

NN31545.0658

658

maart 1972

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

**BIBLIOTHEEK DE HAAFF**

Droevendaalsesteeg 3a  
Postbus 241  
6700 AE Wageningen

**HET TOETSEN VAN EEN WEGENPLAN**

R. Kik

---

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

---



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0672 8279

1788858



## INHOUD

	blz.
INLEIDING	1
BESCHRIJVING METHODE	2
BENODIGDE GEGEVENS EN VOORBEREIDEND WERK	4
BEREKENING EN UITKOMSTEN	4
AFWEGING ALTERNATIEVE PLANNEN	5
Baten verkorting gemiddelde kavelafstand	6
Aanlegkosten wegen	7
Onderhoudskosten wegen	7
Rendementsberekening	8
TOEPASSING OP EEN MODEL	9
Gegevens van het model	9
Berekening en uitkomsten	10
Verwerking uitkomsten	11
Gebruik transportintensiteitskaart	12
Afweging plannen	13
SAMENVATTING	14
LITERATUUR	15
BIJLAGEN 1 en 2	

1891

1891

RECORD OF THE

COMMISSIONERS OF THE LAND OFFICE

IN THE YEAR 1891

ALBANY, N. Y.,

1892

W. H. BROWN,

PRINTER.

ALBANY, N. Y.,

1892

W. H. BROWN,

PRINTER.

ALBANY, N. Y.,

1892

W. H. BROWN,

PRINTER.

## INLEIDING

Het ontwerpen van een nieuw wegennet in een bepaald gebied (bijvoorbeeld een ruilverkaveling) gebeurt over het algemeen door, rekening houdend met bepaalde factoren zoals topografie van het terrein, gewenste kaveldiepte, te ontsluiten gebouwen e. d., met de hand op een kaart de tracé's van de nieuwe wegen in te tekenen. Op het oog lijkt zo'n wegennet wel aan de eisen te voldoen, maar men heeft geen enkele zekerheid dat het gekozen wegennet ook het beste is wat kan worden bereikt.

Wil men trachten een zo goed mogelijk wegennet te ontwerpen, dan is het aannemelijk gebruik te maken van de mogelijkheden die een computer biedt. In principe zijn daarbij twee methoden denkbaar:

- . de computer ontwerpt zelf het meest efficiënte wegennet;
- . de computer toetst het wegennet dat wordt ingevoerd.

De eerste mogelijkheid is de meest interessante. Er zijn ook wel pogingen ondernomen om zover te komen, maar tot nu toe zonder bevredigend resultaat. Daarom lijkt het zinvol in eerste instantie de aandacht te concentreren op de tweede mogelijkheid.

Met de grafiekenmethode (VAN GELDEREN, 1966) is het mogelijk het wegennet te toetsen via de met deze methode te berekenen minimale gemiddelde kavelafstand en het visuele beeld van de transportstromen. Alleen voor dit doel toegepast is de grafiekenmethode echter te bewerkelijk, zeker indien men meerdere alternatieve wegenplannen wil toetsen. Daarom is een nieuwe methode ontwikkeld waarmee op eenvoudiger wijze eveneens de minimale gemiddelde kavelafstand en de transportstromen kunnen worden bepaald. Voor het minimaliseren van het transport wordt gebruik gemaakt van één van de technieken van de operationele research, in dit geval een variant van het Stepping Stone algoritme; het transshipment probleem.

Deze methode maakt het mogelijk op snelle wijze meerdere alternatieve wegenplannen door te rekenen. Afweging van de verschillen

tussen de diverse plannen in minimale gemiddelde kavelafstand tegen de verschillen in aanleg- en onderhoudskosten van de wegen, wijst het gunstigste alternatieve plan aan.

In het volgende wordt, na een beschrijving van de methode, de toepassing op een klein model gegeven.

## BESCHRIJVING METHODE

Het vaststellen van een goed wegenplan kan worden gedaan door enige alternatieve wegenplannen op te stellen en daarna met behulp van een computer deze plannen te toetsen. Het gunstigste alternatief zal de voorkeur verdienen.

Toetsing van de plannen kan geschieden door gebruik te maken van de minimale gemiddelde kavelafstand die bij maximale uitruil wordt bereikt en de daarbij behorende transportintensiteitskaart. Deze kaart geeft door middel van langs de wegen aangebrachte transportstromen een beeld van het landbouwverkeer zoals dit zich bij maximale uitruil zal voordoen. De dikte van de transportstroom langs een bepaald weggedeelte is evenredig met het aantal ha ter exploitatie waarvan dat weggedeelte moet worden gepasseerd. Uit het visuele beeld van de transportstromen valt af te leiden waar eventueel te veel of te weinig wegen voorkomen en waar kennelijk wegen op een verkeerde plaats zijn gepland.

De grafiekenmethode biedt de mogelijkheid de minimale gemiddelde kavelafstand en de transportintensiteitskaart te verkrijgen. Alleen voor dit doel toegepast is de methode echter te bewerkelijk. Bovendien moeten in de gegevens veel wijzigingen worden aangebracht om een volgend alternatief plan voor computerverwerking geschikt te maken.

Aangezien het bepalen van de minimale gemiddelde kavelafstand in feite het optimaliseren van een transportprobleem is, kan deze afstand ook verkregen worden door toepassing van één van de technieken van de operationele research. Gekozen is voor het transshipment probleem; een variant van het Stepping Stone algoritme.

Toepassing van deze techniek maakt het noodzakelijk de vraag naar en het aanbod van grond in bepaalde punten te concentreren. Het totale transport tussen deze punten wordt dan geminimaliseerd.

In fig. 1 is aangegeven op welke wijze de concentratie van vraag en aanbod in punten plaatsvindt. Over het te onderzoeken gebied wordt een ruitennet gelegd met zijden van 250 à 500 m. De lengte van de zijden is afhankelijk van de topografie. Bij een dicht wegennet en veel bebouwing zal een dicht ruitennet de voorkeur verdienen. Is het wegennet ruim en komt niet veel bebouwing voor, dan zijn langere zijden voldoende. In één gebied kan eventueel met verschillende zijdelengtes worden gewerkt. In dat geval is het echter wel noodzakelijk eerst de berekening voor het gehele gebied met de grootste zijdelengtes uit te voeren, waarna voor de gewenste deelgebieden een nieuwe berekening met kortere zijdelengtes wordt uitgevoerd. Per ruitpunt wordt het verschil bepaald tussen het aanbod van grond in het gebied dat door het ruitpunt gerepresenteerd wordt en de vraag naar grond van de in hetzelfde gebied gelegen boerderijen. Als voorbeeld is in fig. 1 aangegeven dat ruitpunt A representatief wordt geacht voor het vierkant abcd. Het te toetsen wegennet wordt geschematiseerd naar de zijden en diagonalen van het ruitennet. De in fig. 1 aangegeven weg PQ bijvoorbeeld, wordt vervangen door het traject P'Q'.

Alle zijden en diagonalen worden voorzien van een wegkwaliteitscoëfficiënt K, welke afhankelijk is van het wel of niet samenvallen van deze lijnen met een weg en de soort van de weg. In principe wordt als waarde voor de wegkwaliteitscoëfficiënten aangehouden: verharde weg  $K = 1$ , semi-verharde weg  $K = 1,5$ , onverharde weg  $K = 3$  en over land  $K = 3$ . Afhankelijk van de omstandigheden kunnen deze waarden per gebied enigszins variëren. De wegkwaliteitscoëfficiënt kan tevens worden benut voor het afsluiten van trajecten over land voor alle verkeer. Het is denkbaar dat in het terrein hindernissen voorkomen, zoals kanalen, niet-overschrijdbare wegen of spoorwegen, of dat om een andere reden bepaalde trajecten niet bereden kunnen worden. Door de betreffende zijden of diagonalen van het ruitennet een hoge wegkwaliteitscoëfficiënt te geven wordt het transport gedwongen een andere route te kiezen.

Bekend is nu naar welke punten transport moet plaatsvinden en van welke punten dit transport afkomstig is. Door de lengtes van de zijden en de diagonalen van het ruitennet te vermenigvuldigen met de bijbehorende wegkwaliteitscoëfficiënten is tevens de schijnbare afstand

tussen alle direct verbonden ruitpunten bekend. Een berekening met de computer volgens het reeds aangegeven algoritme geeft het minimale transport.

Het is nu bijzonder eenvoudig alternatieve wegenplannen door te rekenen. Hiervoor behoeven alleen de wegkwaliteitscoëfficiënten van de wegen die ten opzichte van het eerste plan worden verwijderd of toegevoegd te worden gewijzigd, waarna opnieuw de computerberekening kan worden uitgevoerd.

## BENODIGDE GEGEVENS EN VOORBEREIDEND WERK

In eerste instantie moeten enige gegevens worden verzameld.

Deze zijn:

- a. een kaart van het gebied waarop de plaats van alle bedrijfsgebouwen staat aangegeven;
- b. de oppervlakte grond die aan elk bedrijf moet worden toegedeeld. Deze oppervlakte wordt op de onder a. genoemde kaart bij de betreffende bedrijfsgebouwen vermeld;
- c. de alternatieve wegenplannen welke moeten worden getoetst.

Op de kaart van het gebied kan nu het ruitennet worden aangebracht. Per ruitpunt wordt, voor het gebied dat door het punt wordt gerepresenteerd, bepaald hoeveel grond aanwezig is en de oppervlakte die moet worden toegedeeld aan de in dit gebied gelegen bedrijven. Het verschil tussen het aanbod van en de vraag naar grond wordt bij het ruitpunt genoteerd.

Vervolgens worden de wegen van de alternatieve wegenplannen naar de zijden en diagonalen van het ruitennet geschematiseerd, waarna de diverse wegkwaliteitscoëfficiënten kunnen worden aangegeven.

## BEREKENING EN UITKOMSTEN

De berekening wordt door een computer uitgevoerd. Het daarvoor benodigde programma is samengesteld door het Mathematisch Centrum te Amsterdam.

De input voor de computer bestaat uit een drietal onderdelen. In



het eerste onderdeel worden opgegeven: het nummer van het object, het aantal rijen en het aantal kolommen van het ruitennet en de lengte van de diagonalen en zijden. De op te geven lengte is de juiste lengte vermenigvuldigd met de meest voorkomende wegkwaliteitscoëfficiënt. De lengte wordt op deze manier opgegeven om een rekenvoordeel te verkrijgen.

Het tweede onderdeel geeft een omschrijving van de zijden en diagonalen van het ruitennet met een wegkwaliteitscoëfficiënt die afwijkt van degene die bij het eerste onderdeel is gebruikt. Aangezien de wegkwaliteitscoëfficiënt van de routes over land het meeste zal voorkomen, wordt hier dus een opgave gedaan van het geschematiseerde wegenplan. Een uitzondering vormen de wegen waarvan de wegkwaliteitscoëfficiënt gelijk is aan die welke voor over land rijden wordt gehanteerd. Deze wegen worden niet apart opgegeven.

Tenslotte wordt in het derde onderdeel voor elk ruitpunt opgave gedaan van het verschil in aanbod van en vraag naar grond. Bij het berekenen van alternatieve wegenplannen kan worden volstaan met het aanpassen van de gegevens van het tweede onderdeel. Wijziging van de wegkwaliteitscoëfficiënten die ten opzichte van het eerste plan veranderen, is voldoende.

Na berekening levert de computer een tabel waarop voor iedere zijde en diagonaal van het ruitennet het aantal ha staat aangegeven ter exploitatie waarvan de zijde of diagonaal moet worden gepasseerd. Ook de richting van het transport wordt hierbij vermeld.

Tot slot wordt de schijnbare gemiddelde kavelafstand opgegeven. Deze afstand wordt verkregen door de gemiddelde kavelafstand per soort verharding met de wegkwaliteitscoëfficiënt te vermenigvuldigen.

## AFWEGING ALTERNATIEVE PLANNEN

Voor het bepalen van het gunstigste alternatieve plan zullen de baten en kosten van de diverse plannen tegen elkaar moeten worden afgewogen. In dit verband is het niet interessant de absolute baten en kosten te bepalen. Na rangschikking van de plannen volgens toenemende duurte, kan van de opeenvolgende plannen het schijfrendement worden bepaald uit de verschillen in kosten en de baten.

De baten en kosten waarvan gebruik kan worden gemaakt zijn:

- baten verkorting gemiddelde kavelafstand;
- baten wegaanleg;
- aanlegkosten van de wegen;
- onderhoudskosten van de wegen.

Van de baten van wegaanleg kan worden aangenomen dat ze per plan ongeveer hetzelfde zullen zijn. Uitgangspunt van ieder wegenplan is immers een volledige ontsluiting van alle gronden in het gebied te realiseren. Bij het afwegen van de plannen zullen deze baten daarom buiten beschouwing blijven.

Voor de onderhoudskosten van de bestaande wegen geldt eveneens dat ze per plan gelijk zullen zijn, zodat ook deze kosten niet in beschouwing worden genomen.

#### Baten verkorting gemiddelde kavelafstand

Uit resultaten die bij diverse onderzoeken zijn verkregen heeft VAN GELDEREN (1968) bij wijze van samenvatting enkele richtbedragen gegeven die kunnen worden gebruikt bij de waardering van kavelafstandverkorting. De bedragen die worden genoemd zijn echter gebaseerd op de loonsituatie in 1967, zodat, gezien het huidige prijspeil, een verhoging van deze bedragen met ongeveer 50% noodzakelijk is. Tabel 1 geeft een overzicht van de baten van afstandsverkorting voor de verschillende bedrijfstypen.

Tabel 1. Baten van afstandsverkorting per ha per jaar

Bedrijfstype	Baten van 100 m afstandsverkorting, omgerekend in m over verharde weg, in guldens
Akkerbouwbedrijf	1,5 - 4,5
Weidebedrijf	3,5 - 7,5
Gemengd bedrijf	3,5 - 7,5

De in de tabel genoemde lage waarden gelden voor kleine, weinig gemechaniseerde bedrijven met een ruime arbeidsvoorziening. De

hoge waarden gelden voor bedrijven met een krappe arbeidsvoorziening en met de mogelijkheid tot een sterke opvoering van de productie en/of afstoting van loonwerk.

#### Aanlegkosten wegen

De aanlegkosten van wegen zijn afhankelijk van de grondsoort waarop de weg wordt aangelegd en van de afmetingen van de weg.

Er mag aangenomen worden dat de wegen die bij de verschillende wegenplannen variabel kunnen worden gesteld, praktisch alleen voor landbouwverkeer zullen worden gebruikt. Dit betekent dat alleen met het in de Plattelandswegen-nota aangegeven wegtype 3 rekening moet worden gehouden. Het normaalprofiel van dit wegtype geeft een verhardingsbreedte van 3,5 m en een kruinbreedte van 9 à 10 m aan.

Volgens opgave van de afdeling Wegen van de Cultuurtechnische Dienst bedragen de gemiddelde aanlegkosten van wegtype 3 per meter op:

zand	f 110,-
klei	f 165,-
veen	f 200,-

#### Onderhoudskosten wegen

Evenals de aanlegkosten zijn ook de onderhoudskosten van wegen afhankelijk van de draagkracht van de ondergrond en de afmetingen van de weg.

Met de resultaten van een onderzoek van DE WAARD (1971) naar de onderhoudskosten van plattelandswegen is het mogelijk de gemiddelde jaarlijkse onderhoudskosten van een landbouwweg met een verhardingsbreedte van 3,5 m goed te benaderen.

In tabel 2 is een overzicht van deze kosten gegeven, onderverdeeld naar soort onderhoud en soort ondergrond.

Tabel 2. Onderhoudskosten van een landbouwweg met 3,5 m verhardingsbreedte

Soorten onderhoud	Onderhoudskosten in gld per 100 m per jaar bij een ondergrond van:		
	zand	klei	veen
<b>A. verharding</b>			
slijtlagen	58	58	58
reparaties: koudasfalt	4	1	47
gietasfalt	1	5	5
diversen	p. m.	p. m.	p. m.
<b>B. bermen</b>			
repareren randen	4	6	8
maaien	18	18	27
diversen	p. m.	p. m.	p. m.
<b>C. sloten</b>			
reinigen	40	40	40
<b>Totaal</b>	<b>125</b>	<b>140</b>	<b>190</b>

### Rendementsberekening

Over het algemeen zal het alternatieve plan met de kortste weglengte de laagste aanlegkosten vergen. Dit betekent echter niet dat dit ook het gunstigste plan is. De mogelijkheid bestaat dat de hogere investeringen in een ander plan goed rendabel zijn. Voor het afwegen van de plannen is het dus wenselijk het rendement van de investerschijven te berekenen (schijfrendement).

Het schijfrendement wordt bepaald als verhouding tussen de toename van de jaarlijkse baten van verkorting van de gemiddelde kavelafstand, verminderd met de toename van de jaarlijkse onderhoudskosten, en de toename van de aanlegkosten van de wegen. In formulevorm wordt dit:

$$E = \frac{\Delta B_s - \Delta C_o}{\Delta C_A}$$

Hierin is:

$E$  = schijfrendement

$\Delta B_s$  = toename jaarlijkse baten afstandsverkorting

$\Delta C_o$  = toename jaarlijkse onderhoudskosten

$\Delta C_A$  = toename aanlegkosten

De beoordeling van de plannen geschiedt door ze volgens toenemende duurte te rangschikken, waarna de schijfrendementen tussen de opeenvolgende plannen worden bepaald.

Algemeen wordt aanvaard dat de kosten op jaarbasis, inclusief afschrijvingen, ergens in de orde van 5 à 10% liggen (LOCHT, 1964). Aangezien het optimum van een investering wordt bereikt indien de marginale opbrengsten gelijk zijn aan de marginale kosten, kan worden gesteld dat:

- a. plannen met schijfrendementen kleiner dan 5% als overinvestering worden verworpen;
- b. plannen waaraan een plan kan worden toegevoegd met een schijfrendement dat eventueel kleiner is, maar toch nog groter dan 10%, op grond van onderinvestering worden afgewezen;
- c. plannen met schijfrendementen tussen 5 en 10% een discussie over wel of niet uitvoeren mogelijk maken.

#### TOEPASSING OP EEN MODEL

De toepasbaarheid van de hiervoor beschreven methode is op een klein model getest. Speciaal is van een klein en eenvoudig model gebruik gemaakt, om de mogelijkheid te hebben gemakkelijk de juistheid van de uitkomsten van de computerberekening te kunnen controleren.

Voor het model zijn een drietal alternatieve wegenplannen opgesteld. Aangezien de plannen alleen bedoeld zijn voor het testen van de methode, is er niet naar gestreefd de plannen zo gunstig mogelijk te maken. Wel is er op gelet dat alle plannen een volledige ontsluiting van de gronden bewerkstelligen.

#### Gegevens van het model

Het model heeft een eenvoudige rechthoekige vorm, met een opper-

vlakke van 352 ha. Er is verondersteld dat de grond in gebruik is bij 20 binnen het gebied gelegen bedrijven. Deze 20 bedrijven zijn in drie groepen langs twee bestaande verharde wegen gesitueerd. Met de twee bestaande wegen worden de gronden niet volledig ontsloten, zodat meer wegen moeten worden aangelegd.

Fig. 2 geeft drie afbeeldingen van het model waarbij telkens een ander wegenplan is aangegeven. De aan te leggen weglengte is voor de plannen 1, 2 en 3 respectievelijk 3060 m, 5390 m en 2760 m. In de figuur is tevens het gebruikte ruitennet weergegeven. Als lengte van de zijden van dit net is 250 m gekozen.

Van elk plan zijn de wegen geschematiseerd naar het ruitennet. De wegkwaliteitscoëfficiënt van de daarbij betrokken zijden is gesteld op 1. Voor de resterende zijden en diagonalen is als wegkwaliteitscoëfficiënt 3 aangehouden.

Per ruitpunt is bepaald hoeveel grond kan worden toegedeeld en hoeveel grond aan de boerderijen moet worden toegedeeld die binnen het gebied zijn gelegen waarvoor het ruitpunt representatief wordt geacht.

### Berekening en uitkomsten

De verzamelde gegevens worden op een ponsdocument vermeld, waarna de berekening van de minimale gemiddelde kavelafstand door een computer geschiedt. In bijlage 1 is het ponsdocument voor plan 1 weergegeven. Na vermelding van het projectnummer (81) wordt het aantal rijen (6) en kolommen (9) van het ruitennet aangegeven en de lengte van een diagonaal en een zijde. De opgegeven lengtes zijn de juiste lengtes vermenigvuldigd met de meest voorkomende wegkwaliteitscoëfficiënt; in dit geval 3.

Vervolgens wordt het geschematiseerde wegennet aangegeven. Van elke weg wordt vermeld: beginpunt, eindpunt, een afgeleide wegkwaliteitscoëfficiënt, eventueel knikpunt(en) en nogmaals eindpunt. De afgeleide wegkwaliteitscoëfficiënt is het getal waardoor de meest voorkomende wegkwaliteitscoëfficiënt moet worden gedeeld om de werkelijke wegkwaliteitscoëfficiënt van de betreffende weg te verkrijgen.

Per weg mag slechts één wegkwaliteit voorkomen.

De opgave van de wegen wordt afgesloten door het getal -1.

Tenslotte wordt per ruitpunt het verschil van aanbod van en vraag naar grond aangegeven in tiende ha. De opgave gebeurt per rij, voorafgegaan door het nummer van de kolom waarin het eerste getal voorkomt en het aantal kolommen dat wordt gebruikt. Daar in dit voorbeeld het volledige ruitennet is benut, zijn voor elke rij de getallen 1 en 9 geplaatst. De opgave van de oppervlakten wordt afgesloten door het getal 1.

De berekeningsuitkomsten levert de computer op een lijst waarop per zijde of diagonaal van het ruitennet het aantal ha staat aangegeven ter exploitatie waarvan de betreffende zijde of diagonaal moet worden gepasseerd. Ook de richting van dit transport wordt aangegeven. Aan het eind van de lijst staat de som vermeld van de producten van de schijnbare lengte van de zijden of diagonalen en de bijbehorende oppervlakten. Met schijnbare lengte wordt bedoeld de werkelijke lengte vermenigvuldigd met de wegkwaliteitscoëfficiënt.

Deling van de gegeven som door de blokkoppervlakte geeft de minimale schijnbare gemiddelde kavelafstand die met het gebruikte wegennet kan worden bereikt. Deze afstanden zijn voor de plannen 1, 2 en 3 respectievelijk 1048 m, 801 m en 942 m.

Een gedeelte van de output van plan 1 is in bijlage 2 weergegeven. Enige toelichting behoeft het halverwege de lijst extra aangegeven ruitpunt [2.6]. Dit betekent dat zowel van punt [2.4] als van punt [2.6] transport plaatsvindt naar punt [2.5]. De opgegeven oppervlakten zijn uitgedrukt in tiende ha.

#### Verwerking uitkomsten

Met de uitkomsten van de berekening van de minimale gemiddelde kavelafstand is het mogelijk een transportintensiteitskaart samen te stellen. Op deze kaart staan langs elke zijde of diagonaal van het ruitennet de richting en de intensiteit aangegeven van het interne bedrijfsverkeer, zoals dit zich zal ontwikkelen nadat optimale uitruil is toegepast.

Als richting van het interne bedrijfsverkeer wordt uitgegaan van de richting van het verkeer van de boerderijen naar de kavels. Op de kaart staat deze richting met pijlen aangegeven.

De intensiteit van het interne bedrijfsverkeer wordt op de kaart

aangeduid door banden langs het ruitennet waarvan de breedte evenredig is met de oppervlakte landbouwgrond die via een bepaalde zijde of diagonaal wordt bereikt.

Een beeld van de transportintensiteitskaart van plan 1 is in fig. 3 weergegeven. Een op deze manier getekende kaart heeft voor een groter gebied als nadeel dat de duidelijkheid te wensen overlaat door het grote aantal lijnen dat er op voorkomt. In feite vindt het transport ook niet plaats langs de lijnen van het ruitennet maar langs de wegen en over land. Daarom zijn de transportstromen teruggebracht naar de wegen waar zij bijhoren.

De op deze manier gepresenteerde transportstromen zijn voor de drie plannen in fig. 4 weergegeven. De over land voerende transportstromen zijn nu weggelaten. In plaats daarvan is uit deze transportstromen bepaald waar de achterkanten van de kavels zouden moeten komen en door welke wegen de gronden worden ontsloten. Hiermee wordt een nuttige aanwijzing verkregen bij het opstellen van het toedingsplan.

#### Gebruik transportintensiteitskaart

De transportintensiteitskaarten bieden de mogelijkheid de diverse opgestelde plannen visueel te toetsen. Uit de transportstromen valt op te maken in hoeverre de landbouwgronden langs de kortste route kunnen worden bereikt. Daarnaast geven de kavelachterkanten aan met welke kaveldiepte bij het betreffende wegennet rekening moet worden gehouden.

Bij plan 1 (fig. 4) blijkt bijvoorbeeld dat de geprojecteerde verticale verbindingsweg niet op de goede plaats ligt. Het landbouwverkeer wordt gedwongen om te rijden, zelfs zo sterk dat het linker gedeelte van de horizontaal geprojecteerde weg helemaal niet meer voor ontsluiting wordt gebruikt. Voor de links onder gelegen gronden blijkt de route over land aantrekkelijker te zijn. Dit heeft echter tot gevolg dat de kaveldiepte wel erg groot wordt. Hieruit blijkt duidelijk dat de van boven naar beneden lopende weg meer naar links geprojecteerd had moeten worden.

In een dergelijk geval kan het wenselijk zijn zo'n wijziging aan te brengen voordat met de economische afweging van de plannen wordt



begonnen. Hiermee wordt voorkomen dat het plan onnodig een te ongunstige beoordeling krijgt.

#### Afweging plannen

Zoals in de paragraaf 'Afweging alternatieve plannen' is aangegeven moeten voor het afwegen van de plannen deze naar toenemende duurte worden gerangschikt. Na bepaling tussen de opeenvolgende plannen van de verschillen in aanleg- en onderhoudskosten en de baten voor afstandsverkorting, kunnen de schijfrendementen worden berekend.

Voor deze berekeningen is verondersteld dat het model in een zandgebied ligt, waar gemengde bedrijven voorkomen met een gemiddelde grootte van 15 à 20 ha. Dit houdt in dat kan worden aangehouden voor:

- aanlegkosten wegen : f 110,- per m
- onderhoudskosten wegen : f 125,- per 100 m/jaar
- baten afstandsverkorting : f 5,- per 100 m/ha. jaar

Een overzicht van de berekening van de schijfrendementen is gegeven in tabel 3. De plannen zijn in deze tabel gerangschikt naar toenemende grootte van de investering, zodat zowel de toename van de kosten als de baten van de opeenvolgende plannen konden worden weergegeven.

Tabel 3. Bepaling schijfrendementen voor 3 alternatieve plannen

	plan 3	plan 1	plan 2
aan te leggen weglengte in m	2760	3060	5390
aanlegkosten wegen in gld.	304000	337000	593000
extra investering in gld.	-	33000 (t. o. v. 3)	256000 (t. o. v. 1)
onderhoudskosten wegen in gld/jaar	3450	3830	6740
extra onderhoudskosten in gld/jaar	-	380 (t. o. v. 3)	2910 (t. o. v. 1)
schijnbare gem. kavelafstand in m	942	1048	801
baten afstandsverkorting in gld/jaar	-	-1870 (t. o. v. 3)	4350 (t. o. v. 1)
schijfrendement in %	-	neg.	0,6

Uit de tabel blijkt dat het rendement van de hogere investeringen voor de plannen 1 en 2 praktisch nihil is. Dit viel ook te verwachten uit het visuele beeld van de transportintensiteitskaarten (fig. 4). Uit deze kaarten bleek dat bij plan 1 sommige wegen op een verkeerde plaats lagen en bovendien een gedeelte van de nieuw aangelegde wegen niet voor ontsluiting werd benut. Bij plan 2 werden veel kaveldieptes erg klein, waaruit geconcludeerd kon worden dat te veel wegen waren gepland.

Zowel uit de transportintensiteitskaarten als uit de economische berekening valt af te leiden dat voor dit model plan 3 de voorkeur verdient om in uitvoering te worden genomen.

## SAMENVATTING

Voor het toetsen van wegenplannen is een methode ontwikkeld waarmee het mogelijk is op snelle wijze van meerdere alternatieve wegenplannen de minimale gemiddelde kavelafstand te bepalen en de transportintensiteitskaarten samen te stellen. De benodigde berekeningen worden met een computer uitgevoerd, waarvoor het programma is vervaardigd door het Mathematisch Centrum te Amsterdam.

De toetsing van de wegenplannen geschiedt door het visuele beeld dat de transportintensiteitskaarten bieden en het afwegen van de verschillen tussen de diverse plannen in kosten van aanleg en onderhoud van de wegen tegen de baten van afstandsverkorting. De economische beoordeling vindt plaats door de plannen naar toenemende duurte te rangschikken, waarna met behulp van de genoemde factoren de schijfrendementen van de plannen worden bepaald.

De methode is toegepast op een klein en eenvoudig model. Voor dit model zijn 3 alternatieve wegenplannen opgesteld. Van elk plan is de minimale gemiddelde kavelafstand berekend en de transportintensiteitskaart samengesteld. Uit de transportintensiteitskaarten bleek reeds dat plan 3 de voorkeur verdiende. Deze indruk werd bevestigd door de economische afweging van de kosten en baten. De schijfrendementen rechtvaardigden de hogere investeringen in de plannen 1 en 2 niet.

Als nevenresultaat van de methode bleek het mogelijk te zijn uit de

transportintensiteitskaart af te leiden waar de achterkanten van de kavels zouden moeten komen en door welke wegen de gronden worden ontsloten. Deze gegevens kunnen een waardevol hulpmiddel zijn bij het samenstellen van het toedelingsplan voor een ruilverkaveling.

#### LITERATUUR

- CENTRALE CULTUURTECHNISCHE COMMISSIE, 1969. Plattelandswegennota. Staatsuitgeverij
- GASS, S. I., 1969. Linear programming. 3<sup>rd</sup> ed. Mc Graw-Hill Book Company, New York
- GELDEREN, C. VAN, 1966. Bepaling en gebruik van de minimale gemiddelde kavelafstand. Landbouwk. Tijdschr. 78/6
- GELDEREN, C. VAN, 1968. Rapport boerderijverplaatsing. Nota ICW nr. 441
- LOCHT, L. J., 1964. Berekening van investeringstrappen als middel bij de selectie van cultuurtechnische plannen. Nota ICW nr. 274 (gecorr.)
- ORDEN, A., 1956. The transshipment problem. Management Science Vol. 2
- WAARD, J. DE, 1971. Doel, opzet en eerste resultaten van een onderzoek naar de onderhoudskosten van plattelandswegen. Nota ICW nr. 633





Year	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Population	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Area	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Production	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Consumption	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Exports	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Imports	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Balance	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Income	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Expenditure	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Surplus	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Deficit	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Reserves	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Debt	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Assets	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Liabilities	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Equity	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Income Tax	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Corporate Tax	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Personal Tax	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Expenditure	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Expenditure	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Expenditure	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Income	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Income	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Income	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Savings	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Savings	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Savings	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Investment	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Investment	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Investment	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Capital Formation	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Capital Formation	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Capital Formation	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Fixed Capital Formation	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Fixed Capital Formation	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Fixed Capital Formation	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Change in Stocks	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Change in Stocks	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Change in Stocks	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Change in Bonds	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Change in Bonds	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Change in Bonds	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Change in Money	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Change in Money	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Change in Money	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Change in Debt	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Change in Debt	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Change in Debt	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Change in Assets	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Change in Assets	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Change in Assets	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Change in Liabilities	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Change in Liabilities	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Change in Liabilities	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Total Change in Equity	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Government Change in Equity	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Private Change in Equity	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150

OUTPUT PLAN 1

Oplossing van ruilverkavelingsprobleem nr. 81

naar	van		
[1.1]	[2.1]	:	62
[1.2]	[2.2]	:	69
[1.3]	[2.3]	:	69
[1.4]	[2.4]	:	69
[1.5]	[2.5]	:	69
[1.6]	[2.6]	:	69
[1.7]	[2.7]	:	69
[1.8]	[2.8]	:	69
[1.9]	[2.9]	:	62
[2.2]	[2.1]	:	499
[2.3]	[2.2]	:	993
[2.4]	[2.3]	:	736
[2.5]	[2.4]	:	78
[2.8]	[2.7]	:	368
[2.9]	[2.8]	:	174
[3.1]	[2.1]	:	243
[3.2]	[2.2]	:	125
[3.3]	[2.3]	:	125
[3.4]	[2.4]	:	527
[3.5]	[2.5]	:	62
[6.6]	[6.7]	:	162
[6.8]	[6.7]	:	154
[6.9]	[6.8]	:	73

[2.6] : 116

minimum

368775

1000

1

1000

1000

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

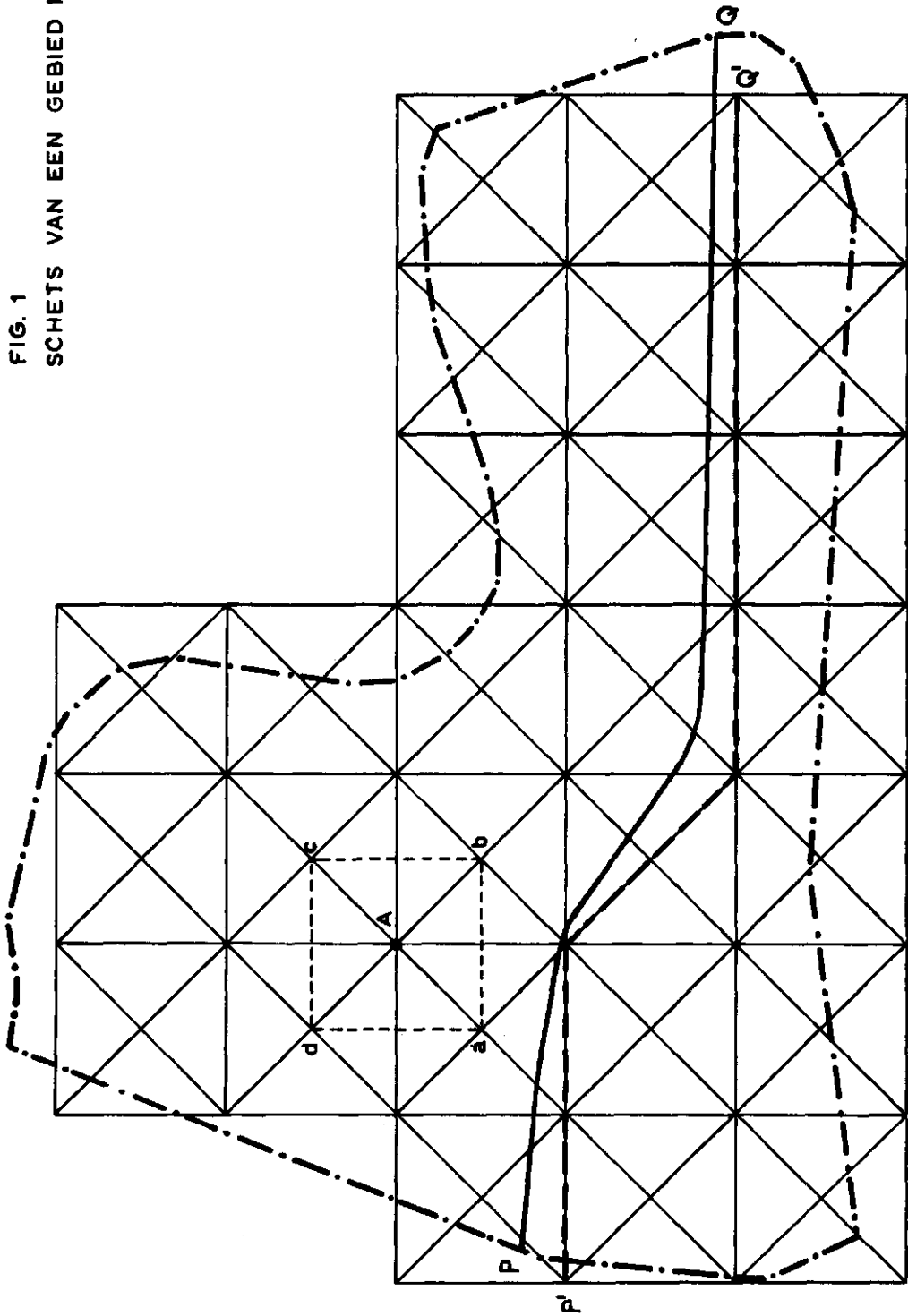
1

1

1



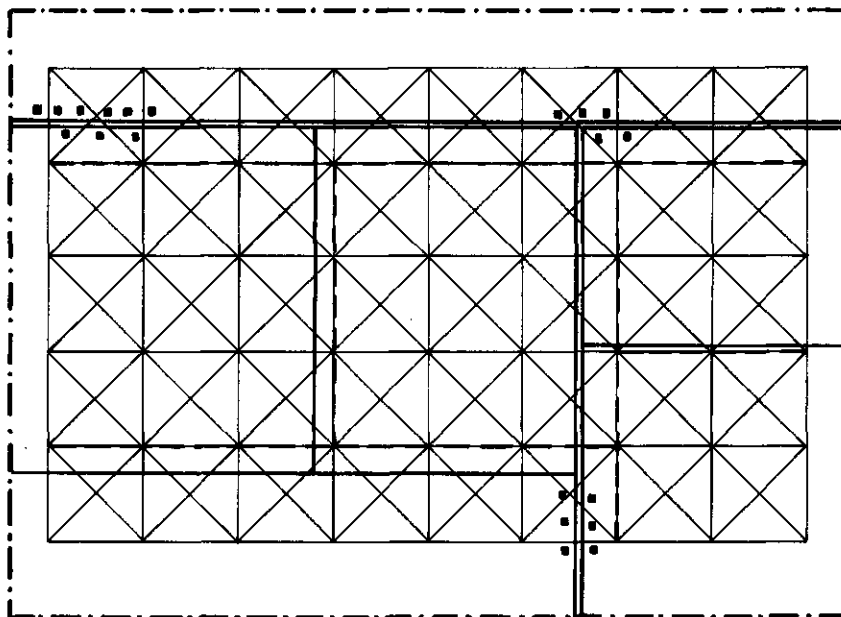
FIG. 1  
SCHEETS VAN EEN GEBIED MET RUITENNET



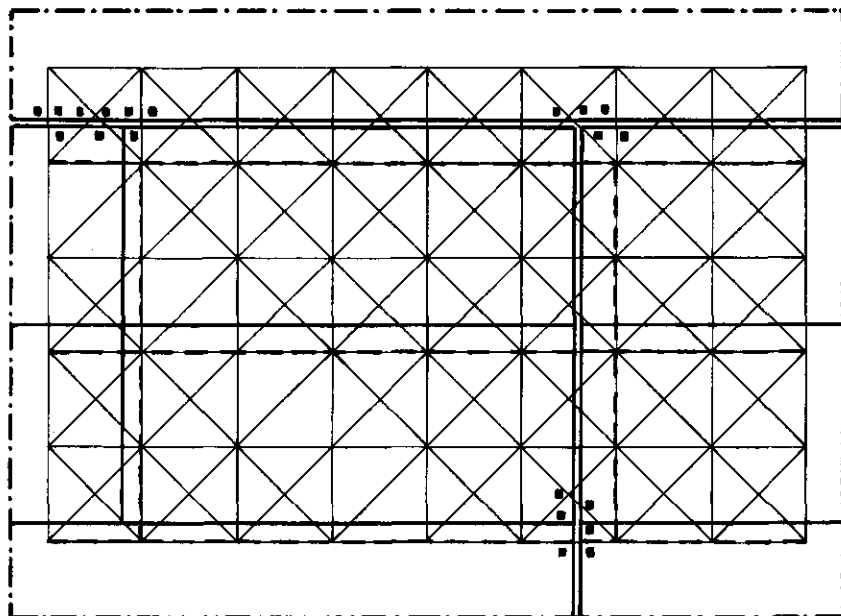
- · — · — GEBIEDSGRENS
- RUITENNET
- WEG
- - - - - GESCHEMATISEERDE WEG

FIG. 2 MODEL VAN EEN GEBIED MET 3 ALTERNATIEVE WEGENPLANNEN

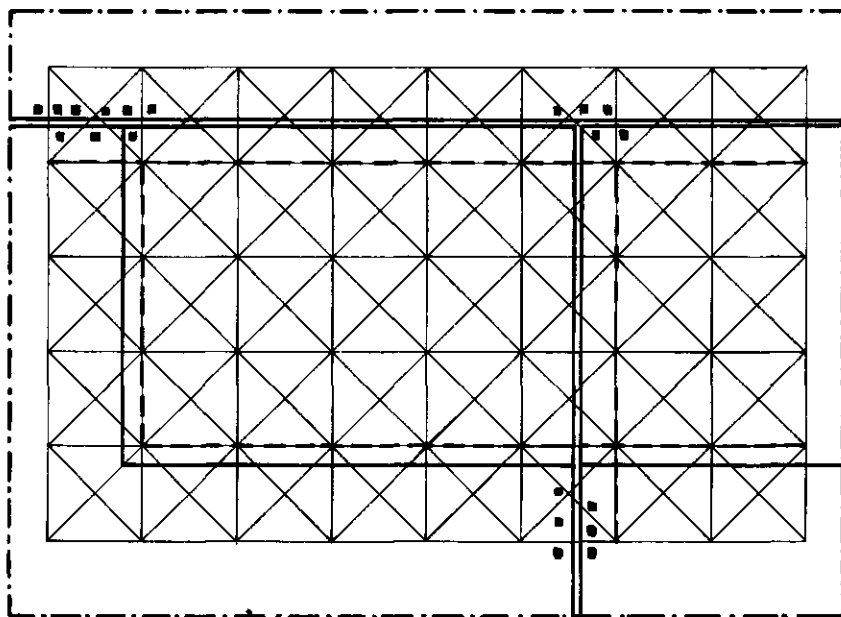
PLAN 1



PLAN 2



PLAN 3



- boerderij
- == bestaande weg
- geprojecteerde weg
- - - geschematiseerde weg

FIG. 3 TRANSPORTINTENSITEITSKAART VAN PLAN 1

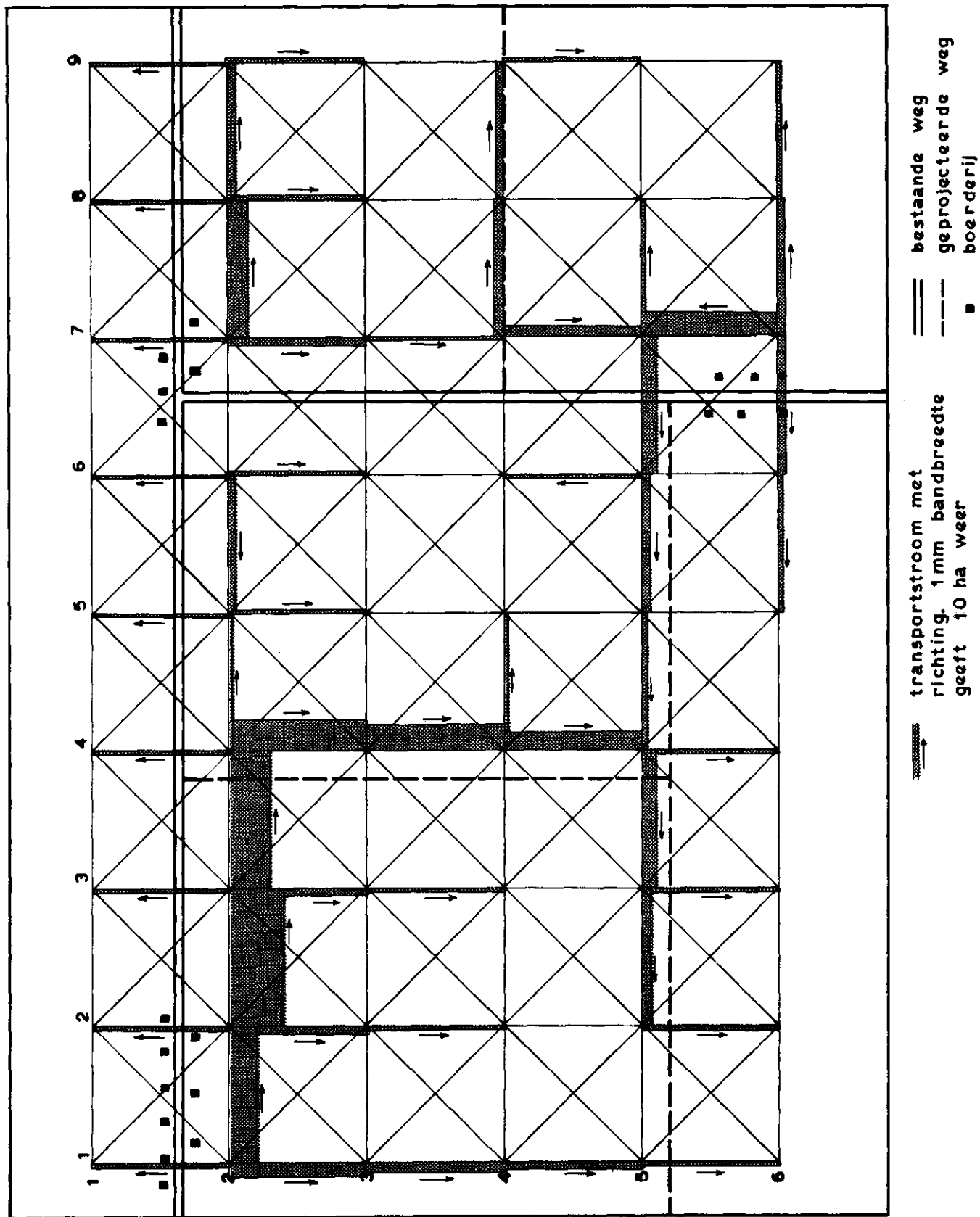
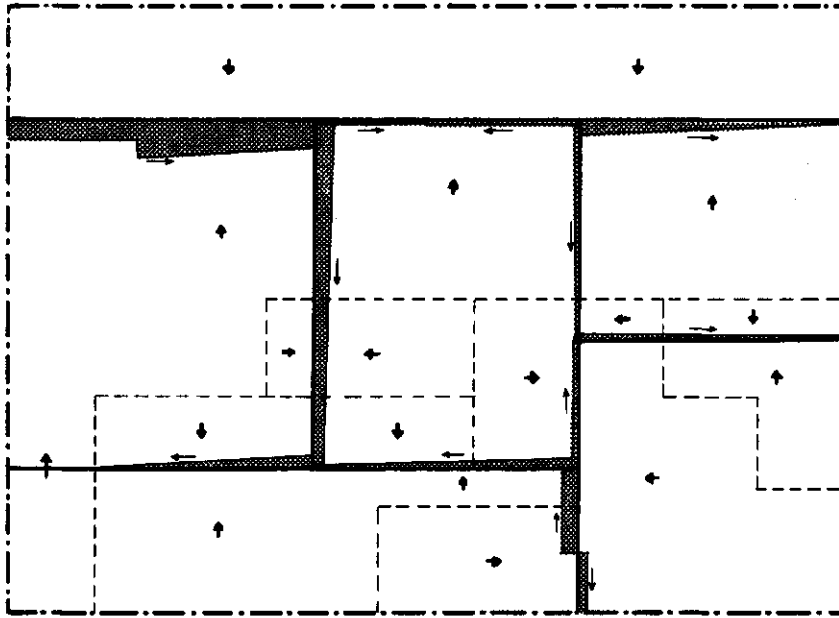
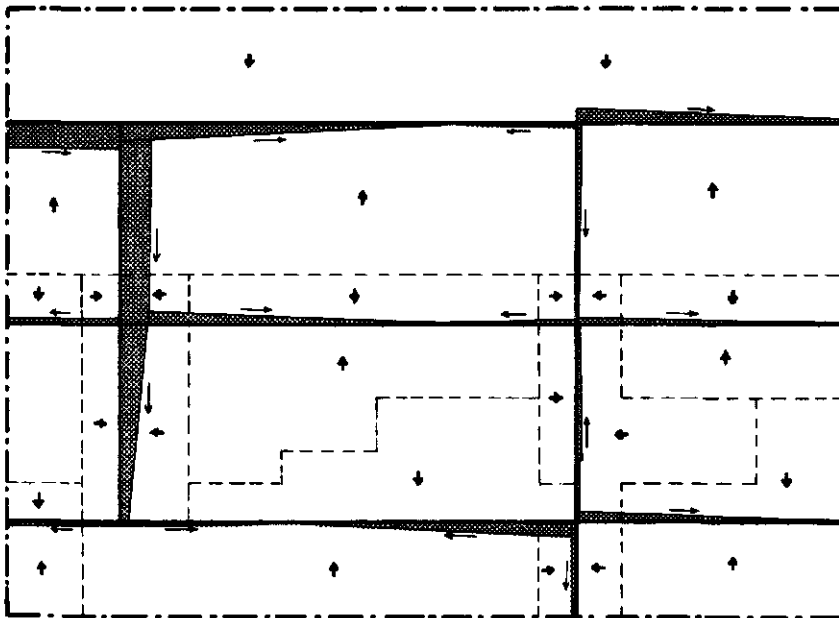


FIG. 4 TRANSPORTINTENSITEITSKAARTEN VAN 3 ALTERNATIEVE WEGENPLANNEN

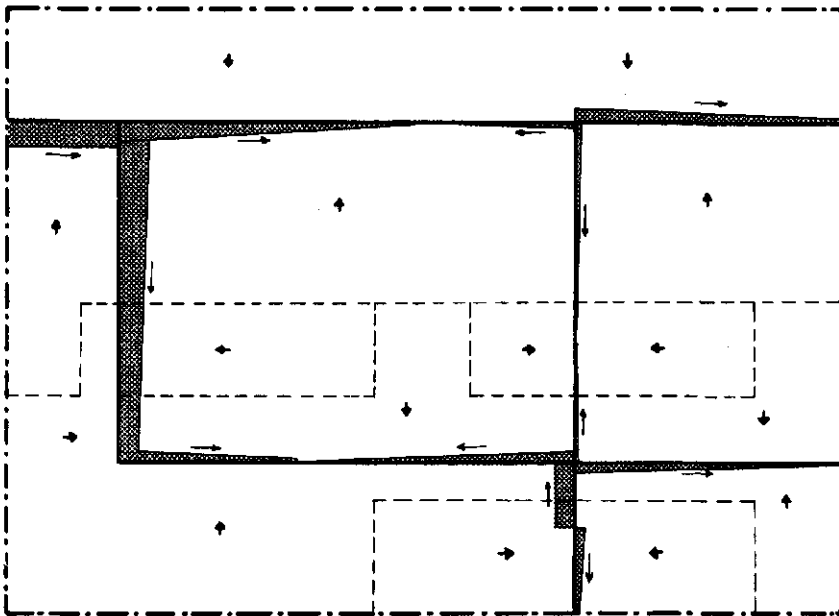
PLAN 1



PLAN 2



PLAN 3



- weg
- ▬ transportstroom met richting  
1mm bandbreedte geeft 20 ha weer
- - - kavelachterkant
- ontsluitingsrichting