INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 460, d.d. 5 april 1968

Grondverzet op het slootdempings-proefobject te Leens

ir J.A.Kester en J.B.Sprik

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.

INLEIDING

De kleine en vaak onregelmatig gevormde percelen in het Noordelijk kleimozaïekgebied gaan bij een voortschrijdende mechanisatie de bedrijfsvoering steeds meer belemmeren. De noodzaak om tot grotere bewerkingseenheden te komen wordt vooral voor bouwland sterk gevoeld. De voor de perceelsvergroting noodzakelijke slootdemping wordt in dit gebied bemoeilijkt door de kruinigheid van de percelen. Volledige opvulling van de sloten zou gepaard gaan met zoveel grondverzet, dat dit economisch niet verantwoord is. Door de Provinciale Directie Groningen van de Cultuurtechnische Dienst en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding is te Leens een proef uitgevoerd om de mogelijkheden van perceelsvergroting zonder volledige egalisatie te onderzoeken. Na demping zal moeten blijken of lagere terreingedeelten op deze slempgevoelige lichtzavelige gronden ten aanzien van de bewerkbaarheid getolereerd kunnen worden. Tevens moet worden nagegaan welke uitvoeringstechniek uit het oogpunt van structuurbehoud de voorkeur verdient.

In deze nota zal na een korte beschrijving van de in de proef opgenomen plan- en uitvoeringsalternatieven nader worden ingegaan op het grondverzet aan de hand van tijdens de uitvoering verrichte tijdwaarnemingen.

In een latere publikatie zal aandacht worden besteed aan de landbouwkundige resultaten van de demping en de daaraan ten grondslag liggende hydrologische en bodemkundige omstandigheden.

PROEFOPZET

De kavel waarop de proef is uitgevoerd is circa 13 ha groot en bestaat uit lichte kwelderruggrond. In het kader van de ruilverkaveling Zwintocht had deze kavel reeds een goede vorm gekregen maar hij was samengesteld uit 12 sterk kruinige percelen, waarvan er 8 als bouwland en 4 als grasland gebruikt werden. Na de uitvoering is het gemengde gebruik gehandhaaft, waarbij het grasland in de vorm van kunstweide wordt aangehouden.

Bij slootdemping op ruimere schaal mag er niet op worden gerekend dat hiervoor voldoende grond vrijkomt uit te graven leidingen, wegcunets etc. De grond zal dus speciaal voor de demping gewonnen moeten worden. Om de transportafstand zo klein mogelijk te houden is de voor het dempen benodigde grond onttrokken van de direct langs de sloot liggende stroken.

Beproefd zijn de volgende alternatieven:

Alternatief I: De sloten worden gedempt en de afhangende perceelskanten opgehoogd tot minstens 0,85 m boven HWL. Een daarbij ingesloten laagte wordt verticaal gedraineerd door een infiltratieputje, dat aangesloten wordt op een der twee langs de gedempte sloten aangebrachte drainreeksen. Als infiltratieputje is in deze proef gebruik gemaakt van een in de handel zijnde betonnen putje waarvan de deksel geperforeerd wordt. Hierboven wordt een tot het maaiveld reikende laag filtermateriaal - i.c. schelpen - aangebracht.

Alternatief II: In afwijking van alternatief I worden de sloten zover opgevuld dat geen ingesloten laagten gevormd worden. Om te voorkomen dat deze bij kleine nazakkingen alsnog zouden ontstaan is in de lengterichting van de sloot een verhang van 10 cm op 100 m aangehouden. In de dwarsrichting mag de helling niet groter zijn dan 1:40. Deze eis is gesteld om te voorkomen dat de bovengrondse afstroming te groot wordt, daar het bovengronds naar het slootdal gestroomde water door de grond naar de langs de gedempte sloot gelegde drainreeksen zal moeten zakken.

Alternatief I is op de noordelijke helft en alternatief II op de zuidelijke helft van het proefveld toegepast. Mogelijke knelpunten bij een ingrijpende perceelsvergroting vormen vooral de te dempen slootkruisingen. Om hiermee in deze proef zoveel mogelijk ervaring op te doen zijn de twaalf percelen samengevoegd tot één perceel. Hierbij moeten in de noordelijke helft 3 infiltratieputjes voor een voldoende ontwatering zorgen.

Om na te gaan welke invloed de bij slootdemping gebruikte werktuigen op de bodemstructuur van lichte gronden heeft is het grondverzet op de helft van de oppervlakte van beide planalternatieven verricht door middel van spitten met de dragline (zonder transportmiddelen) en op de andere helft door middel van diepploegen en afschuiven van de bovengebrachte ondergrond. Een overzicht van de proefopzet wordt gegeven in figuur 1. De detailontwatering van het nieuw gevormde perceel wordt verzorgd door een systematisch buizenstelsel. Voor de uitvoering was geen buizendrainage aanwezig. Er is een nieuw stelsel ontworpen met - in principe - een onderlinge drainafstand van 10 m; deze drainafstand is echter enigszins aangepast aan de relatieve hoogteligging.

BEGROTE KOSTEN VAN UITVOERING

Tabel 1 geeft een overzicht van de bij deze proefopzet te verwerken hoeveelheden en de begrote kosten van uitvoering. Ter vergelijking is tevens uitgerekend hoe groot het grondverzet en de uitvoeringskosten zouden zijn bij een volledige egalisatie.

Uit de tabel blijkt dat de benodigde hoeveelheid dempingsgrond bij het dempen zonder ingesloten laagten per lengte-eenheid te dempen sloot circa 50% groter is dan bij het tolereren van ingesloten laagten. Deze grotere behoefte maakt dat ook de bewerkte oppervlakte en daarmee het voor het sparen van de bouwvoor benodigde grondverzet groter is (fig. 2). Bij ploegen en afschuiven zijn de kosten bij demping met ingesloten laagten *f* 1320,- en bij demping zonder ingesloten laagten *f* 1660,- per 100 m' gedempte sloot. De kosten bij dragline uitvoering liggen in beide gevallen ruim 50% hoger.

Volledige egalisatie zou bij ploegen en afschuiven ongeveer 50% meer kosten dan het dempen met ingesloten laagten; bij het werken met de dragline zouden de kosten meer dan 100% stijgen.

UITVOERING

In het najaar van 1965 werd onder gunstige weers- en terreinomstandigheden door de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij met de uitvoering begonnen. De dempingen werden sloot voor sloot uitgevoerd.

Op het ploeg- en schuifobject werd om de sloot heen geploegd, waarbij bij het maken van de eerste voor de slootrand direct in de sloot werd gedeponeerd. Er werd gebruik gemaakt van een Walploeg no. 20 getrokken door een Caterpillar D6 met verbrede rupsbanden; het schuiven gebeurde met dezelfde rupstrekker.

Op vak B van het dragline object werd een Boom (BM 16, bakinhoud 700 l) en op vak C een Ruston Bucyrus (22 RB, bakinhoud 800 l) ingezet. Er werd gewerkt in stroken evenwijdig aan de te dempen sloot.

Toen half november de periode met overwegend droog najaarsweer overging in een periode met vorst en sneeuw was het draglinewerk inmiddels geheel uitgevoerd. Op het ploeg- en schuifobject was de uitvoering, waarmee later was begonnen en die bovendien gedurende een week gestagneerd was geweest tengevolge van regenval, nog niet voltooid. De toen nog niet gedempte sloot is in het volgende voorjaar afgewerkt.

Tabel 1.

A: Staat van hoeveelheden voor proefobject Zwintocht

	Vak*	Opper-vlakte in ha	Lengte te dempen sloot		Slootinhoud m^3	Slootinhoud + ophoging slootkanten		Te bewerken opper-vlakte ha
			totaal	m'/ha		totaal	m^3/m'	
Met ingesloten laagten	A	2,8	340	121	730	910	2,7	1,0
	B	3,6	510	141	1130	1 420	2,8	1,7
Zonder ingesloten laagten	C	2,9	460	158	770	1 800	3,9	2,1
	D	4,0	585	146	1260	2 275	3,9	3,0
Bij voll. egalisatie	A t/m D	13,3	1895	142	3890	17 375	9,2	13,3

* A en D = uitvoering met ploegen en afschuiven; B en C = uitvoering met dragline

B: Begrote kosten in guldens per ha en per 100 m' gedempte sloot bij uitvoering door ploegen en afschuiven en door een dragline (excl. systematische drainage) voor proefobject Zwintocht, zie ook bovenstaande tabel

	Vak	Ploegen en afschuiven		Dragline	
		per ha	per 100 m' gedempte sloot	per ha	per 100 m' gedempte sloot
Met ingesloten laagten	A	1610	1320	-	-
	B	-	-	2920	2060
Zonder ingesloten laagten	C	-	-	4000	2520
	D	2430	1660	-	-
Bij voll. egalisatie	A t/m D	2740	1930	6320	4440

MEETRESULTATEN

Tijdens de uitvoering in het najaar zijn bij de draglines een groot aantal detailwaarnemingen gedaan, terwijl bovendien van alle werktuigen dagprestaties zijn bijgehouden. Naast de onafgewerkte sloot in vak D moest ook in elk der vakken A en C een sloot buiten beschouwing blijven, omdat daar de uitgangstoestand door het uitvoeren van ruilverkavelingswerken inmiddels gewijzigd was.

Op grond van de detailwaarnemingen kon de netto-prestatie worden bereken. Bij deze berekeningen is ervan uitgegaan dat de uitleveringsfactor voor lichte zavelgrond 0,80 bedraagt (VERHAGEN, 1963). Een overzicht van de prestaties, gespecificeerd naar werkzaamheden en handelingen wordt gegeven in tabel 2.

Uit de tabel blijkt dat de cyclustijden voor overeenkomstige werkzaamheden bij de 22 RB hoger zijn dan bij de BM 16, zodat ondanks de grotere bakinhoud de netto-uurprestatie voor de eerstgenoemde machine lager ligt. Gemiddeld over alle werkzaamheden is deze voor de BM 16 84 m^3/uur en voor de 22 RB 71 m^3/uur. Bij beide machines blijkt de tijd, die het afwerken van het maaiveld vergt, groter te zijn dan de zwenktijd bij overdraaien. Hierdoor ligt de uur-prestatie bij spitten lager dan bij overslaan

Op het dragline-object werd alle grondtransport door de dragline zelf verricht. Teneinde een berekening van de bruto-prestaties mogelijk te maken moet vastgesteld worden hoeveel grond twee of meerdere malen moet worden opgenomen. In de breedterichting kan de grond binnen de bewerkingsstrook direct op zijn plaats worden gebracht, terwijl het transporteren naar een volgende strook altijd een extra bewerking met zich brengt. De maximale transportafstand in de lengterichting laat zich berekenen aan de hand van het in figuur 3 weergegeven model. Hierbij is:

R = het maximale werkbereik van de dragline

aR = de afstand van het middelpunt van de dragline tot de rand van de werkstrook

sR = de verplaatsingsafstand van de dragline per keer (aanname s = 0,32R)

V = de plaats van vullen van bak, onderscheiden in:

V_1 = plaats van ontgraven uit te hoge terreingedeelten
V_2 = plaats van opnemen uit depot (grond afkomstig uit dezelfde strook)
V_3 = plaats van opnemen uit depot (grond afkomstig uit naastgelegen strook)

Tabel 2. Overzicht van de prestaties van de draglines BM 16 (700 l) en 22 RB (800 l); tijd in centiminuten

	BM 16		22 RB		BM 16[1]	
Spitten van bovengrond						
Gem. bakvulling		0,90		0,97		0,91
Grond in bak		9,9		14,3		13,4
Grond weg – zonder na-egalisatie	22,4	25,9	24,6	41,2	23,0	41,9
Grond weg – met na-egalisatie	29,8		48,3		47,9	
Gem. cyclustijd		35,8		55,5		55,3
Netto-capaciteit in m^3/uur[2]		84		67		55

	Uit depot BM 16		Uit depot en te ontgraven 22 RB		Te ontgraven 22 RB	
Over draaien van ondergrond						
Gem. Bakvulling		1,00		1,02		0,90
Grond in bak		11,9		14,1		16,4
Grond weg – draaihoek 60°	19,5	22,4	110° 25,8	27,9	90° 26,8	29,1
Grond weg – 90°	21,7		160° 27,4		110° 29,3	
Grond weg – 120°	25,9		180° 32,4		160° 34,1	
Gem. cyclustijd		34,3		42,0		45,5
Netto-capaciteit in m^3/uur[2]		98		93		76

	BM 16	22 RB
Gemiddeld over alle werkzaamheden		
Gem. bakvulling	0,92	0,97
Grond in bak	10,6	14,6
Grond weg	26,3	35,9
Gem. cyclustijd	39,9	50,5
Netto-capaciteit in m^3/uur[2]	84	71

1) Spitten met terughalen van bovengrond uit depot (40 - 100°)

2) Hierbij is rekening gehouden met een uitleveringsfactor voor lichte zavelgrond van 0,80

W = plaats van wegwerpen van de grond, onderscheiden in:

W_1 = plaats van verwerken in te lage terreingedeelten
W_2 = plaats van verwerken in depot (grond blijft binnen strook)
W_3 = plaats van verwerken in depot (grond gaat naar volgende strook).

Onder vullen wordt verstaan het halen van de grond tot op de lijn van de machine; het wegwerpen begint daarna vanaf die lijn tot de plaats van storten.

Indien $\cos \phi_a = a$ (ϕ_a in radialen)

dan is: $O_a = (\pi/4 - \frac{\phi_a}{2} + \frac{\sin 2\phi_a}{4}) \cdot R^2$

en zijn de formules voor de bij de transportafstanden gebruikte coëfficiënten:

$$v_{a1} = \frac{O_a}{aR^2} - \frac{s}{2} \qquad w_{a1} = v_{a1}$$

$$v_2 = \frac{O_{0,4} - O_{0,2}}{0,2\ R^2} - \frac{s}{2} \qquad w_2 = \sin \phi_{0,3} - \frac{s}{4}$$

$$v_{a3} = \frac{O_a - O_{(a-0,2)}}{0,2\ R^2} - \frac{s}{2} \qquad w_{a3} = \sin \phi_{(a+0,1)} - \frac{s}{4}$$

Voor een aantal a-waarden zijn de waarden gegeven in tabel 3.

Tabel 3. Te gebruiken coëfficiënten bij het vaststellen van de ~~maximale~~ MAXIMALE transportafstand bij draglines

	a = 1	0,8	0,6	0,4	0,2
v_{a1}	0,63	0,72	0,78	0,81	0,83
v_2	0,79	0,79	0,79	0,79	-
v_{a3}	0,25	0,55	0,70	0,79	0,83
w_{a1}	0,63	0,72	0,78	0,81	0,83
w_2	0,87	0,87	0,87	0,87	-
w_{a3}	-	0,36	0,63	0,79	0,87

In het onderhavige proefobject was het maximum werkbereik van de dragline 12,5 m, zodat de maximum transportafstand $V_{a1}R$, etc. gemakkelijk kan worden vastgesteld.

Daar bij alle sloten de ligging der werkstroken is opgetekend kan nu aan de hand van de schuifdiagrammen worden nagegaan hoeveel grond meerdere malen moet worden verwerkt. Een voorbeeld hiervan geeft fig. 4.

De bruto-prestaties van de beide machines zijn vastgelegd in tabel 4.

Tabel 4. Bruto-prestaties van de ingezette draglines

	Sloot-lengte	Ont-graven	1e maal extra over-slaan	2e maal extra over-slaan	Terug-zetten	Totaal grond-verzet	Werk-tijd	Pres-tatie
	m'	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	uren	m^3/uren
22 RB (vak B)								
sloot IV	160	307	192	-	1150	1649	28	59
V	130	406	201	-	1225	1832	31	59
VI	170	741	304	47	1525	2617	41	64
IX^{ged}	20	196	-	-	250	446	6,5	69
Totaal	480	1650	697	47	4150	6544	106,5	61
BM 16 (vak C)								
sloot VIII	210	898	704	-	2275	3877	52,5	74
X	70	213	146	-	725	1084	17	64
IX^{ged}	50	189	332	-	725	1246	17	73
Totaal	330	1300	1182	-	3725	6207	86,5	72

Vergelijken wij de geleverde prestaties met de normen van het calculatie vademecum van de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij (1963) dan blijkt de BM 16 daaraan ruim te voldoen namelijk 72 m^3/uur tegen een norm van 62 m^3/uur; de prestatie van de 22 RB ligt echter lager dan de norm namelijk 61 m^3/uur tegen 67 m^3/uur. Bij beide machines blijkt de bruto-prestatie slechts 15% lager te liggen dan de netto-prestatie.

In vak B werd 480 m' sloot gedempt in 106,5 uur. Houden wij een algemeen verletpercentage aan van 10% (in werkelijkheid was het verlet 5 uur, waarvan voor aanvoer en omstellen 1 uur, voor transport op de kavel 1 uur en wegens regen 3 uur) dan kunnen wij stellen dat het dempen van 100 m' sloot 24,4 dragline-uren heeft gevraagd. Een dragline-uur (800 l bak) met arbeider kon in 1965 worden gesteld op $\frac{122}{100}$ x (25,80 + 3,75) = f 36,- (incl.22% toeslag).

De grondverzetkosten per 100 m' sloot zijn dan 24,4 uur à *f* 36,- = *f* 880,-. Van de in de begroting vermelde dempingskosten ad *f* 2060,- per 100 m' sloot zijn de grondverzetkosten *f* 1370,-.

In vak C werd 330 m' sloot gedempt in 86,5 uur. Het verlet in dit vak was 9,5 uur te weten voor aanvoer en omstellen 4 uur, transport op de kavel 1 uur en regenverlet 4,5 uur. Het dempen van 100 meter sloot in dit vak vroeg inclusief 10% verlet 28,8 dragline-uren. Een dragline-uur (700 l bak) met arbeider kon toen gesteld worden op $\frac{122}{100}$ (23,90 + 3,75) = *f* 34,- (incl. 22% toeslag). De grondverzetkosten in dit vak zijn dan 28,8 uur à *f* 34,- = *f* 980,- per 100 m' te dempen sloot. De dempingskosten voor dit vak waren begroot op *f* 2520,- per 100 m' te dempen sloot, waarvan *f* 1880,- grondverzetkosten.

De grote verschillen tussen begrote en nagecalculeerde grondverzetkosten zijn een gevolg van de aanname in de begroting dat een groot gedeelte van de grond tweemaal en een gedeelte zelfs driemaal overgedraaid zou moeten worden. Uit de overeenkomst tussen de in tabel 4 weergegeven berekende prestaties en de normen van het calculatie vademecum blijkt dat de hoeveelheid over te draaien grond slechts gering geweest kan zijn. Van het ploegen en afschuiven zijn eveneens dagprestaties bijgehouden. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5. Bruto-prestaties bij ploegen en afschuiven

	Sloot-lengte	Afschuiven	Gem. transport afstand	Oppervlakte ontgraving	Oppervlakte ploegen	Ploegtijd*	Bulldozer tijd
	m'	m^3	m'	ares	ares	uren	uren
Vak A							
sloot II	130	393	13	26	41	5	10,5
III	100	305	10	20	25	4	6
Totaal	230	698	12	46	66	9	16,5
Vak D							
sloot XII	170	843	18	54	80	5,5	10
XIII	100	272	24	35	50	4,5	8
XIV	80	306	19	24	33	4	8
Totaal	350	1421	19	113	163	14	26

*) inclusief dammen in sloten schuiven

In vak A heeft het ploegen 9 uur gevraagd. Wordt hierbij voor 10% verlettijd geteld dan zou dat overeenkomen met 9,9 uur. De uurkosten voor een rupstrekker met ploeg kon in 1965 gesteld worden op ƒ 48,- + 22% toeslag geeft ƒ 58,60. De ploegkosten voor vak A zouden dan op 9,9 uur à ƒ 58,60 = ƒ 580,- komen. Het afschuiven, na-egaliseren enz. heeft 16,5 uur gevraagd. Inclusief de aangehouden 10% verlettijd wordt dit 182 uur. De uurkosten van een bulldozer inclusief een arbeider was toen ƒ 36,75 + 22% toeslag = ƒ 44,80, zodat in vak A het afschuiven, na-egaliseren etc. 18,2 x ƒ 44,80 = ƒ 815,- heeft gekost. De totale grondverzetkosten in vak A hebben dus ƒ 1395,- bedragen. Per 100 m' te dempen sloot wordt het ƒ 610,-.

In de begroting was van de ƒ 1320,- per 100 m te dempen sloot ƒ 550,- grondverzetkosten opgevoerd.

In vak D vroeg het ploegen 14 uur. Bijtelling van 10% verlettijd geeft 15,4 uur. De ploegkosten zijn dan 15,4 uur à ƒ 58,60 = ƒ 900,-. Het afschuiven, na-egaliseren etc. heeft 26 uur gevraagd. Inclusief 10% verlettijd wordt dit 28,6 uur, zodat de kosten voor afschuiven, na-egaliseren enz. worden 28,6 uur à ƒ 44,80 = ƒ 1280,-. De totale grondverzetkosten komen dan op ƒ 2180,- voor vak D. Per 100 m' te dempen sloot wordt dit ƒ 620,-. Van de begrote dempingskosten ad ƒ 1660,- per 100 m te dempen sloot is ƒ 830,- opgevoerd voor grondverzetkosten.

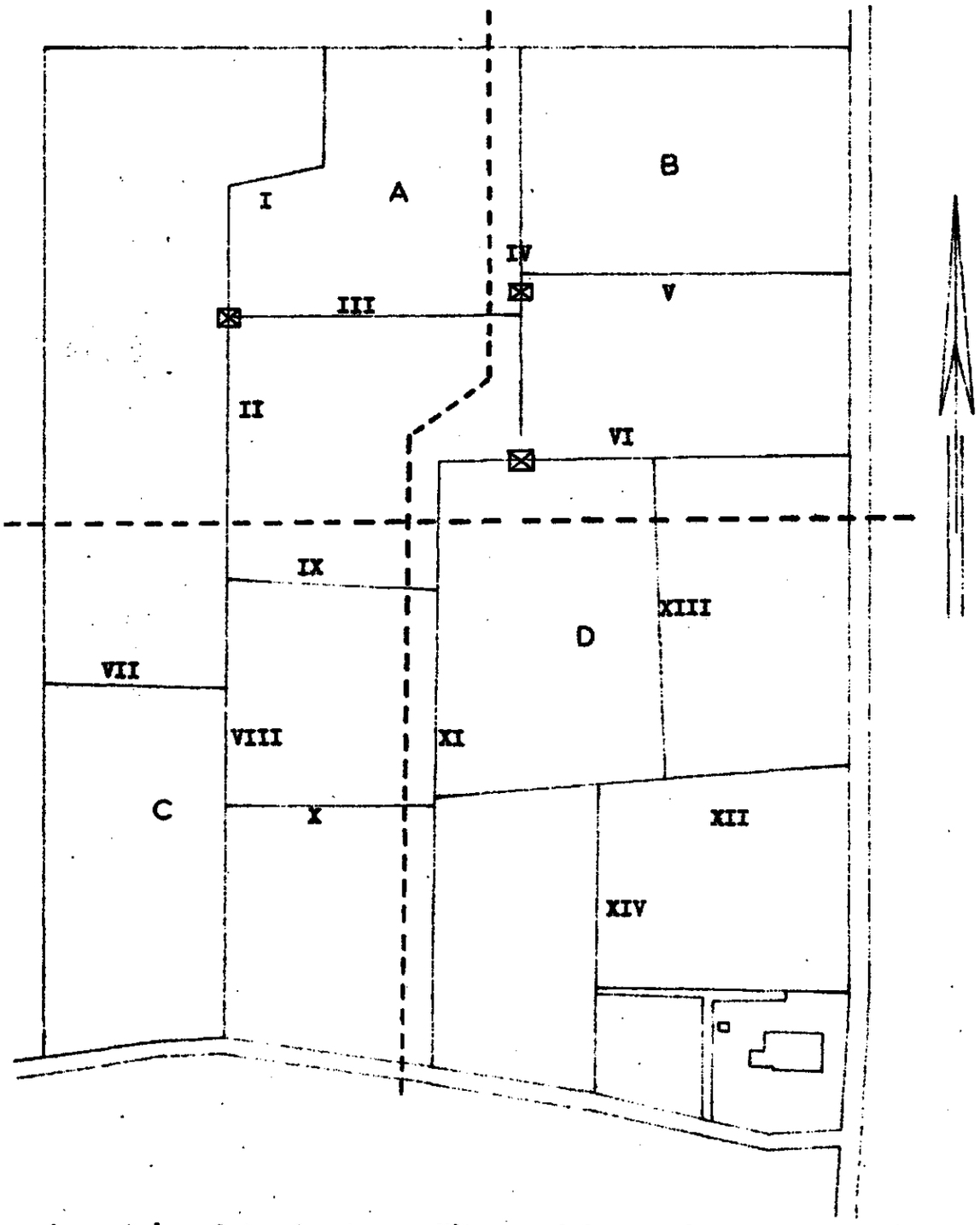
De grondverzetkosten blijken voor beide vakken gelijk te zijn dit in tegenstelling tot wat de begroting aangeeft.

LITERATUUR

KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE HEIDEMAATSCHAPPIJ - Calculatie vademecum voor cultuurtechnische en aanverwante civiel-technische werken - 1963.

VERHAGEN, A. - Efficiënt werken met draglines - Haarlem 1963.

PROEFOPZET SLOOTDEMPING Fig. 1



A = met ingesloten laagten Uitgevoerd d.m.v. ploegen en afschuiven

B = met ingesloten laagten Uitgevoerd met dragline

C = zonder ingesloten laagten Uitgevoerd met dragline

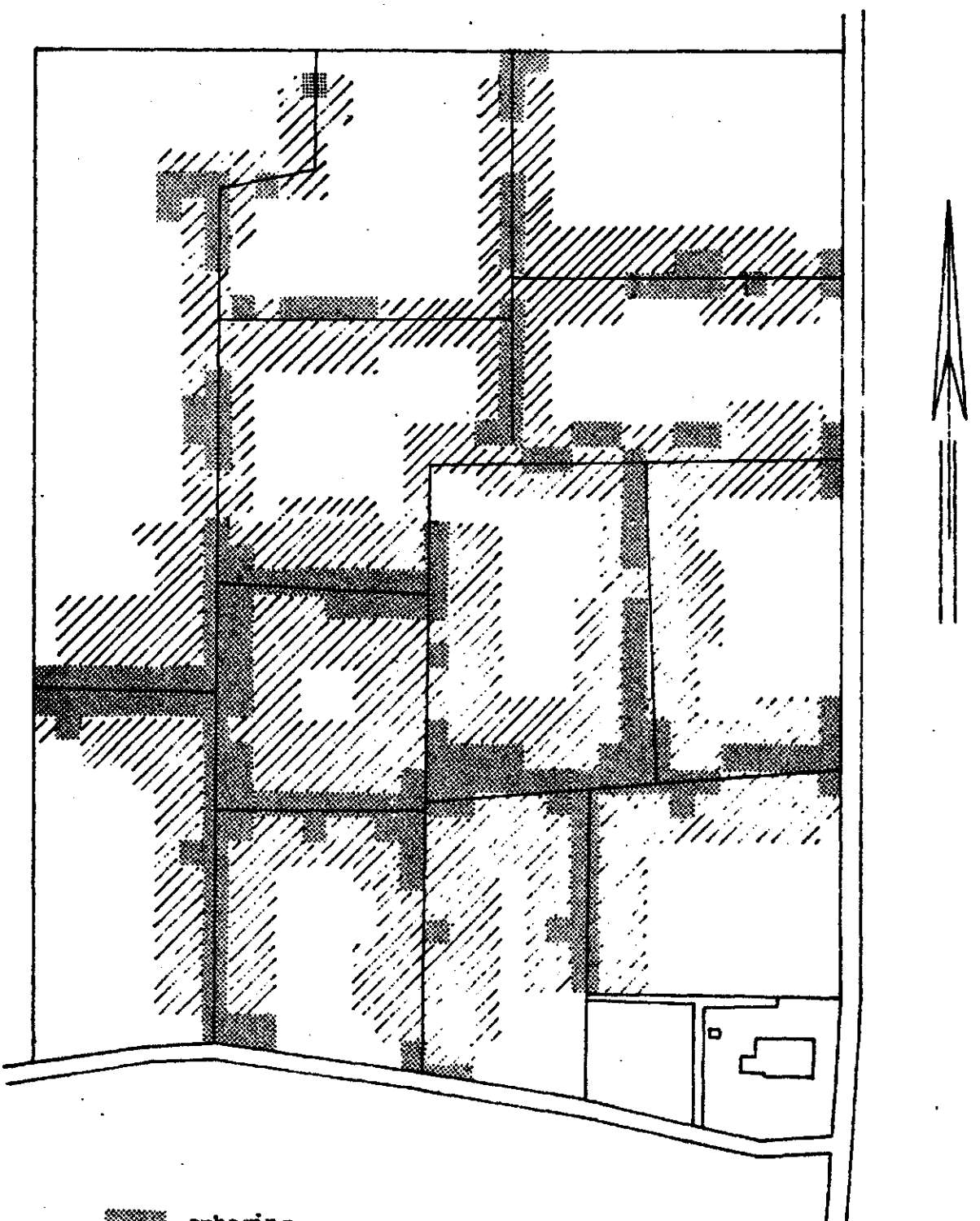
D = zonder ingesloten laagten Uitgevoerd d.m.v. ploegen en afschuiven

⊠ infiltratieput

V = slootnummer

Bij slootdemping te bewerken oppervlakte **Fig. 2**

Schaal 1:2500



ophoging

afgraving

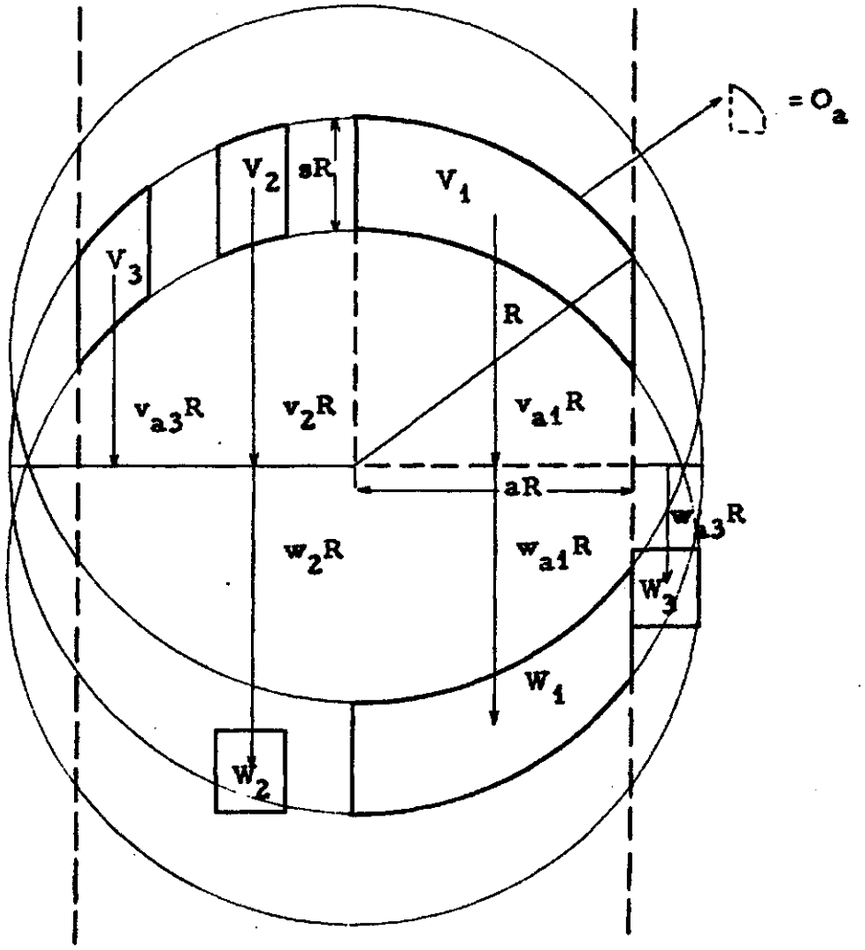


Fig. 3 Maximale transportafstand bij draglines (verklaring zie tekst)

Lengte sloot V	130 m	Slootinhoud 130 x 2,5 =	325 m^3	te ontgraven	406 m^3
Aansluiting sloot IV	5 m	"	15 m^3	1 x extra	201 m^3
		Ophoging	66 m^3	te transporteren	607 m^3
				terug te setten	1225 m^3
			406 m^3		1832 m^3

1832 m^3 verwerkt in 31 uur; dit is 59 m^3 per uur

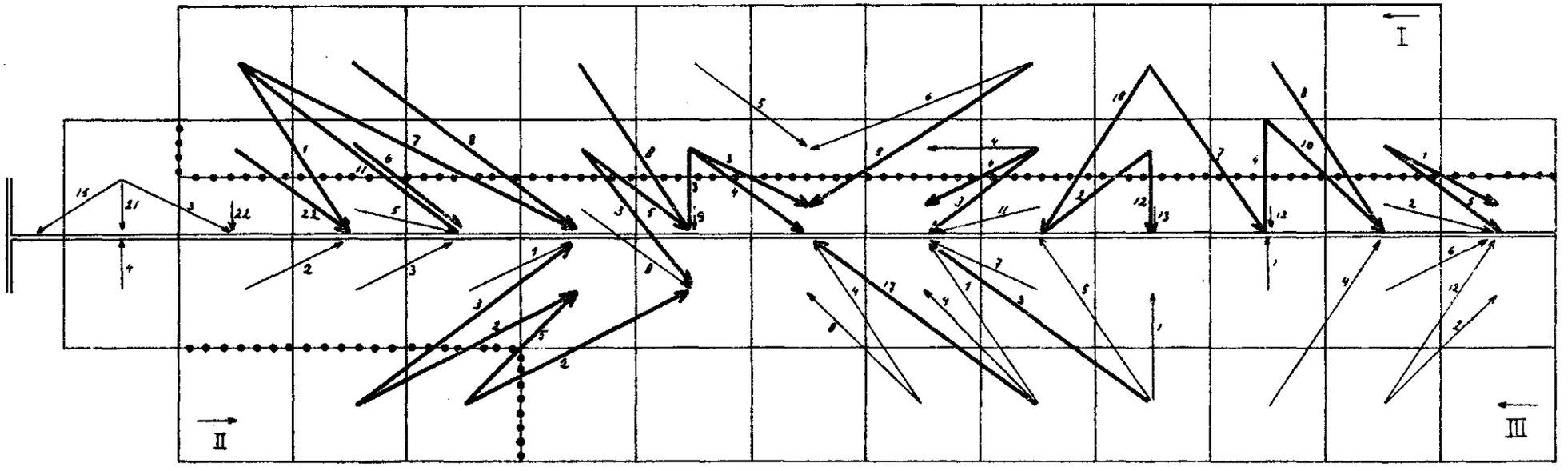


Fig. 4. Schuifdiagram sloot V voor dragline 22 RB

- ═══ te dempen sloot
- •••••••• grens bewerkingsstrook
- → I eerste bewerkingsstrook met bewerkingsrichting
- → 3 in één bewerking te transporteren
- → 5 in twee bewerkingen te transporteren (het cijfer geeft aantal m^3 aan)