet worden beperkt. Bovendien zal de gehele procedure in hoge mate moeten worden geautomatiseerd.

De methode is ontworpen zonder dieper in te gaan op detailkwesties zoals eigendoms- of gebruikstoestand als uitgangspunt, invoeren van onuitwisselbare ruiklassen, gebruiksmogelijkheden van de grond en toedelen volgens oppervlakte of waarde. In een later stadium kunnen deze punten eenvoudig worden ingepast; momenteel was het voornaamste om na te gaan in hoeverre de ontwikkelde methode bruikbare resultaten oplevert. Achtereenvolgens zullen de te verrichten bewerkingen worden besproken.

2.1. Digitaliseren gebruikerskaart

Aangenomen wordt dat het digitaliseren van de gebruikerskaart reeds door de cultuurtechnische inventarisatie is gebeurd. Ook de uit de verkregen coördinaten berekende kaveloppervlakten en kavelafstanden, onderverdeeld naar wegkwaliteit, zijn dan al berekend, evenals de gewogen gemiddelde kavelafstand per bedrijf en de oppervlakte die elk bedrijf in het ruilverkavelingsblok in gebruik heeft.

Indien deze bewerkingen nog niet zijn verricht dan zullen ze alsnog moeten worden uitgevoerd.

2.2. Vakindeling

Het ruilverkavelingsblok wordt in vakken verdeeld waarna de computer berekent welke gebruiker in welke vakken kavels krijgt toege-deeld.

Ter vereenvoudiging van de oppervlakteberekening van de vakken laat men de vakgrenzen zoveel mogelijk samenvallen met bestaande kavelgrenzen. De vakoppervlakte volgt dan uit de som van de in het vak gelegen kavels. De vakoppervlakte wordt verminderd met de oppervlakte van de in het vak gelegen huiskavels. Dit is noodzakelijk om te voorkomen dat een te kleine of helemaal geen huiskavel wordt toege-

deeld.

Langs een weg en ongeveer in het midden van een vak wordt een in coördinaten bekend punt als hoofdontsluitingspunt van het vak aangenomen. Uit coördinaten worden de afstanden tussen de bedrijfsgebouwen en de vakken berekend. Bij grote ruilverkavelingen zal het niet nodig zijn de afstand van elk bedrijf tot alle vakken te berekenen. De berekening van de afstand naar vakken die op te grote afstand van het bedrijf zijn gelegen kan achterwege blijven.

De te kiezen vakgrootte is afhankelijk van het gebied waarin wordt gewerkt. In een gebied met veel grote bedrijven zullen de vakken groter kunnen worden genomen dan in een gebied met over het algemeen kleine bedrijven. Meer ervaring met het toepassen van de methode zal nodig zijn om de beste vakgrootte vast te stellen. Voorlopig mag worden verwacht dat vakgrootten van 25 à 40 ha gunstig zijn.

2.3. Berekening toedeling

Voor het berekenen van de toedeling van de kavels wordt gebruik gemaakt van een optimaliseringstechniek zodat een minimale gemiddelde kavelafstand wordt verkregen. Gekozen is voor het Stepping Stone algoritme.

Wordt het aantal vakken in het ruilverkavelingsblok op i gesteld, met elk vak een oppervlakte W_i en het aantal bedrijven op j met voor elk een oppervlakte W_j , dan geldt $\sum_i W_i = \sum_j W_j$. Het gedeelte van vak i dat naar bedrijf j zal gaan wordt gedefinieerd als x_{ij} , met als kostenfactor c_{ij} . De met de berekening te minimaliseren functie wordt dan: $\sum_{ij} c_{ij} x_{ij}$. De kostenfactor (c_{ij}) is opgebouwd uit de schijnbare afstand in hm van het bedrijf naar het vak, vermeerderd met een gewicht. Het gewicht wordt toegevoegd om een gelijkmatige verbetering voor alle bedrijven te bevorderen. Als gewicht wordt gebruikt de wortel uit de verhouding van de gemiddelde kavelafstand van het bedrijf met de afstand tot het vak. In formulevorm wordt dit:

$$g = \left(\frac{\bar{s}_0}{s_1} \right)^{1/2}$$

Hierin is:

g = gewicht

\bar{s}_0 = gemiddelde kavelafstand van het bedrijf in hm

s_1 = vakafstand in hm

De berekening van de toedeling met dit algoritme heeft het nevenvoor-
deel dat vooraf het aantal kavels bekend is dat door de computer zal
worden toegedeeld. Dit aantal bedraagt de som van het aantal bedrij-
ven en het aantal vakken, verminderd met één. Door toevallige omstan-
digheden kan dit aantal wel kleiner zijn, maar nooit groter.

Als resultaat van de toedelingsberekening verstrekt de computer
een lijst waarop per vak staat vermeld welke bedrijven welke opper-
vlakke in het vak krijgen toegedeeld.

2.4. Toedelingsplan

Zoals onder 2.2. is aangegeven zijn de oppervlakten van de huis-
kavels voor de berekening door de computer in mindering gebracht op
de vakoppervlakken. Dit betekent dat op de door de computer geleverde
toedelingslijst alleen de oppervlakten van de veldkavels voorkomen.
De in mindering gebrachte oppervlakten van de huiskavels moeten hier-
aan weer worden toegevoegd zodat van de gehele vakoppervlakte bekend
is aan welke bedrijven deze moeten worden toegedeeld.

Met behulp van de berekende gegevens worden de kavels met de hand
op de kaart ingetekend. Hierbij bestaat enige vrijheid kavels of ge-
deelten daarvan tussen nabijgelegen vakken uit te wisselen indien dit
een betere toedeling kan bewerkstelligen. Er moet dan wel aan de voor-
waarde worden voldaan dat de vakken waartussen kavels worden gewisseld
in dezelfde richting zijn gelegen ten opzichte van de betrokken be-
drijfsgebouwen. Ook met de vakgrenzen kan, indien nodig, enigszins
worden geschoven, tenzij het grenzen betreft die beslist moeten worden
gehandhaafd.

Hoewel de computer aangeeft in welk vak de kavels moeten worden ge-
plaatst zal de uiteindelijke vormgeving van de kavels afhankelijk zijn
voor het inzicht van de ontwerpen.

3. PROEF MET EEN MODEL

De methode is getest op een klein ruilverkavelingsmodel. Het doel van deze test was alleen na te gaan in hoeverre de gekozen berekeningswijze voldoet. Daarom is een klein model gekozen met een eenvoudige vorm zonder aandacht te schenken aan bodemgesteldheid, cultuurtoestand en aard der grenzen. Een afbeelding van de bestaande toestand van de bestaande toestand van het model is in fig. 1 gegeven.

De voor het toepassen van de berekening benodigde vakindeling is aangegeven in fig. 2.

Door het kleine aantal bedrijven en vakken was het mogelijk de berekening met de hand uit te voeren. In eerste instantie is daarbij als kostenfactor alleen gebruik gemaakt van de afstand van de bedrijven tot de vakken. Het resultaat hiervan was niet bevredigend. Sommige bedrijven kregen een aanzienlijke verkorting van de gemiddelde kavelafstand ten koste van de andere bedrijven. Om een meer gelijkmatige verdeling van de verbetering in gemiddelde kavelafstand over alle bedrijven te verkrijgen is de berekening nogmaals uitgevoerd maar nu met een kostenfactor bestaande uit de afstand van de bedrijven tot de vakken vermeerderd met een gewicht. Het gebruikte gewicht is onder 2.3 beschreven. De op deze wijze uitgevoerde berekening gaf een beter resultaat te zien. Het bijbehorende toedelingsplan is in fig. 3 weergegeven.

De verbetering die ten opzichte van de bestaande toestand is verkregen is voor enige verkavelingskenmerken weergegeven in tabel 1.

RUILVERKAVELINGSMODEL

Fig. 1. Bestaande toestand

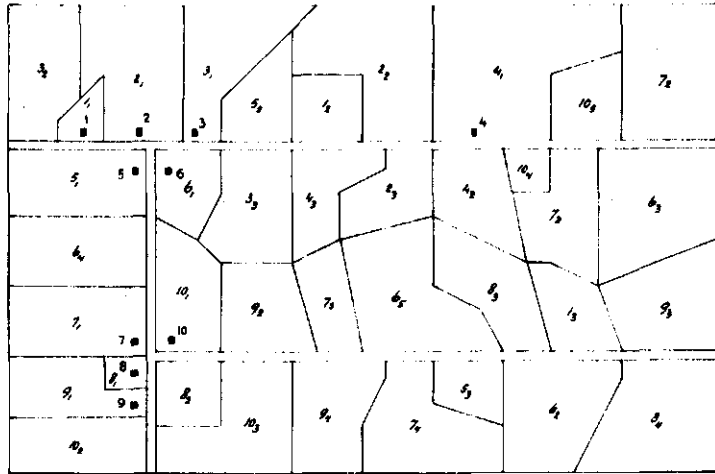


Fig. 2. Vakindeling

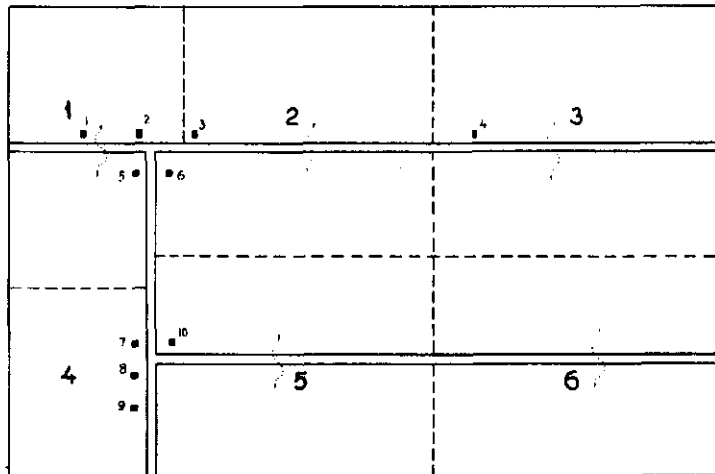
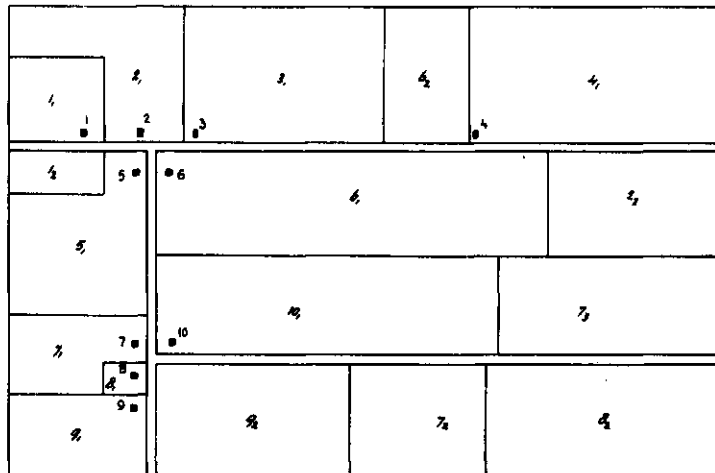


Fig. 3. Toedelingsplan



- ³ bedrijfsgebouw van bedrijf 3
- 6₂ 2e kavel van bedrijf 6
- vakgrens
- 3 vaknummer

Tabel 1. Verkavelingskenmerken van het model

	Bestaande toestand	Toedelings- plan
Aantal kavels	38	17
Aantal kavels per bedrijf	3,8	1,7
Gem. kaveloppervlakte in ha	3,8	8,4
Aantal bedrijfskavels	33	13
Aantal bedrijfskavels per bedrijf	3,3	1,3
Gem. bedrijfskaveloppervlakte in ha	4,3	11,0
Perc.v.d. totale oppervlakte ingenomen door huiskavels	26,5	62,8
Perc.v.d. totale oppervlakte ingenomen door huisbedrijfskavels	30,1	74,7
Gemiddelde kavelafstand in m	540	280

Opvallend is de vermindering van de gemiddelde kavelafstand met 48 % en de grote toename van de oppervlakte die wordt ingenomen door huiskavels en huisbedrijfskavels.

4. VERGELIJKING MET EERDER ONTWIKKELDE METHODEN

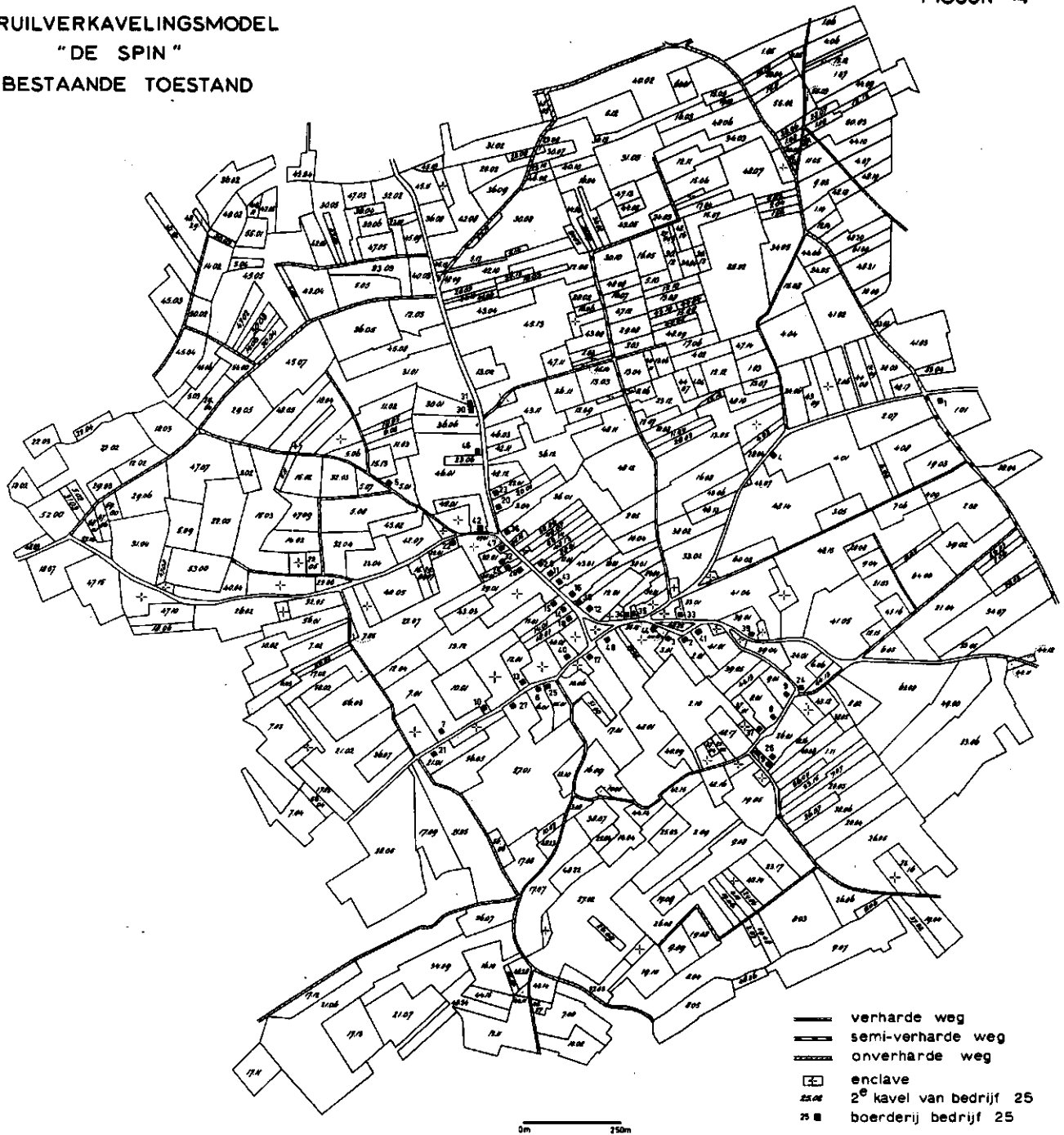
In nota 638 (KIK en VISSER, 1971) is een vergelijking beschreven tussen twee methoden voor het samenstellen van een toedelingsplan. De vergelijking is gemaakt door beide methoden toe te passen op een model dat is gebaseerd op het dorpsbehoren Banholt in de ruilverkaveling Mergelland. Voor een verdere beschrijving van het model kan worden verwezen naar nota 638.

Door de nieuw ontwikkelde methode onder dezelfde condities eveneens op dit model toe te passen bestond de mogelijkheid de resultaten van de drie methoden met elkaar te vergelijken. De reeds eerder samengestelde plannen zijn plan 1 en plan 2 genoemd. Het nieuw te maken toedelingsplan zal daarom als plan 3 worden aangeduid.

De bestaande toestand van het model is in fig. 4 weergegeven.

FIGUUR 4

RUILVERKAVELINGSMODEL
"DE SPIN"
BESTAANDE TOESTAND



Voor het toepassen van de methode is het gebied in 20 vakken verdeeld. Voordat de toedelingsberekening heeft plaatsgevonden zijn de huiskaveloppervlakten in mindering gebracht op de oppervlakten van de vakken waarin de betreffende bedrijfsgebouwen zijn gelegen. Na de berekening zijn de huiskaveloppervlakten weer aan de vakken toegevoegd.

De berekening is uitgevoerd met een bestaand computerprogramma van het Mathematisch Centrum te Amsterdam.

Aan de hand van de door de computer berekende resultaten is het toedelingsplan getekend. Om een betere indeling te verkrijgen zijn, waar nodig, de vakgrenzen enigszins aangepast en enkele kavels van vak geruild. Een afbeelding van dit plan 3 is gegeven in fig. 5.

De vergelijking tussen de plannen 1 en 2 is gemaakt op de punten kavelafstandsverkortung en kavelconcentratie. De vergelijking van plan 3 met de beide andere plannen zal op dezelfde punten plaatsvinden.

In tabel 2 zijn de gemiddelde kavelafstanden aangegeven voor de bestaande toestand en de drie plannen. De gegeven cijfers voor de bestaande toestand en de plannen 1 en 2 zijn overgenomen uit nota 638.

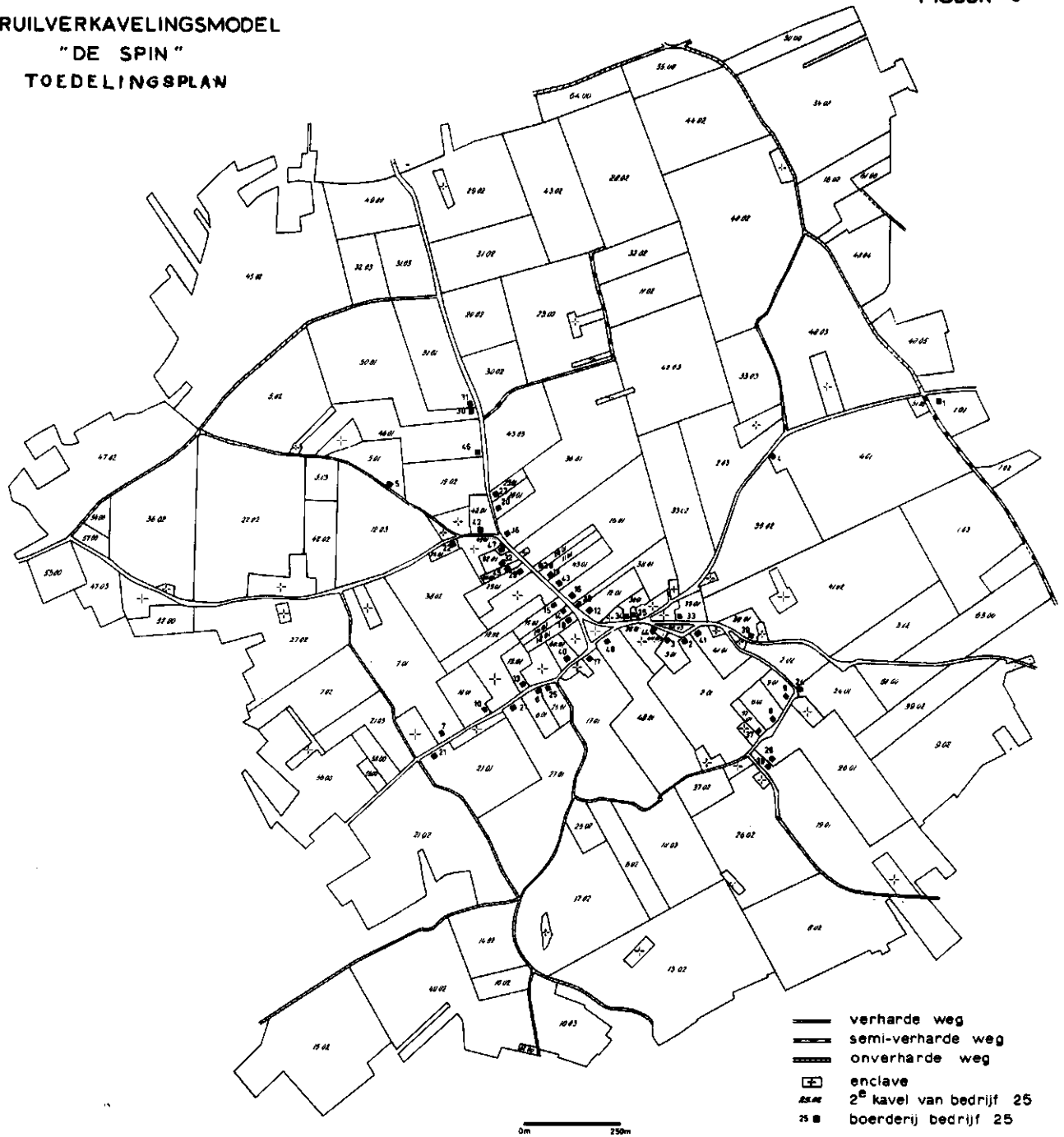
Tabel 2. Gemiddelde kavelafstand in m

Soort verharding	Bestaande toestand	Plan 1	Plan 2	Plan 3
Verharde weg	510	330	340	320
Semi-verharde weg	150	130	130	140
Onverharde weg	140	110	140	110
Overpad	10	-	-	-
Kavel	110	150	130	160
Totaal	920	720	740	730
Schijnbare afstand	1375	1195	1205	1230

De gebruikte wegkwaliteitscoëfficiënten voor het berekenen van de schijnbare afstand zijn: verharde weg = 1; semi-verharde weg = 1,5; onverharde weg = 2; overpad = 3 en over de kavel = 3.

FIGUUR 5

RUILVERKAVELINGSMODEL
"DE SPIN"
TOEDELINGSPLAN



Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde kavelafstand voor alle plannen ongeveer gelijk is. Dit was ook te verwachten omdat bij alle methoden een optimaliseringstechniek is toegepast voor het verkrijgen van een minimale gemiddelde kavelafstand.

De bij de diverse plannen verkregen kavelaantallen en -oppervlakten zijn weergegeven in tabel 3. Ook hier zijn de gegevens van de bestaande toestand en de plannen 1 en 2 overgenomen uit nota 638

Tabel 3. Kavelaantal en kaveloppervlakte

	Bestaande toestand	Plan 1	Plan 2	Plan 3
Aantal kavels	476	127	180	125
Aantal kavels per bedrijf	7,4	2,0	2,8	2,0
Gem. kaveloppervl. in ha	0,9	3,4	2,4	3,4
Aantal bedrijfskavels	440	112	157	110
Aantal bedrijfskavels per bedrijf	6,9	1,8	2,5	1,7
Gem. bedrijfskaveloppervl. in ha	1,0	3,8	2,7	3,9
Perc. v.d. totale oppervl. ingenomen door huiskavels	11,6	24,2	20,2	24,2
Perc. v.d. totale oppervl. ingenomen door huisbedr. kavels	16,6	29,2	25,4	31,3

Uit de tabel blijkt dat de met de nieuwe methode bereikte kavelconcentratie praktisch gelijk is aan die van plan 1. De versnippering die bij de berekening van plan 2 met de Simplexmethode optreedt blijkt bij de nieuwe methode dus niet voor te komen.

Evenals in nota 638 voor de plannen 1 en 2 is voor plan 3 een verbeteringsfactor per bedrijf berekend met behulp van de formule

$$V = \frac{\bar{s}_0 + 2v_{k0}}{\bar{s}_1 + 2v_{k1}}$$

waarin:

V = verbeteringsfactor

\bar{s}_0 = gemiddelde schijnbare kavelafstand in bestaande toestand in hm

\bar{s}_1 = gemiddelde schijnbare kwelafstand in nieuwe toestand in hm

v_{k0} = aantal kavels in bestaande toestand

v_{k1} = aantal kavels in nieuwe toestand

Een verbeteringsfactor 1 geeft een evenwicht aan tussen de bestaande en nieuwe toestand. Is de verbeteringsfactor kleiner dan 1 dan is een verslechtering opgetreden, een factor groter dan 1 duidt op een verbetering in de nieuwe toestand ten opzichte van de bestaande toestand.

Een overzicht van het percentage van het aantal bedrijven dat in bepaalde klassen van verbeteringsfactoren valt is gegeven in fig. 6.

De gemiddelde verbeteringsfactor voor de 48 binnen het blok gevestigde bedrijven bedraagt 2,2 voor plan 3. Dit getal is gelijk aan dat voor plan 1. Uit fig. 6 blijkt echter dat bij plan 3 minder hoge verbeteringsfactoren voorkomen. Blijkbaar wordt door de hier gevolgde methode de verbetering gelijkmatiger over de bedrijven verdeeld.

Resumerend kan worden gesteld dat de met de nieuw ontwikkelde methode verkregen resultaten ongeveer gelijk zijn aan die van plan 1, terwijl de bewerkelijkheid aanzienlijk geringer is. De met de methode voor plan 2 verkregen resultaten blijven, vooral op het punt kavelconcentratie, teveel achter op die welke met de beide andere methoden zijn verkregen.

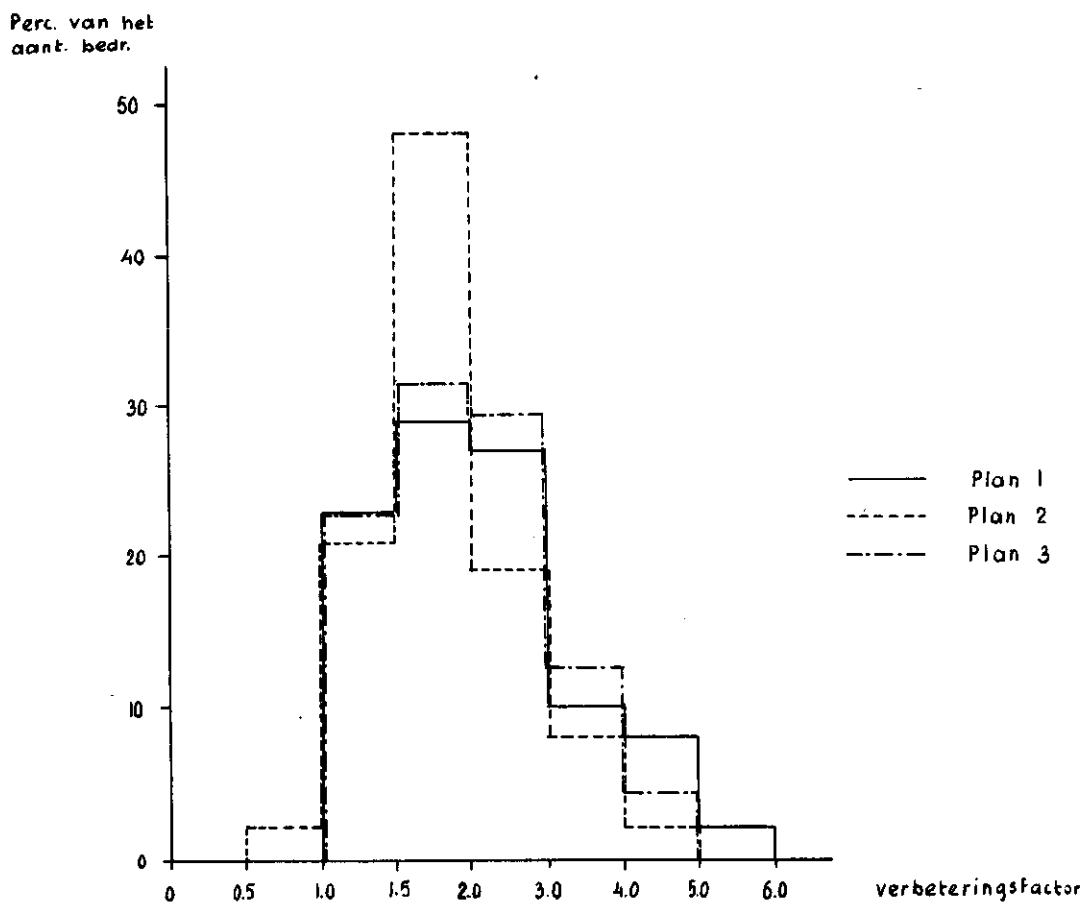
Uit de getrokken vergelijking blijkt dat de nieuwe methode valt te prefereren. Voor een vlotte toepassing van deze methode is het echter wel nodig dat een computerprogramma wordt geschreven waarbij de gehele procedure, uitgezonderd de vakindeling en het tekenen van het plan, automatisch kan worden verricht.

5. SAMENVATTING

Voor het samenstellen van een voorlopig toedelingsplan is een nieuwe methode ontwikkeld. De methode is gebaseerd op het minimaliseren van de gemiddelde kavelafstand waarvoor als optimaliseringstech-

VERBETERINGSFACTOR PER BEDRIJF

FIG. 6



niek van het Stepping Stone algoritme is gebruik gemaakt. Bij toepassing van dit algoritme is tevens vooraf het aantal kavels bekend dat door de computer zal worden toegeedeeld. Na het verdelen van het ruilverkavelingsblok in vakken berekent de computer welk bedrijf in welke vakken kavels krijgt toegeedeeld.

De methode is getest op een klein ruilverkavelingsmodel, waarbij bleek dat de bij de berekening te gebruiken kostenfactor moet bestaan uit de afstand van het bedrijfsgebouw tot het vak, vermeerderd met een gewicht dat wordt verkregen uit de wortel van de verhouding tussen de gemiddelde kavelafstand van het bedrijf met de afstand tot het vak.

De resultaten die met de methode te behalen zijn, zijn vergeleken met die van twee reeds bestaande methoden. Deze beide methoden waren reeds eerder toegepast op een ruilverkavelingsmodel dat is gebaseerd op het dorpsbehoren Banholt in de ruilverkaveling Mergelland. Op dit model is de nieuw ontwikkelde methode eveneens toegepast waarbij vergelijking van de resultaten mogelijk was op de punten kavelafstandsverkorting en kavelconcentratie. Hierbij bleek dat de resultaten die met de nieuwe methode zijn verkregen gunstig waren.

De methode is in eerste instantie zo eenvoudig mogelijk opgezet. Om een grote mate van automatisering te bewerkstelligen zal een computerprogramma moeten worden geschreven. Bovendien zullen dan detailkwesties zoals onder andere gebruiksmogelijkheden van de grond en toedelen volgens oppervlakte of waarde moeten worden ingebouwd.

6. LITERATUUR

GASS, S.I., 1969. Linear programming 3e ed. Mc.Graw-Hill Book Company, New York

KIK, R., 1969. Een methode voor het vervaardigen van een voorlopig toedelingsplan. Nota ICW 508.

— en A.C. VISSER, 1971. Vergelijking van twee methoden voor het samenstellen van een plan van toedeling. Nota ICW 638.

VISSER, A.C., 1971. Een computerprogramma voor het berekenen van de toedeling bij ruilverkavelingen. Nota ICW 637.

— 1973. Het digitaliseren van kaarten en het verwerken van hiermee verkregen gegevens. Nota ICW 730.