

311.

NN31545.0531

NOTA 531

1 oktober 1969

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ONTSLUITING VAN GRASLANDGEBIEDEN MET EEN STROKENVERKAVELING

G.F.P. IJkelenstam

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.

543905

1. Introduction

Page 1

2. Objectives of the study

2

3. Methodology

4. Results

5. Discussion

6. Conclusion

7. References

8. Appendix

9. Bibliography

10. Index

I N H O U D

	blz.
INLEIDING	1
BEREKENING VAN DE JAARLIJKSE TRANSPORTKOSTEN	1
Uitgangspunten	1
Algemene opzet van de berekening	3
De transportkosten bij al het transport over land	4
De transportkosten bij gedeeltelijke verharding van de bedrijfsweg	5
De transportkosten bij aanwezigheid van openbare wegen	7
VERGELIJKING VAN DE TRANSPORTKOSTEN BIJ BEDRIJFSWEGEN EN OPENBARE WEGEN	11
DE RENTABILITEIT VAN BEDRIJFSWEGEN EN OPENBARE WEGEN	13
De baten	13
De kosten	15
Baten/kosten verhouding	17
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	23
GEBRUIKTE SYMBOLEN	26
LITERATUUR	27
BIJLAGE	28

INLEIDING

In Nederland komen uitgestrekte graslandgebieden voor met een opstrekend verkavelingspatroon. De bedrijfsgebouwen staan in streekdorpen langs een dijk- of streekweg. Daarachter treft men doorgaans een open landschap aan bestaande uit enkele kilometers lange smalle kavels loodrecht op de bestaande dijk- of streekweg. Het wegennet is zeer ruim en bestaat uit dijk- of streekwegen die door enkele opgaande wegen met elkaar zijn verbonden. Daarnaast treft men er evenwijdig aan de dorpsweg veelal de onverharde Tiendweg aan, welke nog stamt uit de tijd dat de pacht in 'tienden' werd betaald en voornamelijk over deze wegen werd afgevoerd. Door dit ruime wegennet is de ontsluiting van de landbouwgronden ondoelmatig. Het landbouwverkeer vindt soms nog plaats over water per schouw.

Er bestaat dan ook grote behoefte aan een goede ontsluiting. Terwijl in de Alblasserwaard een begin is gemaakt met de verbetering van dit soort gebieden is het zaak zich te bezinnen over de meest wenselijke vorm van ontsluiting. In de hier volgende studie wordt aan de hand van een model met variabele gebiedskenmerken de invloed van het ontsluitingsplan op de jaarlijkse transportkosten van het intern bedrijfsverkeer in graslandgebieden met een opstrekend verkavelingspatroon besproken.

BEREKENING VAN DE JAARLIJKSE TRANSPORTKOSTEN

Uitgangspunten

Teneinde de kosten van het landbouwtransport te kunnen berekenen dient een inzicht te worden verkregen in de benodigde transporttijd, zodat het noodzakelijk is de transportafstand, de transportsnelheid en de ritfrequentie te kennen. VAN KEULEN (1965) vond voor dit soort bedrijven een riteffect van 0,88 doordat de veraf gelegen percelen

minder frequent bezocht werden. Dit getal heeft echter betrekking op bedrijven zonder verbeterde waterhuishouding terwijl bovendien niet altijd sprake was van één aaneengesloten bedrijfskavel. Aangezien in deze studie wordt uitgegaan van aaneengesloten bedrijfskavels waarvan de draagkracht is verbeterd door een diepere ontwatering, wordt het rit-effect verwaarloosd. Aannemende dat het gebruik van de grond op een aaneengesloten bedrijfskavel voor en achter even intensief is, dan kan de gemiddelde transportafstand op weidebedrijven in een strokenverkaveling worden gesteld op de helft van de kaveldiepte plus minimaal een vierde van de kavelbreedte wanneer de bedrijfsweg op het midden van de kavel wordt geprojecteerd.

De snelheid van het landbouwtransport is onderzocht door REINDS en VAN HEMERT (1962) en RIGHOLT (1964) waarbij de kwaliteit van de weg in klassen van 1 t/m 10 is ingedeeld. In het modelgebied vindt het transport momenteel plaats via een pad over land, waarvoor wegkwaliteit 5 is aangehouden. Een bedrijfsweg in de vorm van betonstroken, tegels en dergelijke komt overeen met een wegkwaliteit 7, terwijl de verharde weg wordt gewaardeerd op een 10. De bijbehorende gemiddelde rijsnelheden, voor een trekker met of zonder aanbouw of getrokken werktuig, worden dan respectievelijk 6,6, 11,7 en 17,2 km/uur. Recente waarnemingen rechtvaardigen ook nu nog het aanhouden van deze snelheden. Dit betekent voor verkeer over land ten opzichte van de openbare weg een wegingsfactor van $\frac{172}{66} = 2,6$ (Flach vond in 1965 onder nattere omstandigheden dan hier verondersteld een wegingsfactor van 2,7). FLACH en VAN KEULEN (1965) verrichtten een uitvoerig onderzoek naar de ritfrequentie en de verdeling van lichte en zware transportmiddelen. Voor de ritfrequentie van het intern bedrijfsverkeer inclusief fietsers en voetgangers in een overeenkomstig gebied komen zij daarbij tot de relatie

$$Y = 4,14 d + 8,76 \quad (r = 0,89)$$

waarin: Y = het gemiddeld aantal ritten per etmaal per 100 ha grasland
d = de gebruikersdichtheid, het aantal gebruikers/100 ha
r = correlatie coëfficiënt.

Uit waarnemingen en transportboekhoudingen is gebleken dat 82 % van het landbouwverkeer uit zware transportmiddelen, zoals trekker, paard of schouw bestaat. De overige 18 % zijn fietsers of voetgangers

(VAN KEULEN, 1965). In deze beschouwing is alleen rekening gehouden met de trekker aangezien bij een toename van de mechanisatie het paard en de schouw steeds minder zullen voorkomen.

Algemene opzet van de berekening

Om het effect van de verbetering te kunnen vaststellen worden de transportkosten in de uitgangssituatie waarbij alle verkeer over land plaats vindt vergeleken met de transportkosten bij een verharde bedrijfsweg of een stelsel van openbare wegen. Onder een verharde bedrijfsweg wordt hier verstaan een verharding in de vorm van betonstroken, tegels of iets dergelijks over een gedeelte (a) van de bedrijfsdiepte D dus met een lengte a D.

Als openbare weg geldt een wegstelsel bestaande uit twee opstreckende wegen op onderlinge afstand p D met op de afstand z D van de bestaande dijk- of streekweg, evenwijdig hieraan een dwarsweg die de beide opstreckende wegen met elkaar verbindt en daardoor de mogelijkheid biedt tot omrijden.

Zoals reeds werd genoemd heeft FLACH de ritfrequentie uitgedrukt in een jaarlijks etmaal gemiddelde per 100 ha voor het intern bedrijfsverkeer in graslandgebieden met een strokenverkaveling,

$$Y = 4,14 d + 8,76.$$

Hierin is d = aantal gebruikers per 100 ha, ofwel $d = \frac{100}{F}$. Het jaarlijks aantal enkele ritten per ha bij een gemiddelde bedrijfsgrootte van F ha is dan:

$$N = \left(\frac{4,14 \times 100}{F} + 8,76 \right) \frac{365}{100} \quad \text{zodat } N = \frac{1511}{F} + 32$$

Met behulp van de ritfrequentie, de rijsnelheden en de uurkosten voor personen en tractie zijn de transportkosten bij verschillende ontsluitingsalternatieven te berekenen.

Aangezien 82 % van het aantal ritten door zwaar verkeer (trekker + aanhang of aanbouw) wordt ingenomen, bedraagt het aantal trekkerritten 0,82 N ritten/ha.jaar. Het aantal manritten op een trekker bedraagt 0,82 N x, waarbij x = bestuurder + eventueel meerrijdende personen. Daarnaast vinden jaarlijks per ha nog 0,18 N ritten per fiets of te voet plaats.

Behalve de trekkerritten zijn er jaarlijks $0,82 N x + 0,18 N = 0,82 N (x + \frac{18}{82})$ manritten waarbij $(x + \frac{18}{82})$ de verhouding tussen het aantal manritten en het aantal trekkerritten aangeeft. Daar het er bij de hier veronderstelde overeenkomstige snelheden niet toe doet of een man zich per trekker of fiets verplaatst wordt de verhouding tussen het aantal manritten en het aantal trekkerritten hier b genoemd. Jaarlijks worden per ha $0,82 N$ trekkerritten en $0,82 N b$ manritten gemaakt. De uurkosten worden gesteld op k_t gld/uur voor een trekker en k_1 gld/uur voor een persoon, zodat de uurkosten voor het totale transport $k = k_t + bk_1$ gld/uur bedragen. De per hm benodigde tijd bedraagt afhankelijk van de snelheid over land, een bedrijfsweg of openbare weg respectievelijk $\frac{1}{66}$, $\frac{1}{117}$ of $\frac{1}{172}$ uur (RICHOLT). De jaarlijkse transportkosten per hm worden:

over land $\frac{0,82}{66} Nk = 0,01242 Nk$ gld/hm. jr

over een verharde bedrijfsweg $\frac{0,82}{117} Nk = 0,007025 Nk$ gld/hm. jr

over de openbare weg $\frac{0,82}{172} Nk = 0,004766 Nk$ gld/hm. jr

Tenslotte worden de kosten per hm vermenigvuldigd met de gemiddeld per rit afgelegde afstand om de jaarlijkse transportkosten te verkrijgen.

De transportkosten bij al het transport over land

Hierbij wordt er van uitgegaan dat het bedrijf uit een aaneengesloten bedrijfskavel bestaat welke volledig en uitsluitend over land bereikbaar is. Hoewel dit thans nog niet overal gedurende het hele seizoen het geval is, hebben enkele proefobjecten met een verbeterde ontwatering reeds aangetoond, dat dit tengevolge van een peilverlaging mogelijk is.

Indien het bedrijf over de hele diepte even intensief bezocht wordt bedraagt de gemiddelde kavelafstand de halve kaveldiepte + minstens een vierde van de kavelbreedte $(\frac{D}{2} + \frac{D}{4f})$ hm. De jaarlijkse transportkosten per ha bedragen dan:

$$0,01242 N k (\frac{D}{2} + \frac{D}{4f}) \text{ gld/ha. jr} \quad (1)$$

voor verkeer over land.

Transporttijd in uren/ha.jr

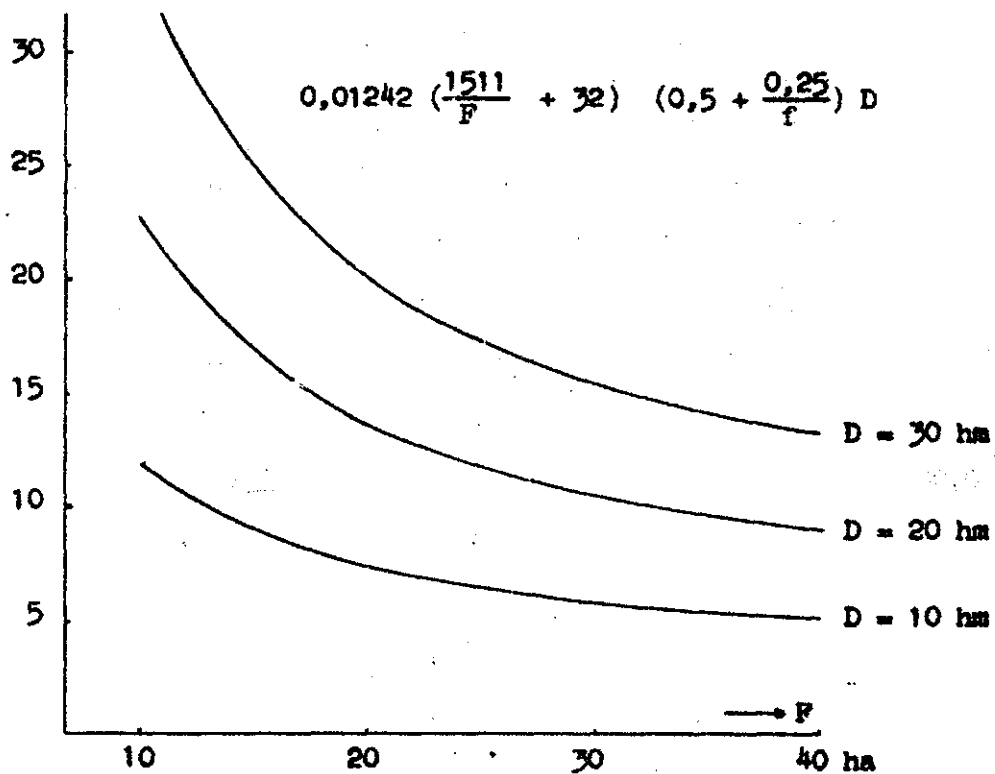


Fig. 1. De jaarlijks voor het intern bedrijfsverkeer per ha benodigde tijd bij alle verkeer over land afhankelijk van de bedrijfsgrootte (F) en de bedrijfsdiepte (D).

Fig. 1 geeft afhankelijk van de bedrijfsgrootte F en de diepte D de jaarlijks per ha voor het transport benodigde tijd. De afname bij toenemende F wordt veroorzaakt door de ritfrequentie

$$N = \frac{1511}{F} + 32.$$

De transportkosten bij gedeeltelijke verharding van de bedrijfsweg

Bij aanleg van een verharde bedrijfsweg in de vorm van betonstroken of iets dergelijks over een gedeelte a van de kaveldiepte gaat het verkeer in de lengterichting van de kavel voor de oppervlakte grenzend aan de bedrijfsweg volledig over deze weg, terwijl

voor de achterliggende oppervlakte bovendien nog over land gereden moet worden. Het verkeer in de dwarsrichting van de kavel gaat volledig over land. De gemiddelde afstand wordt naar oppervlakte gewogen. De jaarlijkse transportkosten bedragen dan voor een bedrijf van F ha en een bedrijfsweg met lengte a D ;

$$\frac{0,007025 N k \left\{ aF \cdot \frac{aD}{2} + (1-a)F \cdot aD \right\} + 0,01242 N k \left\{ (1-a)F \cdot \frac{(1-a)D}{2} + \frac{F \cdot D}{4F} \right\}}{F} =$$

$$N k \left\{ 0,007025 \left(a - \frac{1}{2}a^2 \right) + 0,01242 \left(\frac{1}{2} - a + \frac{1}{2}a^2 + \frac{1}{4F} \right) \right\} D \text{ gld/ha.jr} \quad (2)$$

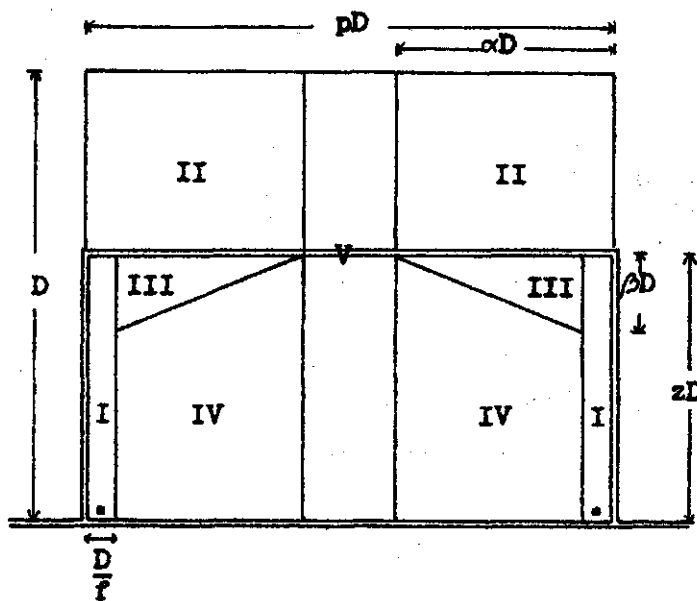


Fig. 2 . Ontsluitingsmodel indien $p > 2\alpha$

De transportkosten bij aanwezigheid van openbare wegen

Bij een stelsel van openbare wegen wordt voor een gebied met een diepte van D hm gedacht aan opstreckende wegen op onderlinge afstand pD en hiertussen op zD vanaf de bestaande streekweg evenwijdig hieraan een dwarsweg (fig. 2). Het zelfde resultaat geldt voor een gebied met één opstreckende weg (lengte zD) met naar weerszijden een dwarsweg (elk lang $\frac{1}{2}pD$) welke tezamen een T vormen. Bij een dergelijke wegenstelsel bestaat de mogelijkheid tot omrijden. In deze beschouwing wordt er van uitgegaan, dat de transporttijd bepalend is voor de routekeuze terwijl andere factoren zoals rijcomfort en dergelijke hierop geen invloed hebben. SPIJK (1968) vond dit verband reeds bij zijn onderzoek naar de routedistributie op veenkoloniale akkerbouwbedrijven. De gegevens van FLACH (1966) toonden hiermee veel overeenkomst, echter met dit verschil dat in graslandgebieden iets meer wordt omgereden. Daarbij moet worden bedacht dat de onverharde bedrijfswegen in de veenkoloniën in het algemeen beter zijn dan in de hier besproken graslandgebieden. Men mag echter verwachten, dat bij aanleg van wegen in ruilverkavelingsverband ook aandacht wordt geschonken aan de ontwatering zodat dan het voor deze beschouwing gekozen uitgangspunt dichter benaderd wordt.

De dikwijls hinderlijke dijkoprit, die de keuze van omrijden ongunstig beïnvloed, werd, aangezien zo'n oprit niet overal voorkomt, niet in de berekening opgenomen.

Wanneer de tijdsduur bepalend is voor de routekeuze, volgt de grens tot waar men de directe of indirecte route kiest uit het verschil in snelheid.

Het model kan hierdoor in vijf vakken worden ingedeeld (fig. 1). Voor de bedrijven die grenzen aan de opstreckende weg en deze weg als bedrijfsweg kunnen beschouwen worden toegangsdammen aangenomen op een onderlinge afstand van $0,2 D$ (vak 1). Voor de vakken II en III wordt gebruik gemaakt van de omrijroute, terwijl voor de vakken IV en V alle verkeer uitsluitend over land plaatsvindt. De plaats tot waar over de dwarsweg nog wordt omgereden, αD vanaf de opstreckende weg, volgt uit de vergelijking:

$$\frac{1}{66} zD = \frac{1}{172} (zD + 2 \alpha D)$$

zodat

zodat

$$\alpha = \frac{172}{2} \left(\frac{1}{66} - \frac{1}{172} \right) z = 0,803 z$$

Er wordt dus omgereden tot $0,803 zD$ vanaf de opstreckende weg, evenzo volgt voor het vak III de maximale afstand βD welke na omrijden nog over land gereden wordt uit de vergelijking:

$$\frac{1}{172} (zD + \frac{2D}{f}) + \frac{1}{66} \beta D = \frac{1}{66} (zD - \beta D)$$

zodat

zodat

$$\beta = \frac{66}{2} \left(\frac{1}{66} z - \frac{1}{172} z - \frac{2}{172f} \right) = 0,308 z - \frac{0,384}{f}$$

In vak III wordt dus maximaal $(0,308 z - \frac{0,384}{f}) D = 0,3837 (0,803 z - \frac{1}{f}) D$ over land gereden.

De transportkosten voor het hele gebied volgen uit sommatie van de transportkosten der vakken I t/m V eveneens samengesteld uit oppervlakte, afstand en kosten per hm.

De jaarlijkse transportkosten bedragen voor:

De vakken I; $N k \frac{2D^2}{f} \{ (z - 0,2) 0,004766 \frac{zD}{2} + 0,01242 z (\frac{D}{2f} + 0,1 D) \}$

" " II; $N k 2 \alpha D (D - zD) \{ 0,01242 \frac{(D - zD)}{2} + 0,004766 (zD + \alpha D) \}$

" " III; $N k 2 (\alpha D - \frac{D}{f}) \frac{\beta D}{2} \left[0,004766 \left\{ zD + \frac{2D}{f} + \frac{2}{3} (\alpha D - \frac{D}{f}) \right\} + 0,01242 \frac{\beta D}{3} \right]$

" " IV; $N k 2 (\alpha D - \frac{D}{f}) (zD - \frac{\beta D}{2}) 0,01242 \left(\frac{zD - \frac{1}{2} \beta D}{2} + \frac{D}{4f} \right)$

vak V; $N k D (D - 2 \alpha D) 0,01242 \left(\frac{D}{2} + \frac{D}{4f} \right)$

Na substitutie van α en β volgt na sommatie der vakken I t/m V en deling door de totale oppervlakte pD^2 ;

$$N \cdot k \frac{D}{10^6 p} \left(5436 z^3 - 6146 z^2 - 782 \frac{z^2}{f} - 3456 \frac{z}{f} + 4822 \frac{z}{f^2} + 6210 p + 3105 \frac{p}{f} + \frac{180}{f^3} \right) \quad (3)$$

Dit zijn de transportkosten in guldens per ha per jaar voor een gebied waarin $p \gg 2\alpha$

Zodra echter $\frac{2}{f} < p < 2\alpha$ wordt, gaan de vakken II t/m IV elkaar overlappen terwijl vak V vervalt hetgeen in onderstaande figuur is weergegeven.

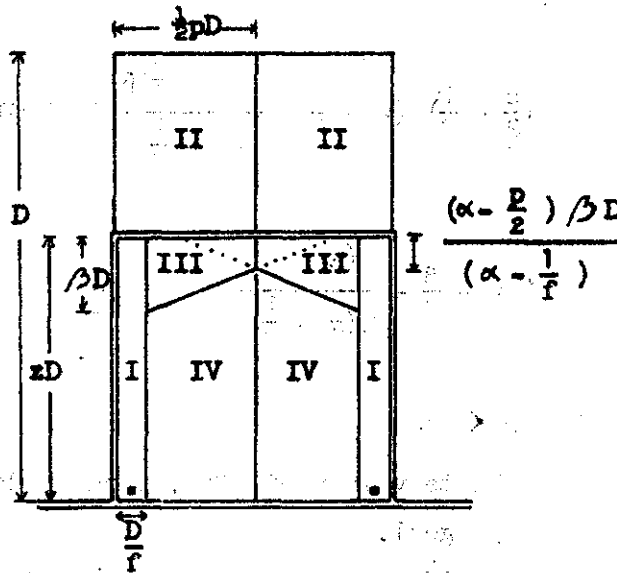


Fig. 3. Ontsluitingsmodel indien $\frac{2}{f} < p < 2\alpha$

In dit geval, dus bij $\frac{2}{f} < p < 2\alpha$, mag formule 3 niet gebruikt worden. De transportkosten bedragen bij die randvoorwaarde achtereenvolgens per vak;

De vakken I; $N k 2 \frac{D^2}{f} \left\{ (z - 0,2) 0,004766 \frac{zD}{2} + 0,01242 z \left(\frac{D}{2f} + 0,1 D \right) \right\}$

" " II; $N k (1 - z) p D^2 \left\{ 0,004766 (z + \frac{1}{2}p) D + 0,01242 (1 - z) \frac{D}{2} \right\}$

" " III; $N k \left(\frac{1}{2}p - \frac{1}{f} \right) \left\{ \beta + \frac{(\alpha - \frac{p}{2})\beta}{\alpha - \frac{1}{f}} D^2 \right\} \left[0,004766 \left(\frac{2}{f} + z + \right. \right.$

$$\left. + \frac{2 \left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right) \left\{ 1 - \frac{2 \left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right)}{3 \left(\alpha - \frac{1}{f} \right)} \right\}}{2 - \frac{\left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right)}{\left(\alpha - \frac{1}{f} \right)}} \right\} D + \frac{0,01242 \left\{ \frac{\beta \left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right)^2}{3 \left(\alpha - \frac{1}{f} \right)^2} - \frac{\beta \left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right)}{\left(\alpha - \frac{1}{f} \right)} + \beta \right\} D}{2 - \frac{\left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right)}{\left(\alpha - \frac{1}{f} \right)}} \right]$$

De vakken IV; $N k 2 \left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right) \left(z - \frac{\beta}{2} - \frac{(\alpha - \frac{p}{2})\beta}{2 \left(\alpha - \frac{1}{f} \right)} \right) D^2 0,01242 \left[\right.$

$$\left. \left(z - \frac{\beta}{2} - \frac{(\alpha - \frac{p}{2})\beta}{2 \left(\alpha - \frac{1}{f} \right)} \right) \frac{D}{2} + \frac{D}{4f} \right]$$

vak V vervalt indien $p < 2\alpha$

De afstanden en oppervlakte volgen uit fig. 3 en worden voor vak III nader toegelicht in bijlage 1.

Op overeenkomstige wijze als voor formule 3 volgt uit het totaal der vakken I t/m IV de jaarlijkse transportkosten per ha voor een gebied waarin $\frac{2}{f} < p < 2\alpha$;

$$N k \frac{D}{10^6 p} \left(-171p^3 + 2383p^2 + 6210p - 1649p^2 z + 6475pz^2 - 7654pz + \right. \\ \left. + 2148 \frac{pz}{f} + 412 \frac{p^2}{f} - 5296 \frac{z^2}{f} - 229 \frac{p}{f^2} + 5186 \frac{z}{f^2} + 1531 \frac{z}{f} + \frac{180}{f^3} \right) \quad (4)$$

Dit geldt dan voor een weidegebied (diep D hm) met een gemiddelde bedrijfs grootte van $\frac{D^2}{f}$ ha waarin p en z de plaats van de wegen, $N = \frac{1511 f}{D^2} + 32$ het jaarlijks aantal enkele ritten (de frequentie) en $k = k_t + bk_1$ de uurkosten van het transport aangeven. Zodra van een bepaald gebied de gemiddelde bedrijfs grootte en de diepte bekend is kan N bepaald worden.

VERGELIJKING VAN DE TRANSPORTKOSTEN BIJ BEDRIJFSWEGEN EN OPENBARE WEGEN

De verbetering van het transport volgt uit het verschil in transportkosten tussen de oude en de nieuwe situatie. De graad van verbetering r_v is te definiëren als;

$$\frac{\text{transportkosten in de oude toestand} - \text{transportkosten in de nieuwe toestand}}{\text{transportkosten in de oude toestand}}$$

Voor bedrijfswegen wordt r_v formule $\frac{(1) - (2)}{(1)}$:

$$r_v = \frac{NkD \ 0,01242 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4f}\right) - 0,007025 \left(a - \frac{1}{2}a^2\right) - 0,01242 \left(\frac{1}{2} - a + \frac{1}{2}a^2 + \frac{1}{4f}\right)}{NkD \ 0,01242 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4f}\right)}$$

ofwel

$$r_v = \frac{1,7375 a - 0,8688 a^2}{2 + \frac{1}{f}} \quad (5)$$

Bij een stelsel van openbare wegen bedraagt het verbeteringspercentage.

$$\text{formule } \frac{(1) - (3) \text{ of } (4)}{(1)}$$

Formule (3) wordt in eerste instantie buiten beschouwing gelaten aangezien een gedeelte van de dwarsweg bij vak V geen functie heeft. Bovendien zal verder in deze studie blijken dat het rendement sterk afneemt bij een hoge verhouding tussen de lengte van de dwarsweg en de opstreckende weg (p/z). Formule 4 gaat tot $p/z = 1,6$. De verbeteringsgraad bedraagt indien $\frac{2}{f} < p < 2a$;

SCHIJNBARE KAVELAFSTANDSVERKORTING DOOR WEGANLEG IN VEENWEIDEGEBIEDEN

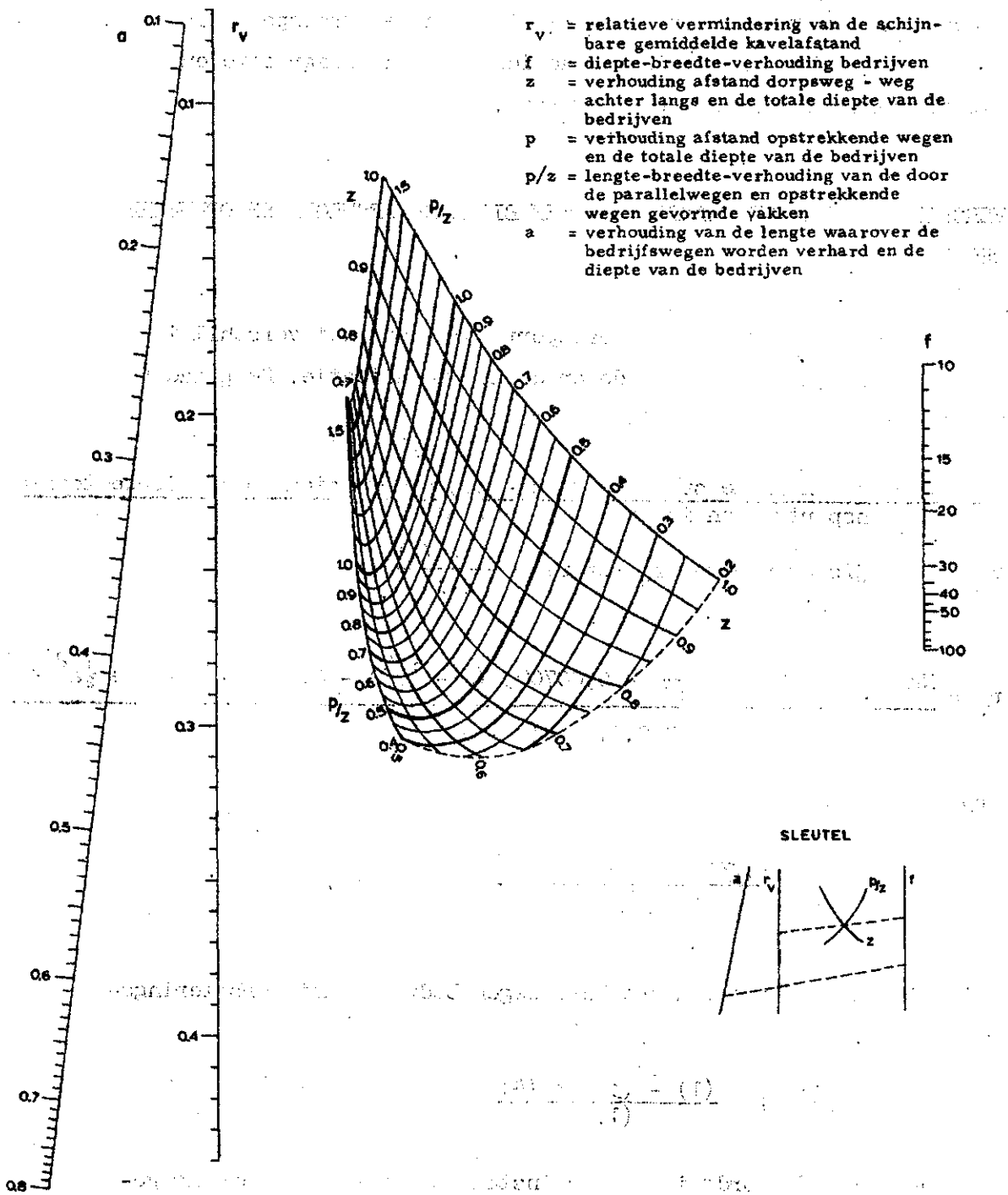


Fig. 4

$$r_v = \frac{171p^3 - 2383p^2 + 1649p^2z - 6475pz^2 + 7654pz - 2148\frac{pz}{f} - 412\frac{p^2}{f} +}{+ 3105\frac{p}{f} + 229\frac{p}{f^2} + 5296\frac{z^2}{f} - 1531\frac{z}{f} - 5186\frac{z}{f^2} - \frac{180}{f^3}}$$

$$6210p + 3105\frac{p}{f} \quad (6)$$

Met behulp van de formules 5 en 6 is door VAN GELDEREN een nomogram opgesteld (fig. 4). Uit dit nomogram is bij een bepaalde diepte-breedte verhouding f en een bepaald wegenpatroon (p en z) of de lengte van een bedrijfsweg (a) de graad van verbetering voor het intern bedrijfsverkeer af te lezen. Het nomogram geeft de relatieve vermindering van de schijnbare gemiddelde kavelafstand voor een bepaalde f , ofwel D en F aangezien $f = \frac{D^2}{F}$. Met behulp van de frequentie N , de uurkosten k en formule 1 zijn de baten per ha per jaar te berekenen uit het produkt van r_v en de jaarlijkse transportkosten in de oude toestand.

DE RENTABILITEIT VAN BEDRIJFSWEGEN EN OPENBARE WEGEN

De baten

Indien van een bepaald gebied de diepte D de gemiddelde bedrijfsgrootte F , de bezettingsgraad b en de uurkosten voor een trekker en personen bekend zijn, kunnen de jaarlijkse transportkosten berekend worden.

De diepte D wordt gemeten, voor de bedrijfsgrootte F is de verwachte gemiddelde grootte voor het toekomstige ontwerp van belang. De factor b (te verkrijgen uit waarnemingen of transportboekhoudingen) is afhankelijk van het gekozen bedrijfstype evenals de factoren k_t en k_1 (uurkosten trekker en personen).

Als voorbeeld volgt hier de berekening van de baten voor een bedrijf van 20 ha met een diepte van 20 hm. De diepte/breedte verhouding $f = \frac{D^2}{F} = 20$, de ritfrequentie $N = \frac{1511}{20} + 32 = 107,55$. Voor de factor b wordt hier 1,8 aangehouden. FLACH en VAN KEULEN vonden voor dit soort gebieden een bezetting van 1,5 man per vervoereenheid het-

geen gerelateerd aan 82 % zwaar verkeer $b = \frac{1,5}{0,82} = 1,8$ oplevert. De uurkosten van een trekker met of zonder aanbouw worden voor f 4,50 en die van personen tegen C.A.O. loon voor f 5,80 gewaardeerd zodat $k = 4,50 + 1,8 \times 5,80 = f$ 15,-/uur. De transportkosten bedragen dan $0,01242 N k (0,5 D + \frac{D}{4f}) = f$ 205,-/ha.jr (volgens formule 1). Voor een wegenpatroon waarbij $p/z = 1$ volgt voor $f = 20$ uit het nomogram (fig. 4) dat bij $z \approx 0,6$ de hoogste verbetering wordt bereikt. Het verbeteringspercentage r_v is dan 0,257 zodat de baten f 205,- \times 0,257 = f 53,-/ha.jr bedragen. Hetzelfde resultaat wordt bereikt bij verharding van de bedrijfsweg over 0,37 deel van de diepte (uit het nomogram volgt dat $a = 0,37$ indien $r_v = 0,257$ en $f = 20$).

Hieraan dient nog te worden toegevoegd het verschil in onderhoudskosten voor wegen en machines tussen de oude en de nieuwe toestand. Door de aanleg van openbare wegen worden de onverharde bedrijfspaden minder belast. Bovendien zal de boer zijn eigen pad eerder sparen waardoor het onderhoud verschuift naar de openbare weg. Over het hieruit voortvloeiende verschil in onderhoudskosten voor het beschouwde gebied is nog weinig bekend. Mogelijk zal het thans nog niet afgeronde onderzoek naar de onderhoudskosten van plattelandswegen hierover in de toekomst meer gegevens opleveren. De vergelijking wordt bovendien bemoeilijkt, doordat in deze studie wordt uitgegaan van een verbeterde ontwaterings-toestand waardoor vrijwel het gehele jaar over land gereden kan worden. Deze situatie wordt slechts aangetroffen op enkele recente proefobjecten en in mindere mate op oudere onderbemalingen. Ook voor verharde bedrijfs-wegen ontbreken de benodigde gegevens. Door gebrek aan cijfermateriaal en de verwachting dat het eventuele verschil in onderhoudskosten weinig invloed heeft op het resultaat van deze studie, worden de onderhoudskosten in oude en nieuwe toestand aan elkaar gelijk gesteld. De hier beschouwde baten zijn afhankelijk van de diepte (D), de bedrijfs-grootte (F) en de uurkosten van het transport ($k = k_t + bk_1$). Bij gebrek aan mankracht zal de factor k_1 hoger gewaardeerd worden. Dit zal de factor k niet zonder meer doen toenemen aangezien mag worden verwacht dat dit gedeeltelijk wordt opgevangen door een lagere bezet-ting (factor b). Daarnaast zal door een toename van de bedrijfs-grootte de ritfrequentie N afnemen en daardoor de totale transporttijd (zie fig. 1 blz. 5). Tegenover een toename van de uurkosten staat dus een afname van de voor het transport per ha benodigde tijd. In welke mate

dit elkaar opheft is voor de vergelijking van bedrijfswegen met openbare wegen niet van belang. Een eventuele stijging van N_k is bij de hier besproken berekeningen voor beide alternatieven even groot. De jaarlijkse baten worden bij de verdere waardering van de alternatieven dan ook constant verondersteld.

De kosten

Tegenover de baten staan de kosten, ook hier weer uitgedrukt in guldens per ha. Voor bedrijfswegen bedraagt de investering afhankelijk van de bedrijfsgrootte F , de diepte D en het verharde gedeelte a bij I_b gulden/hm aanlegkosten $\frac{aD}{F} I_b$ gld/ha. Voor openbare wegen is de benodigde investering afhankelijk van D , p en z . Per gebied met oppervlakte pD^2 wordt onderscheiden, twee opgaande wegen welke ieder voor 50 % aan het gebied worden toegerekend indien er nog geen wegen aanwezig zijn daarnaast een dwarsweg geheel toegerekend indien $z < 1$ en vanwege de tweezijdige ontsluitingsfunctie voor 50 % indien $z = 1$. Indien kan worden aangesloten op een bestaande opstreckende weg dan hoeft slechts een halve opstreckende weg aan het gebied te worden toegerekend, eventueel vermeerderd met 50 % van de aanpassingskosten voor de reeds bestaande opstreckende weg of gewogen naar de oppervlakte die van deze aanpassing profiteert. Afhankelijk van de reeds aanwezige wegen en de plaats van de dwarsweg worden de volgende investeringen per ha onderscheiden:

Aanleg van twee opstreckende wegen met hiertussen een dwarsweg;

$$\frac{pI_d + zI_o}{pD} \quad \text{indien } z < 1 \quad \text{en} \quad \frac{0,5 pI_d + I_o}{pD} \quad \text{indien } z = 1$$

Aanleg van één opstreckende weg met vanaf deze weg een dwarsweg naar een reeds bestaande opstreckende weg;

$$\frac{pI_d + 0,5 zI_o}{pD} \quad \text{indien } z < 1 \quad \text{en} \quad \frac{0,5 pI_d + 0,5 I_o}{pD} \quad \text{indien } z = 1.$$

Hierin is I_d = aanlegkosten van 1 hm dwarsweg

I_o = aanlegkosten van 1 hm opstreckende weg.

Voor waardering van de alternatieven worden de aanlegkosten van bedrijfswegen gesteld op f 2000,-/hm. Een opstreckende weg kan gesteld worden op f 12 500,-/hm terwijl dit voor een dwarsweg vanwege het groter aantal kunstwerken f 15 000,-/hm bedraagt. In onderstaande tabel volgt een overzicht van de investering per ha bij aanleg van openbare wegen.

Tabel 1. Investering in guldens per ha bij aanleg van een dwarsweg met één respectievelijk twee opstreckende wegen
($I_d = f 15 000,-/hm$ $I_o = f 12 500,-/hm$)

p/z	z < 1		dwarsweg achterlangs z = 1	
	dwarsweg + 1 opstr.weg	dwarsweg + 2 opstr. w.	dwarsweg + 1 opstr.weg	dwarsweg + 2 opstr. w.
	$\frac{I_d + \frac{z}{2p} I_o}{D}$	$\frac{I_d + \frac{z}{p} I_o}{D}$	$\frac{\frac{1}{2} I_d + \frac{1}{2p} I_o}{D}$	$\frac{\frac{1}{2} I_d + \frac{1}{p} I_o}{D}$
0,4	30 625 /D	46 250 /D	23 125 /D	38 750 /D
0,5	27 500 /D	40 000 /D	20 000 /D	32 500 /D
0,6	25 416 /D	35 833 /D	17 916 /D	28 333 /D
0,7	23 929 /D	32 857 /D	16 429 /D	25 357 /D
0,8	22 813 /D	30 625 /D	15 313 /D	23 125 /D
0,9	21 944 /D	28 889 /D	14 444 /D	21 389 /D
1,0	21 250 /D	27 500 /D	13 750 /D	20 000 /D
1,1	20 682 /D	26 364 /D	13 182 /D	18 864 /D
1,2	20 208 /D	25 417 /D	12 708 /D	17 917 /D
1,3	19 808 /D	24 615 /D	12 308 /D	17 315 /D
1,4	19 464 /D	23 929 /D	11 964 /D	16 429 /D
1,5	19 167 /D	23 333 /D	11 667 /D	15 833 /D
1,6	18 906 /D	22 813 /D	11 406 /D	15 313 /D

Om aan te sluiten bij de opzet van het nomogram (fig. 4, blz. 12) is in tabel 1 de investering bij een bepaalde p/z verhouding gegeven. De investering voor een dwarsweg is bij een bepaalde diepte constant ($\frac{pD I_d}{pD^2}$). Per gebied komt hierbij de investering voor de bijbehorende opstreckende weg ($\frac{zD I_o}{pD^2}$), lengte opstreckende weg = $\frac{z}{p}$ x lengte dwarsweg.

Hierbij is $\frac{z}{p}$ de reciproke waarde van p/z waardoor bij een bepaalde p/z verhouding de investering per ha constant is ongeacht een afname van z . Afname van z veroorzaakt een afname van p en dus van de beschouwde weglengte evenals van de bijbehorende oppervlakte. Bij de krommen van fig. 4 voor een bepaalde p/z verhouding hoort hierdoor een bepaalde investering per ha, zodat tabel 1 aansluit bij het nomogram (fig. 4).

B a t e n / k o s t e n v e r h o u d i n g e n

Het effect r_v van de verschillende verbeteringsmaatregelen voor het intern bedrijfsverkeer kan worden afgeleid uit fig. 4 (nomogram).

Met behulp van de uit het nomogram gevonden waarde voor r_v en formule 1 zijn de baten te berekenen. Ook de investering is per situatie snel bepaald. Aangezien de baten constant verondersteld zijn, kunnen de verschillende mogelijkheden worden vergeleken op basis van het investeringseffect.

Het investeringseffect voor bedrijfswegen bedraagt:

$$\frac{\text{baten}}{\text{investering}} = \frac{r_v \cdot 0,01242 \cdot N \cdot k(0,5 + \frac{1}{4f})D}{a \cdot \frac{D}{F} \cdot I_b} = \frac{r_v \cdot 0,01242 \cdot (\frac{1511}{F} + 32)k(0,5 + \frac{1}{4f})F}{a \cdot I_b} \quad (7)$$

De factor $f (= \frac{D^2}{F})$ heeft nauwelijks invloed op de uitkomst waardoor de invloed van de diepte verwaarloosd kan worden. Het effect van verharde bedrijfswegen is hierdoor voornamelijk afhankelijk van de lengte (a) en, vanwege de ritfrequentie, van de bedrijfsgrootte (F). Fig. 5 geeft het investeringseffect bij verharding van de bedrijfsweg over het gedeelte a bij $F = 20, 30$ en 40 ha terwijl $D = 20$ km ($I_b = f \cdot 2 \cdot 000, -/km, k = f \cdot 15, -/uur$). Wijziging van D heeft daarbij nauwelijks invloed op de figuur. Uit fig. 5 volgt dat het effect toeneemt bij toenemende bedrijfsgrootte.

Bij aanleg van openbare wegen is de diepte wel van invloed op het investeringseffect. De baten volgen uit formule 1 en het nomogram ($r_v \times$ formule 1) : de bijbehorende investering volgt uit tabel 1.

Bij aanleg van één dwarsweg ($z < 1$) met twee opstreckende wegen bedraagt het investeringseffect:

Investeringsseffect

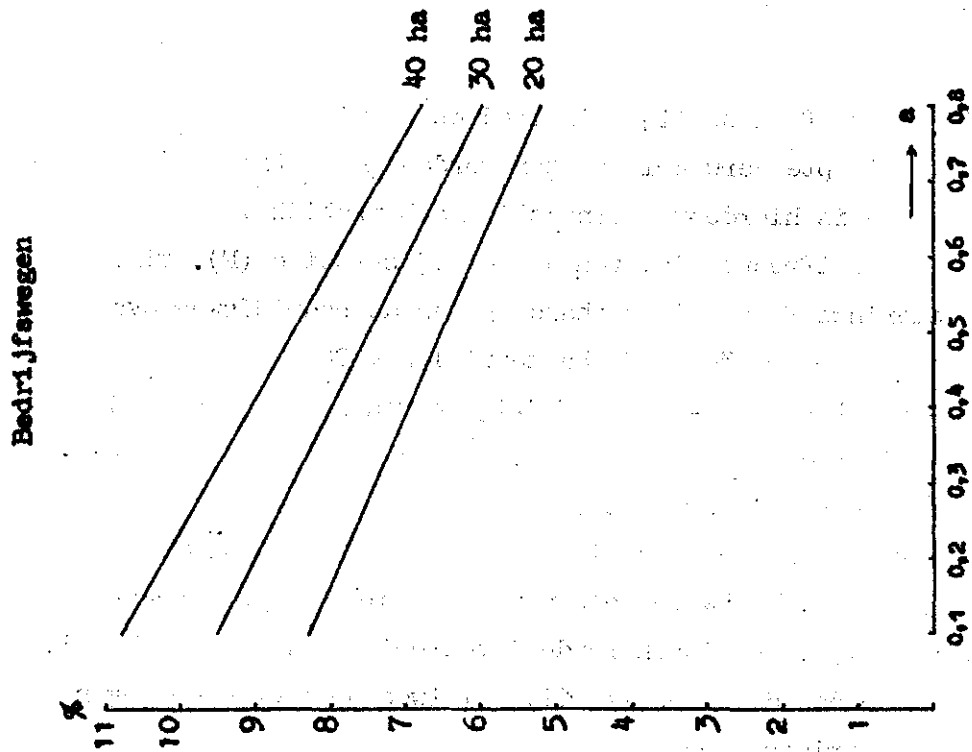


Fig. 5. Het investeringsseffect bij verharding van de bedrijfsweg over het gedeelte a voor $D = 20$ hm, $F = 20$, 30 en 40 ha, $k = f$ 15 , -/uur en $I_b = f$ 2000 , -/hm

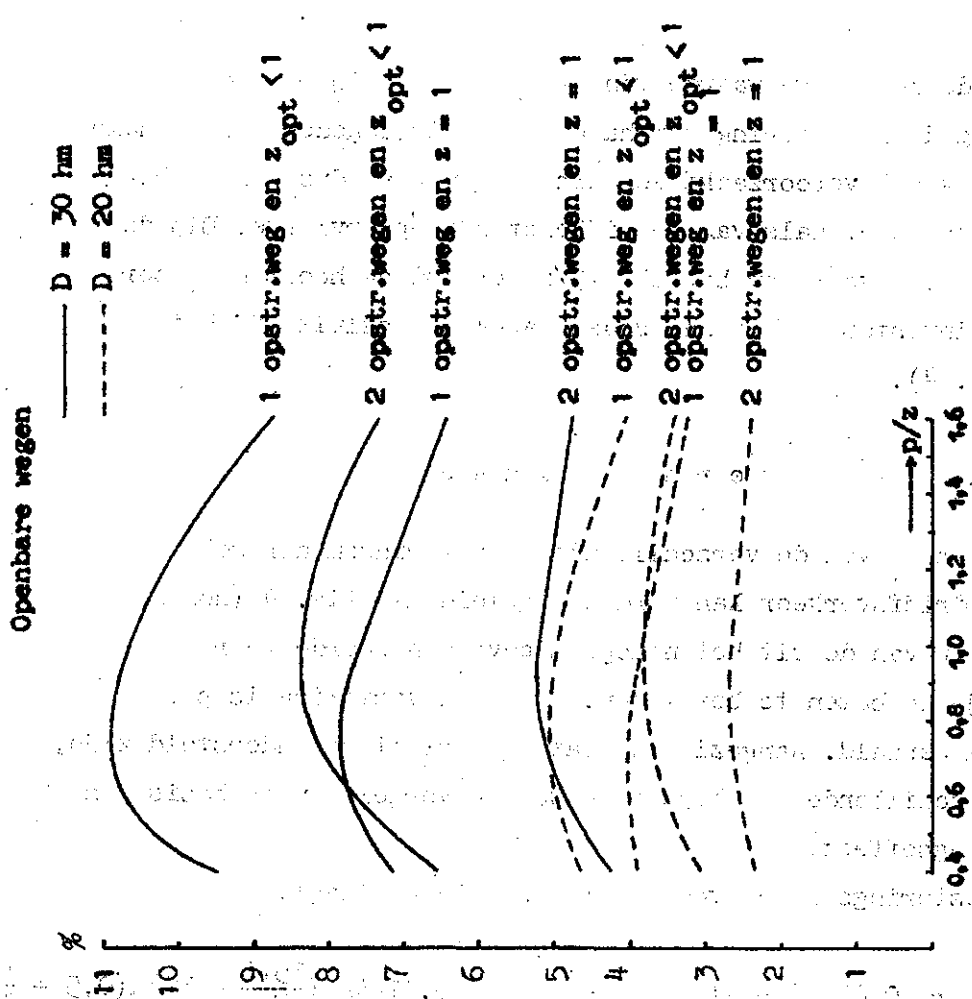


Fig. 6. Het investeringsseffect bij aanleg van openbare wegen in de vorm van één of twee opstrekkende wegen met een dwarsweg (achterlangs $z = 1$ of bij z optimaal + 0,6) afhankelijk van de verhouding p/z voor $F = 20$ ha, $D = 20$ en 30 hm, $k = f$ 15 , -/uur, $I_d = f$ 15000 , -/hm en $I_o = f$ 12500 , -/hm

$$\frac{\text{baten}}{\text{investering}} = \frac{r_v k \cdot N \left(0,5 + \frac{0,25}{f}\right) D}{\frac{p I_d + z I_o}{p D}} \quad \text{ofwel} \quad \frac{r_v k \left(\frac{1511}{F} + 32\right) \left(0,5 + \frac{0,25 F}{D^2}\right) D^2}{I_d + \frac{z}{p} I_o}$$

Een toename van de bedrijfsgrootte (F) bij constante diepte (D) geeft een afname van de ritfrequentie ($N = \frac{1511}{F} + 32$), een toename van de verbeteringsgraad (r_v uit fig. 4 waarin $f = \frac{D^2}{F}$) en een toename van de afstand in de dwarsrichting van de kavel ($\frac{0,25 F}{D^2}$). Daar de ritfrequentie overheerst, daalt het investeringseffect voor openbare wegen in tegenstelling tot bedrijfswegen naarmate de bedrijfsgrootte toeneemt.

Door toename van de diepte (D) bij constante bedrijfsgrootte (F) zal r_v en $\frac{0,25 F}{D^2}$ afnemen, maar door D^2 neemt het investeringseffect van openbare wegen sterk toe naarmate de diepte van het gebied groter wordt. Fig. 6 geeft het investeringseffect afhankelijk van het gekozen wegenpatroon (p/z) zowel voor een dwarsweg achterlangs ($z = 1$) als voor z optimaal ($\pm 0,6$) bij $F = 20$ ha, $D = 20$ en 30 hm, $k = f 15,-/\text{uur}$, $I_d = f 15 000,-/\text{hm}$ en $I_o = f 12 500,-/\text{hm}$. De optimale plaats van de dwarsweg volgt uit fig. 4. Het verband tussen de investering (tabel 1) en het nomogram werd reeds genoemd. Bij gelijke investering (een bepaalde p/z verhouding) wordt de grootste verbetering bereikt bij $z = \pm 0,6$. De invloed van f en p blijkt hierbij gering te zijn. Uit fig. 6 blijkt dat een weg achterlangs ($z = 1$) ondanks de tweezijdige ontsluitingsfunctie minder aantrekkelijk is dan een dwarsweg op $\pm 0,6 D$. Uit fig. 6 blijkt bovendien de invloed van p/z. Voor een gebied waar met de aanleg van één opstreckende weg met een dwarsweg kan worden volstaan blijkt de gunstigste p/z verhouding tussen 0,7 en 0,8 te liggen. Bij aanleg van twee opstreckende wegen met een dwarsweg ligt het optimum van p/z tussen 0,9 en 1,0. Vergelijking van de figuren 6 en 7 toont aan dat voor dit soort gebieden, waarbij de diepte in het algemeen minder dan 20 hm bedraagt en een toename van de bedrijfsgrootte mag worden verwacht, ter verbetering van het intern bedrijfsverkeer zonder boerderijverplaatsing aan de aanleg van bedrijfswegen de voorkeur moet worden gegeven. Voor de vergelijking van bedrijfswegen met openbare wegen werden de gemiddelde baten voor de gehele verhardingslengte van de bedrijfsweg berekend.

Voor bedrijfswegen is vooral de baten/kosten verhouding per verlenging van belang.

De baten volgen uit het verschil in transportkosten met en zonder verharding formule (1) - (2) en bedragen

$$0,005395 Nk(a - \frac{1}{2}a^2)D \text{ gld/ha.jr}$$

Voor verlenging wordt steeds 0,01D in beschouwing genomen ($a = 0,01$).

De kosten per ha worden berekend op basis van 8,5 % annuïteit (7,5 %, 30 jaar) voor f 2 000,-/hm verharding.

De jaarlijkse kosten worden dan;

$$\frac{0,085 \times 0,01 \times 2000 D}{F} \text{ gld/ha.jr}$$

In fig. 7 zijn de aldus berekende baten en kosten (beiden evenredig met D) uitgezet tegen de verhardingslengte. Er is onderscheid gemaakt in één weg per bedrijf en één gemeenschappelijke weg per twee bedrijven. Bij een gemeenschappelijke weg neemt de renderende verhardingslengte aanzienlijk toe vooral bij de kleinere bedrijven. Dit geldt echter slechts onder de voorwaarde dat beide boerderijen vlak naast elkaar staan. Is dit niet het geval, dan neemt het rendement aanzienlijk af door extra aanlegkosten van een verharding tussen de boerderij en de gemeenschappelijke weg, terwijl de baten afnemen doordat de ritlengte toeneemt.

In dit voorbeeld werd een afschrijvingstermijn van 30 jaar gekozen. Aangezien men over de keuze van de afschrijvingstermijn van mening kan verschillen zijn de plannen onderling vergeleken op basis van het investeringseffect. Fig. 8 biedt in aansluiting hierop de mogelijkheid om bij een te kiezen afschrijvingstermijn de interne rentevoet te bepalen. Hierdoor kan, indien dit gewenst wordt, bij het afwegen van de alternatieven onderscheid worden gemaakt in de afschrijvingstermijn van bedrijfswegen en openbare wegen.

XD GLD/HA.JR.

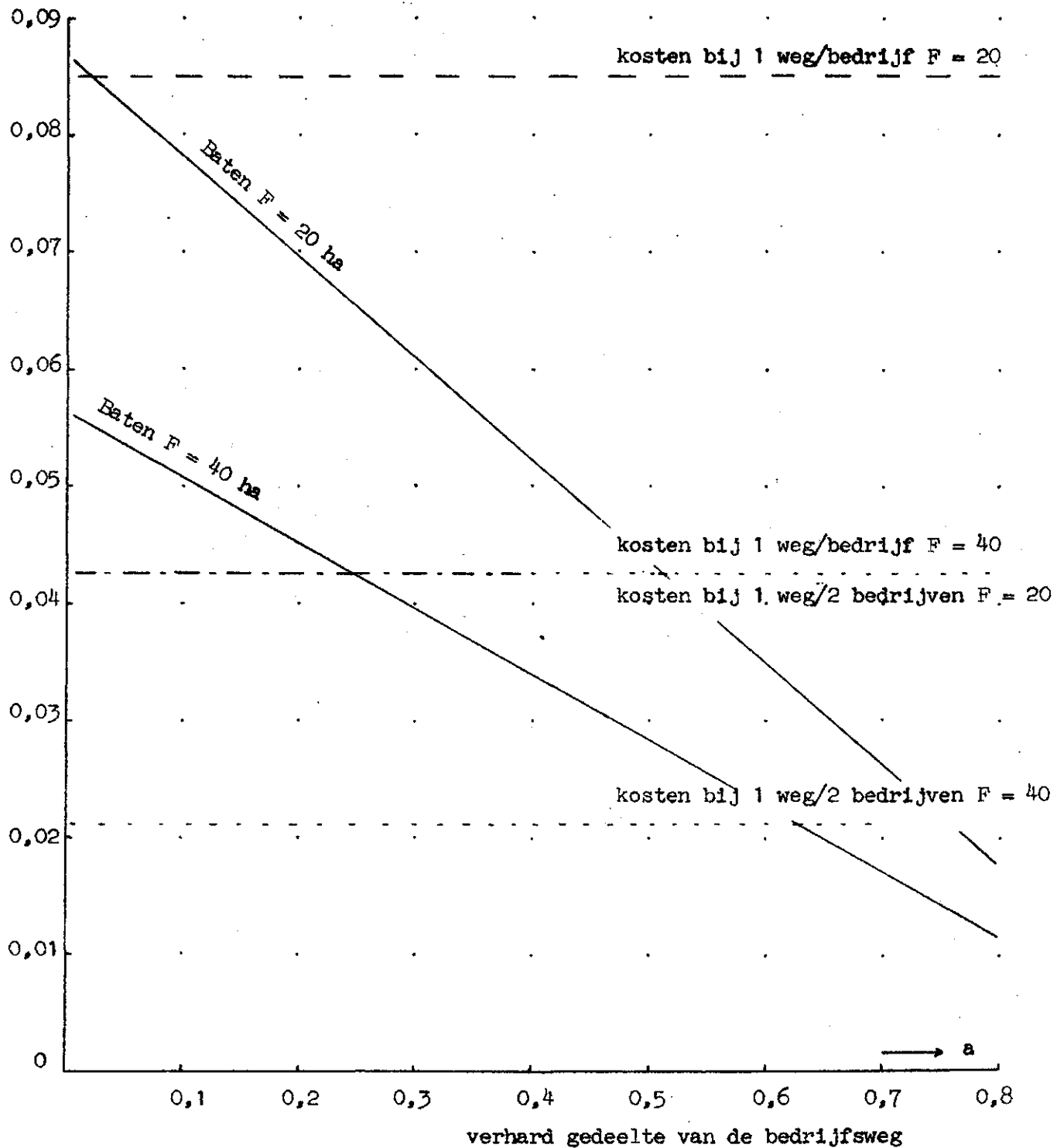
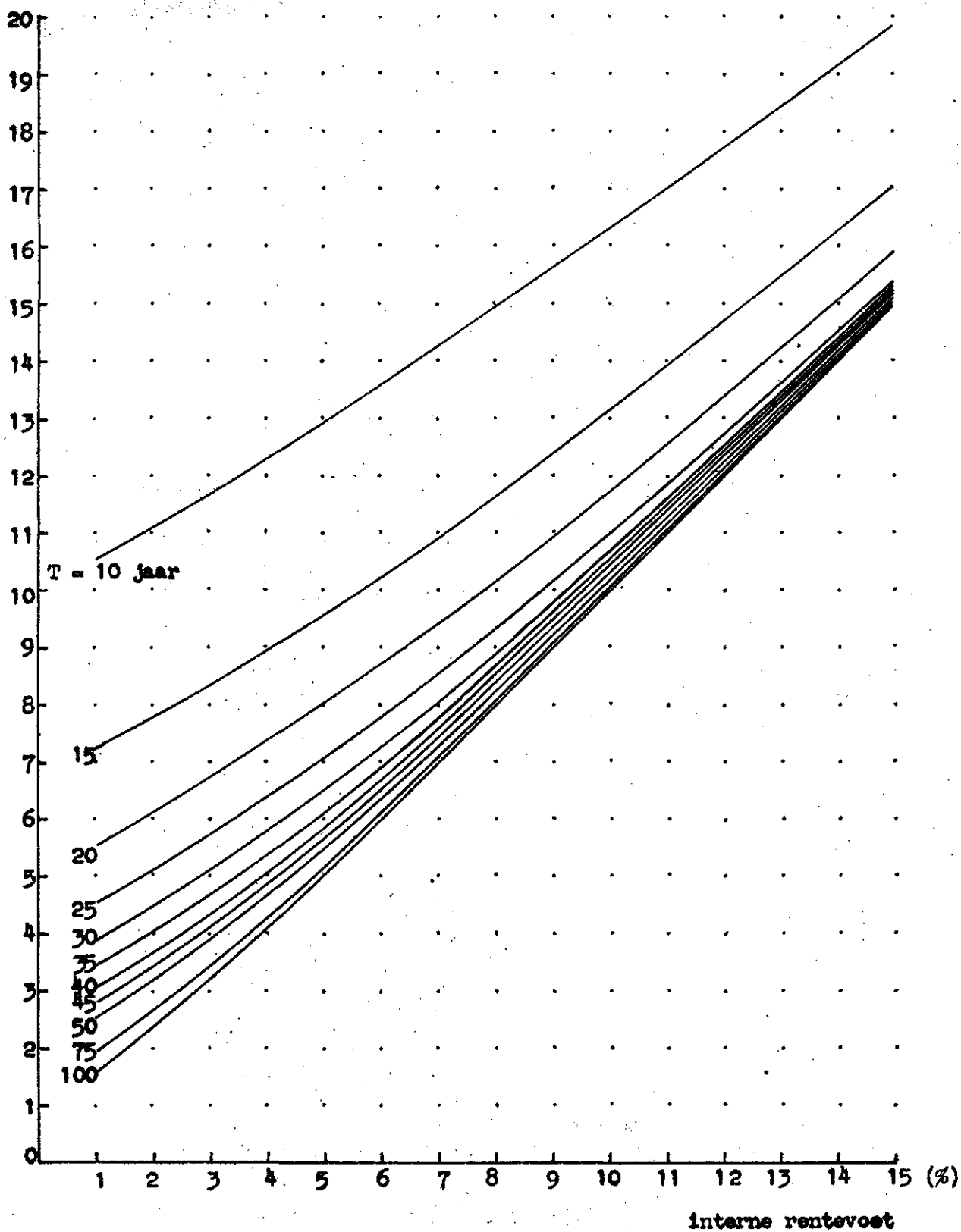


Fig. 7. De marginale baten bij toenemende relatieve verhardingslengte en de kosten voor het verharderen van de bedrijfsweg over 0,01D voor bedrijven van 20 en 40 ha.

Baten voor F = 20 ha	$8,7035(a - \frac{1}{2}a^2)D$ gld/ha.jr.	$(0,005395Nk(a - \frac{1}{2}a^2)D,$
Baten voor F = 40 ha	$5,6465(a - \frac{1}{2}a^2)D$ gld/ha.jr.	
Kosten voor F = 20 ha	$0,085D$ gld/ha.jr.	$k = f 15,-/uur$
voor F = 40 ha	$0,0425D$ gld/ha.jr.	$\frac{0,085aDI_b}{F}, a=0,01, I_b = f 2000,-/hm$

Investerings­effect

%



Figuur 8: OMREKENING INVESTERINGSEFFECT IN INTERNE RENTEVOET, BATEN CONSTANT ($CF_1 = CF_2 = \dots CF_t$)

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Op basis van het intern bedrijfsverkeer in graslandgebieden met een strokenverkaveling is aan de hand van een model het verharderen van bedrijfswegen met de aanleg van openbare wegen vergeleken. In het model zijn de bedrijfsgrootte (F), de bedrijfsdiepte (D), de diepte-breedte verhouding (f), het verhard gedeelte van de bedrijfsweg (a) en de lengteverhouding tussen de dwarsweg en de opstreckende weg (p/z) variabel gesteld. Hierdoor kon de onderlinge invloed van deze factoren worden aangegeven. De bedrijven bestaan uit een aaneengesloten bedrijfskavel. De jaarlijkse baten welke ontstaan uit verkorting van de transporttijd zijn constant verondersteld. De baten zijn berekend uit ritfrequentie, snelheid, af te leggen afstand en uurkosten van transportmiddelen en personen. Een trekker met eventuele aanhang of aanbouw, exclusief bediening, werd daarbij voor f 4,50 per uur en een vrijkomend manuur voor f 5,80 gewaardeerd.

Bij 1.8 manritten per trekkerit bedragen de transportkosten dan f 15,-/uur. De onderhoudskosten voor onverharde en verharde bedrijfswegen evenals voor openbare wegen werden per ha aan elkaar gelijk gesteld. Voor berekening van de baten werd door VAN GELDEREN een hulpmogram ontwikkeld waaruit de graad van verbetering voor het intern bedrijfstransport kan worden afgelezen (fig. 4, blz. 12). Het verharderen van bedrijfswegen werd gesteld op f 20,-/m', aanleg van een opstreckende weg op f 125,-/m' en een dwarsweg, wegens het groter aantal kunstwerken op f 150,-/m'.

De verschillende mogelijkheden, zoals verharding van de bedrijfswegen of uitbreiding van het bestaande wegenet, zijn vergeleken op basis van het investeringseffect (fig. 5 en 6, blz. 18). Voor bedrijfswegen werd het investeringseffect bepaald voor bedrijven van 20, 30 en 40 ha en voor openbare wegen bij bedrijven van 20 ha met een diepte van 20 en 30 hm.

Indien men de alternatieven bij een bepaalde afschrijvings-termijn wil vergelijken, dan kan het investeringseffect met behulp van fig. 8 blz. 22 worden vertaald in de interne rentevoet.

Voor bedrijfswegen op bedrijven van 20 en 40 ha werden de marginale baten bij toenemende verhardingslengte en de jaarlijkse kosten per verlenging op basis van een annuïteit van 8,5 % gedurende

30 jaar berekend. Hierbij is onderscheid gemaakt in de aanleg van één weg per bedrijf en een mandelige weg voor twee bedrijven (fig. 7, blz. 21).

Op grond van de gekozen uitgangspunten blijkt, dat ter verbetering van het intern bedrijfsverkeer zonder boerderijverplaatsing:

- a. de aanleg van openbare wegen niet aantrekkelijk is (vooral in tegenstelling tot mandelige bedrijfswegen), tenzij door een geringe uitbreiding van een bestaand wegennet een gunstige lengte-breedte verhouding van de door de wegen ingesloten ontsluitingsvakken te bereiken is, of hoge baten buiten de agrarische sfeer worden verwacht;
- b. het effect van openbare wegen voor het intern bedrijfsverkeer in graslandgebieden afneemt naarmate de bedrijfsgrootte toeneemt;
- c. het effect bij verharding van bedrijfswegen toeneemt naarmate de bedrijven groter worden;
- d. de diepte van het beschouwde gebied wel van invloed is op het effect van openbare wegen (fig. 6, blz. 18), doch niet op het effect van verharde bedrijfswegen (fig. 7, blz. 21);
- e. de optimale verhardingslengte van bedrijfswegen toeneemt naarmate de bedrijven groter zijn en dat een mandelige weg meer effect heeft bij kleine dan bij grote bedrijven (fig. 7);
- f. indien aan de aanleg van openbare wegen de voorkeur wordt gegeven wegens andere functies (recreatie etc) en de mogelijk geringe flexibiliteit van bedrijfswegen in de toekomst, dan blijkt dat het gunstigste resultaat bereikt wordt bij aanleg van een dwarsweg op $\pm 0,6$ deel van de diepte (fig. 4, blz. 12);
- g. de aanleg van een weg achterlangs ($z = 1$) ondanks de tweezijdige ontsluitingsfunctie minder aantrekkelijk is, tenzij opstreckende wegen reeds in voldoende mate aanwezig zijn;
- h. de gunstigste verhouding tussen de dwarsweg en de opstreckende weg, afhankelijk van de diepte, bij aansluiting aan een bestaande opstreckende weg tussen $p/z = 0,7$ en $0,8$ en zonder bestaande opstreckende wegen tussen $p/z = 0,9$ en $1,0$ ligt (fig. 6, blz. 18).

Het nomogram (fig. 4, blz. 12) biedt tenslotte de mogelijkheid om per gebied het gunstigste ontwerp in een bestaand wegennet in te passen.

Voor de beoordeling van het niveau van de gevonden investerings-effecten moet rekening worden gehouden met de gekozen uitgangspunten

vooral ten aanzien van de waardering der uit het transport vrijkomende uren. Een meer reële waardering van de uit het transport vrijkomende arbeid- en tractie-uren kan plaatsvinden op basis van bedrijfsbegrotingen met behulp van lineaire programmering. Aangezien een herwaardering van de factoren N en k alleen invloed heeft op het vergelijkingsniveau, worden de bij deze studie gehanteerde waarden voor de vergelijking van de ontsluitingsmogelijkheden voldoende geacht.

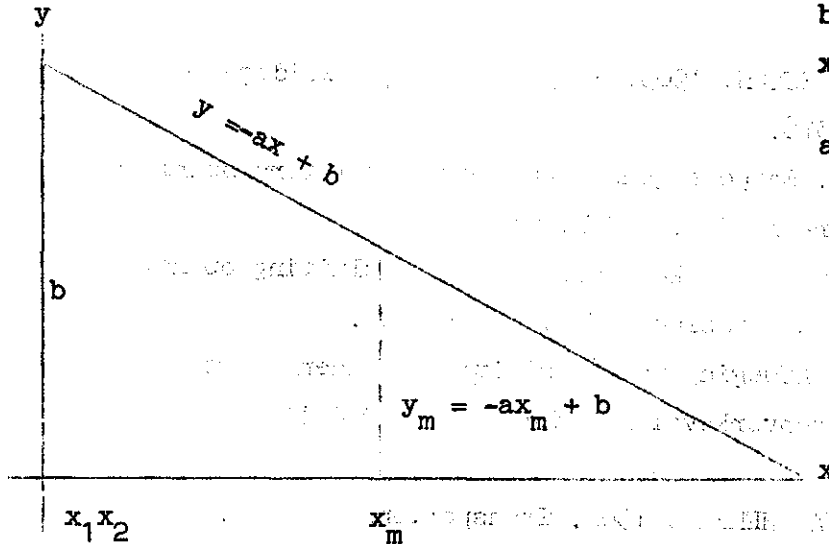
G e b r u i k t e s y m b o l e n

- N = het aantal enkele ritten/ha.jr $N = \frac{1511}{F} + 32$
- k = uurkosten van het transport $k = k_t + b k_1$
- k_t = uurkosten van een trekker met eventuele aanbouw
- k_1 = uurkosten van een persoon
- b = $\frac{\text{aantal manritten}}{\text{aantal trekkerritten}}$
- F = de gemiddelde bedrijfs grootte in ha
- D = de diepte van het bedrijf of gebied in hm
- f = diepte/breedte verhouding van de bedrijven ($f = \frac{D^2}{F}$)
- r_v = relatieve vermindering van de schijnbare gemiddelde kavelafstand
(relatieve vermindering van de transporttijd)
- a = verhouding van de lengte waarover bedrijfswegen worden verhard
en de diepte D
- p = verhouding afstand opstreckende wegen en de diepte D
- z = verhouding afstand dorpsweg - weg achterlangs en de diepte D
- p/z = lengte/breedte verhouding van de door dwars- en opstreckende
wegen gevormde vakken
- αD = $0,803 z D$ De bij omrijden theoretisch maximaal afgelegde afstand
over de dwarsweg in hm
- βD = $0,3837 (0,803 z - \frac{1}{f}) D$ De theoretisch maximaal over land af te
leggen afstand na omrijden binnen vak III van fig. 1 en 3 in hm
- I_b = aanlegkosten/hm bedrijfsweg
- I_o = aanlegkosten/hm opstreckende weg
- I_d = aanlegkosten/hm dwarsweg

LITERATUUR

- FLACH, A.J. 1966. Ritproduktie van landbouwverkeer in graslandgebieden. Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen, nr 678.
- _____ en J.G. VAN KEULEN, 1965. Ritproduktie van weidegebieden I.C.W. nota 318.
- KEULEN, J.G. VAN, 1965. Enige eigenschappen van het intern bedrijfsverkeer in graslanden. I.C.W. nota 311.
- _____ 1963. Invloed van de kavelform en de ontsluiting op het gebruik van het grasland. I.C.W. nota 232.
- OOSTERBAAN, G.A. 1967. Afweging van ontsluitingsplannen in gebieden met een strokenverkaveling. Mededeling 70 Cultuurtechnische Dienst.
- REINDS, G.H. en A.K. VAN HEMERT, 1962. Transportonderzoek I.C.W. nota 144
- RIGHOLT, J.W. 1964. Wegkwaliteit en landbouwtransport. I.C.W. mededeling 66.
- SPARENBURG, G.A. 1964. Een ontsluitingssysteem bij opstreckende verkaveling, landbouwkundig tijdschrift 76-6.
- _____ 1964 Perceelontsluiting bij een opstreckende verkaveling, landbouwkundig tijdschrift 76-20.
- SPRIK, J.B. 1969. Vergelijkende studie van enkele ontsluitingsalternatieven voor veenkoloniale akkerbouwbedrijven. I.C.W. nota 528.
- SPIJK, P. m.m.v. Th.J. LINTHORST, 1968. Routedistributie bij landbouwbedrijfsverkeer. I.C.W. verspreide overdruk 66.

Gewogen gemiddelde afstand voor vak III bij $\frac{2}{f} < p < 2\alpha$



$$b = \beta D$$

$$x_m = \frac{1}{2} p D - \frac{D}{f}$$

$$a = \frac{\beta}{f}$$

$$\alpha = \frac{1}{f}$$

gem. afstand over de dwarsweg;

$$\frac{x_1 o_1 + x_2 o_2 + \dots + x_m o_m}{o_1 + o_2 + \dots + o_m} = \frac{\int_0^{x_m} x(-ax + b) dx}{x_m \left(\frac{-ax_m + b + b}{2} \right)}$$

$$\frac{1}{-\frac{1}{2}ax_m^2 + bx_m} \int_0^{x_m} (-ax^2 + bx) dx = \frac{2}{-ax_m^2 + 2bx_m} \left(-\frac{1}{3}ax_m^3 + \frac{1}{2}bx_m^2 \right) =$$

$$\frac{2x_m^2 \left(\frac{1}{2}b - \frac{1}{3}ax_m \right)}{x_m (2b - ax_m)} = \frac{x_m \left(b - \frac{2}{3}ax_m \right)}{2b - ax_m} = \frac{\left(\frac{1}{2}p - \frac{1}{f} \right) D \left\{ \beta D \frac{2\beta \left(\frac{1}{2}p - \frac{1}{f} \right) D}{3 \left(\alpha - \frac{1}{f} \right)} \right\}}{2\beta D - \frac{\beta}{f} \left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right) D} =$$

$$\frac{\left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right) \left\{ 1 - \frac{2 \left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right)}{3 \left(\alpha - \frac{1}{f} \right)} \right\} D}{2 - \frac{\left(\frac{p}{2} - \frac{1}{f} \right)}{\left(\alpha - \frac{1}{f} \right)}}$$

gewogen gemiddelde afstand over de dwarsweg grenzend aan vak III.

gem. afstand over land in vak III

$$\frac{1}{-\frac{1}{2}ax_m^2 + bx_m} \int_0^{x_m} \frac{-ax+b}{2} (-ax+b) dx = \frac{1}{2bx_m - ax_m^2}$$

$$\int_0^{x_m} (a^2x^2 - 2abx + b^2) dx = \frac{1/3 a^2 x_m^3 - abx_m^2 + b^2 x_m}{2bx_m - ax_m^2} =$$

$$\frac{1/3 \frac{\beta^2}{(\alpha - \frac{1}{f})^2} (\frac{p}{2} - \frac{1}{f})^2 D^2 - \frac{\beta^2 D}{\alpha - \frac{1}{f}} (\frac{p}{2} - \frac{1}{f}) + \beta^2 D^2}{2D - \frac{\beta}{\alpha - \frac{1}{f}} (\frac{p}{2} - \frac{1}{f})} =$$

$$\frac{\left\{ \frac{\beta (\frac{p}{2} - \frac{1}{f})^2}{3 (\alpha - \frac{1}{f})^2} - \frac{\beta (\frac{p}{2} - \frac{1}{f})}{\alpha - \frac{1}{f}} + \beta \right\} D}{2 - \frac{(\frac{p}{2} - \frac{1}{f})}{(\alpha - \frac{1}{f})}}$$

gewogen gemiddelde afstand over
land binnen vak III

$$\frac{1}{x^2} = x^{-2}$$

$$\frac{d}{dx} x^{-2} = -2x^{-3}$$

$$= -\frac{2}{x^3}$$

$$= -\frac{2}{x^3}$$

Answer: $-\frac{2}{x^3}$