STARINGGEBOUW

NN31545.1778

ICW nota 1778

september 1987

nota

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

PRODUKTIERELATIES VOOR KETTINGGRAVERS BIJ DRAINAANLEG OP ZAVEL

ing. J.G.S. de Wilde
ing. J. Florax

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

8 DEC. 1987

ISN = 263771 *

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. HET DRAINEREN	3
2.1. Materieel en materiaal	3
2.2. Uitvoering	5
2.3. Drainage-aanlegelementen	6
2.4. Modelprincipe	9
3. NETTO-PRODUKTIE	11
3.1. Algemeen	11
3.2. Functies voor de cyclus-elementen (meetres.)	13
3.3. Rekenmodel voor de netto-produktie	17
4. PRODUKTIENORMEN (Taaknormen)	20
4.1. Van netto- naar bruto-produktie (prestatie)	20
4.2. Normen	22
5. OVERIGE RESULTATEN	24
6. CONCLUSIES	28
LITERATUUR	30
BIJLAGEN	32

1. INLEIDING

Landinrichtingsplannen en planwijzingen vereisen nauwkeurige kostenbegrotingen, die gestoeld moeten zijn op recente werkmethoden en behaalde produkties. Door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding wordt voor dit doel sinds een aantal jaren onderzoek gedaan om te komen tot produktienormen voor bepaalde cultuurtechnische werkzaamheden (BOELS et al., 1981; DE WILDE, 1981 en 1985; DE WILDE en VAN DER MEER, 1983; DE WILDE en MOBACH, 1985). Daarnaast wordt onderzoek gedaan om de methoden, volgens welke genoemde werkzaamheden worden uitgevoerd, te verbeteren (DE WILDE, 1984).

Om het opstellen van begrotingen mogelijk te maken, zijn zogenaamde standaardeenheidsprijzen ingevoerd. De prijzen zijn gebaseerd op werkmethode en produktie van het ingezette materieel en personeel, kosten van materiaalverbruik en de kosten per uur van materieel en personeel. De voor de begroting benodigde prijzen voor het ingezette personeel en materieel worden elders verkregen (BOVAL, jaarlijks en NIVAG, 1983).

Het aanleggen van drainage is een van die werkzaamheden waarvoor nauwelijks produktienormwaarden voorhanden zijn. Voor de sleufloze drainage met de Willnerploeg, die enkele jaren geleden algemeen in Nederland is ingevoerd, zijn zelfs geheel geen normen bekend. De studie voor het vaststellen van produktienormen heeft zich daarom enigermate op de aanleg van drainage geconcentreerd. Als produktienorm wordt ook bij drainage die produktie genoemd die kan worden behaald onder als normaal beschouwde omstandigheden.

Door het uitvoeren van gedetailleerde metingen per werktuigtype, waarbij tijdens de analyse gebruik wordt gemaakt van een videomeetsysteem (DE WILDE en MAZEE, 1986), kunnen produktie(reken)modellen worden afgeleid. Handelingen die in zogenaamde netto-werktijd (direct produktieve uren) worden uitgevoerd, geven een netto-produktiemodel. Door de tijd die nodig is voor nevenactiviteiten (indirect produktieve uren) in rekening te brengen kan de bruto-produktie, die als taaknorm kan dienen, worden bepaald. In deze nota komt een dergelijk reken-

model, de daarvan afgeleide produktienormen en relaties aan de orde voor drainage-aanleg op zavel met kettinggravers. Momenteel zijn uitsluitend voor deze grondsoort voldoende metingen uitgevoerd.

Voor het bepalen van de calculatienorm wordt geadviseerd de in de bijlagen 3 tot en met 12 gegeven bruto-normen (taaknormen) met ongeveer 10% te verminderen. Het verschil tussen taaknorm en calculatienorm kon aan de hand van de uitgevoerde metingen nog niet voldoende worden bestudeerd, daarom moet hiervoor genoegen worden genomen met het genoemde ervaringspercentage. De opslag in tijd uitgedrukt door dit percentage omvat wachttijden, aan- en aflooptijden, transporttijd op het werk, te betalen verleturen en afstemverliezen.

2. HET DRAINEREN

2.1. Materieel en materiaal

Bij het draineren met machines onderscheiden we sleufgravende en sleufloos opererende machines. We moeten ons hier beperken tot de sleufgravende machines, aangezien voor het sleufloos draineren nog onvoldoende opnamen zijn uitgevoerd. In Nederland wordt voor dit graven normaliter geen ander werktuig gebruikt dan de ketting. Als machinetraktie wordt op de landbouwgronden bijna uitsluitend gebruik gemaakt van rupsaandrijving. Fig. 1 toont de constructie van een dergelijke kettinggraver. Deze constructie die nog wordt aangetroffen bij de oudere machines is in eerste instantie bedoeld om een idee te vormen hoe de verderop genoemde parallellogram-constructie voor de slof geplaatst is ten opzichte van de ketting. Bij modernere machines is de vormgeving van de ophanging veranderd, waardoor onder andere een kortere bouw wordt verkregen, doch het principe blijft gelijk. Sommige machines zijn uitgerust met kammen op de rupsen om de slip op vochtige percelen te beperken.

De graafketting is voorzien van messen en schrapers die de losgesneden grond omhoog brengen, waarna verdeling aan weerszijden van de sleuf plaatsvindt. De ketting heeft een effectieve lengte van ongeveer 4 m (totale kettinglengte iets meer dan 2x zo groot) en staat, gezien in het zijaanzicht van de machine, onder een hoek met de horizontaal. De ketting is voorzien van een slipkoppeling, zodat bij overbelasting minder kans op schade ontstaat. De omloopsnelheid van de ketting hangt nauw samen met de sleufdiepte en bodemsoort. De rijsnelheid houdt verband met de scherpte van de messen en de mogelijke kettingsnelheid. De breedte van de gegraven sleuf is afhankelijk van de breedte van de messen en de slijtagetoestand van de ketting. Een nieuwere ketting graaft een smallere sleuf. De sleufbreedte bij verschillende machines varieerde van 15 tot 26 cm.

Het drainmateriaal wordt aangevoerd door een achter de ketting gehangen slof of buizenkast (nog gebruikte oude benaming). Het is een doosvormige (holle) constructie die een dikte heeft die enkele cm kleiner is dan de smalste met de nieuwe ketting te graven sleufbreedte. Door middel van een parallellogram-constructie waaraan de

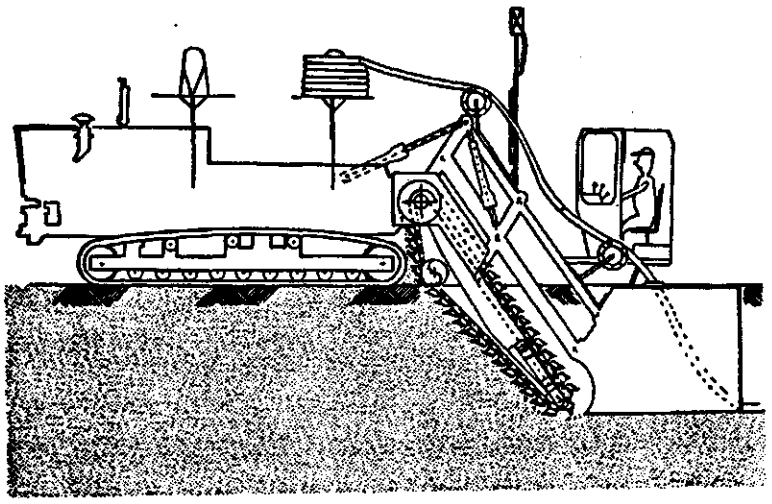


Fig. 1. Sleufgravende draineermachine met ketting.

slof bevestigd is blijft deze naarmate de ketting dieper (stijler wordt geplaatst) moet graven altijd horizontaal staan. Rollen zorgen voor een goede geleiding van het drainagemateriaal.

Voor de diepteregeling wordt de ketting/slofconstructie door middel van drukcylinders hydraulisch bewogen. De niveau-regelcommando's worden hierbij verkregen door een blijvend verticaal staande laserontvanger die daarvoor op het parallellogram bevestigd is. Het niveau hiervoor wordt aangegeven door een op ontvangbare afstand geplaatste roterende laser. Deze moet in de meeste gevallen draaien met een minimum toerental van ongeveer 300 omw.min-1 (5 pulsen per sec)(DE WILDE, 1982). Dit hangt nauw samen met de toegenomen legsnelheden bij het draineren, de traagheid van het ontvangst- c.q. regelsysteem en met het feit dat niet onder alle omstandigheden alle pulsen door de ontvanger opgevangen worden. Het laatste kan onder meer veroorzaakt worden door neerslag, mist of temperatuurverschillen in de richting van de laserstraal of door het type ontvanger.

Sommige kettinggravers zijn voorzien van strijkborden of vijzels, waarmee de sleuven gedicht kunnen worden terwijl de machine achterwaarts naar het begin van de sleuf terugrijdt. Niet in alle gevallen is dichten van de sleuf direct na het leggen toegestaan.

De basis van het gebruikte drainagemateriaal was bij alle uitgevoerde metingen geperforeerde en flexibele ('ribbel'-)buis van PVC, ander materiaal wordt voor landbouwdrainage in Nederland bijna niet meer toegepast. De diameter was in alle gevallen 60 mm, hetgeen momenteel de meest gangbare maat is voor normale te ontwateren percelen. Op de zavel was de ribbelbuis in alle gevallen omhuld, met turf-, cocos-

of polypropyleenvezels. Het materiaal wordt aangevoerd in de vorm van rollen. De rollengte bedroeg meestal 150 m (in 1 geval 200 m en in 2 gevallen 100 m). Voor het vervoer van de rollen op de machine is deze vaak voorzien van een of twee haspels, waarop per haspel twee rollen kunnen worden meegenomen. Bij 60% van de opnames konden op deze wijze 2 rollen op de machine worden vervoerd en bij de overige meer.

2.2. Uitvoering

De techniek van het draineren met de kettinggraver werd op verschillende wijze toegepast. Het leggen van de drainage verliep nagenoeg gelijk, doch tijdens de overige handelingen traden meestal verschillen op. Dit laatste was vooral het geval bij het terugrijden en werd voornamelijk veroorzaakt door het wel of niet dichten van de sleuf door de machine direct na het leggen van de drainage. Voorzieningen voor het dichten van de sleuf, strijk- of schuifborden en vijzels, zijn aan gebracht aan de voorzijde van de machine. Hierdoor kan bij het achterwaarts terugrijden het laatste stuk drainsleuf niet gedicht worden. Dit moet dan meestal door een aparte trekker worden uitgevoerd. Dit kan tevens de reden zijn dat de bestuurder van de draineermachine deze soms op grotere afstand van de slootinsteek dan de machinelengte rechtvaardigd in de richting van de volgende te maken drainsleuf dirigeerd. Daarbij kan dan in vloeiende beweging positie gekozen worden.

Indien achterwaarts zoveel mogelijk sleuf gedicht is, zal daarna voor het positiekiezen, het 'recht voor de sleuf zetten', de machine een sturende voorwaartse en vervolgens achterwaartse beweging uitvoeren. Tijdens deze beide bewegingen wordt de machine in dwarsrichting over de drainafstand verplaatst. De lengte van deze voorwaartse c.q. achterwaartse beweging bedroeg gemiddeld 40 m. Indien de sleuf niet direct gedicht mocht worden of indien geen voorzieningen voor dit dichten op de machine zijn aangebracht werd in de meeste gevallen achterwaarts teruggereden met de open sleuf tussen de rupsen tot op een afstand van 100 m tot 50 m van de insteek. Vanaf dat punt werd begonnen met het positie kiezen waarbij in vloeiende beweging de drainafstand overbrugd wordt. (Om het 'ketting op diepte brengen' te kunnen vergelijken met het 'ploeg op diepte brengen' bij sleufloos opererende machines, is het 'recht voor de sleuf zetten' ondergebracht bij het 'terugrijden' en niet bij het 'ketting op diepte brengen'. Dit

temeer daar bij het 'terugrijden toch al sprake was van verschil in uitvoering.)

Op een enkele uitzondering na werd voor iedere video(meet-)opname de aanleg van 5 op elkaar volgende drainreeksen op de band vastgelegd. Uit de waarden van deze 5 zijn de gemiddelde tijden voor de handelingen in die opname bepaald. De metingen (opnames) op zavel zijn verricht bij 9, qua uitvoering, verschillende machines. In veel gevallen werd tijdens het maken van de video-opname metingen uitgevoerd aan de roterende laser ten behoeve van kwaliteitsaspekten ten aanzien van het leggen van drainage. De resultaten van dit soort metingen zullen in een later stadium verschijnen.

2.3. Drainage-aanlegelementen

In de cyclus van de aanleg van drainage onderscheiden we een aantal bewegingselementen (DE WILDE, 1980) van mens of machine die karakteristiek zijn voor deze werkzaamheid. Elementen zijn de kleinste handelingseenheden die bij een werkzaamheid in beschouwing worden genomen. Bij de aanleg van drainage komen de volgende elementen in iedere cyclus voor:

1. Leggen drain : het graven van de sleuf en het direct daarna (zelfde arbeidsgang) leggen van de drainagebuis.
2. Afzagen en afdoppen : het net even voor het einde van de sleuf afzagen en afdoppen van de drainreeks.
3. Buis in slof brengen : voordat de machine tot stilstand gekomen is wordt het begin van de volgende drainreeks in de slof gestoken.
4. Lichten arm : indien het afgedopte draineinde op diepte is gelegd wordt de arm met ketting en slof al rijdende gelicht.
5. Terugrijden : a. naar het begin van de sleuf, terwijl de sleuf gedicht wordt, waarna het 'recht voor de sleuf zetten' wordt uitgevoerd;
   b. naar de volgende positie, waarbij vloeiend positie gekozen wordt.
6. Aankoppelen eindbuis : aan het eind van het terugrijden wordt de eindbuis aan de uit de slof stekende drain

gekoppeld.

7. Ketting op diepte brengen: na het aankoppelen van de eindbuis wordt iets achteruitgereden waarbij de ketting en slof boven de sloot op diepte (laser-puls-niveau) worden gebracht.

Genoemde elementen die in iedere cyclus voorkomen worden repeteerbare elementen genoemd.

De uitvoeringswijzen bij de elementen 1,2,4,6 en 7 waren bij alle opnamen nagenoeg gelijk. Het element 3 werd soms ook wel gedurende het positioneren uitgevoerd. Element 5 vertoont eigenlijk de grootste verschillen. Wordt de uitvoeringswijze 5a gevolgd, dan wordt het terugrijden (en dichten) altijd gevolgd door het 'recht voor de sleuf zetten', dat in enkele gevallen vloeiend verloopt. De tengevolge van het dichten van de sleuf vertraagde terugrijsnelheid wordt nogmaals vertraagd door het extra voorwaarts en achterwaarts manoeuvreren van de draineermachine.

Het element 3 wordt meestal uitgevoerd zonder dat de machine tot stilstand komt of snelheid verminderd. De duur van dit element is daarom bij het bepalen van de cyclustijd buiten beschouwing gelaten, doch wordt in hoofdstuk 5 aangegeven. Element 2 wordt meestal uitgevoerd bij stilstaande machine. Soms wordt zelfs de rups gebruikt als ondersteuning bij het afzagen. Element 2 wordt daarom tot de cyclustijd gerekend. Indien de sleuf gedicht wordt door de machine en dus het 'recht voor de sleuf zetten' voorkomt, is de tijd hiervoor gerekend bij het 'terugrijden'. De elementen die de cyclustijd Tc hoofdzakelijk bepalen zijn de elementen 1, 4, 5 en 7.

Een element eindigt waar het volgende begint. Dus zo gauw als bijvoorbeeld de arm omhoog gaat bij het eind van de sleuf is het 'lichten arm' begonnen. Het 'terugrijden' eindigt als de machine bij het begin van de volgende sleuf stopt voor het 'aankoppelen eindbuis'. Het 'ketting op diepte brengen' eindigt als geen neerwaartse beweging van de ketting meer plaats vindt en de voorwaartse beweging aanvangt, tenzij bepaalde nevenactiviteiten optreden.

Daarnaast komen bij het draineren met kettinggravers nog een aantal incidentele elementen voor. Deze vormen wel een wezenlijk deel van het werk, doch komen niet in iedere cyclus voor, ze zijn:

opleggen nieuwe rol: nieuwe rollen worden op de haspels gelegd.

aankoppelen nieuwe rol : het begin van de nieuwe rol wordt verbonden met het eind van de buis die gelegd wordt.

overige handelingen: die uitgevoerd worden door de machinist, waarbij de machine stopt en die een wezenlijk deel van het werk uitmaken (er direct mee te maken hebben).

Het 'aankoppelen nieuw rol' wordt soms uitgevoerd tijdens het draineren, zonder dat de machine stopt. Indien het voorkomt terwijl de machine stopt zal het bij het berekenen van de produktie in rekening worden gebracht. Bij het 'opleggen nieuwe rol' staat de machine meestal stil, ook dit element zal dan verrekend worden, evenals de 'overige handelingen'. De tijden voor deze drie in rekening te brengen incidentele elementen zullen per reeks berekend worden en samen toegevoegd worden aan die van de repeteerbare elementen in de cyclustijd.

De tijd voor het 'recht voor de sleuf zetten', dat niet als element in de cyclustijd is benoemd wordt net zoals de tijden voor het element 3 en andere in hoofdstuk 5, "Overige resultaten", gegeven.

De aanleg van drainage zoals hiervoor is aangegeven, is schematisch voorgesteld in fig. 2.

Behalve genoemde elementen komen handelingen voor die geen wezenlijk deel van het werk uitmaken, doch er wel direct of indirect mee te maken hebben. Deze handelingen worden vreemde elementen genoemd (WHITMORE, 1972). Het zijn alle handelingen die gerangschikt worden

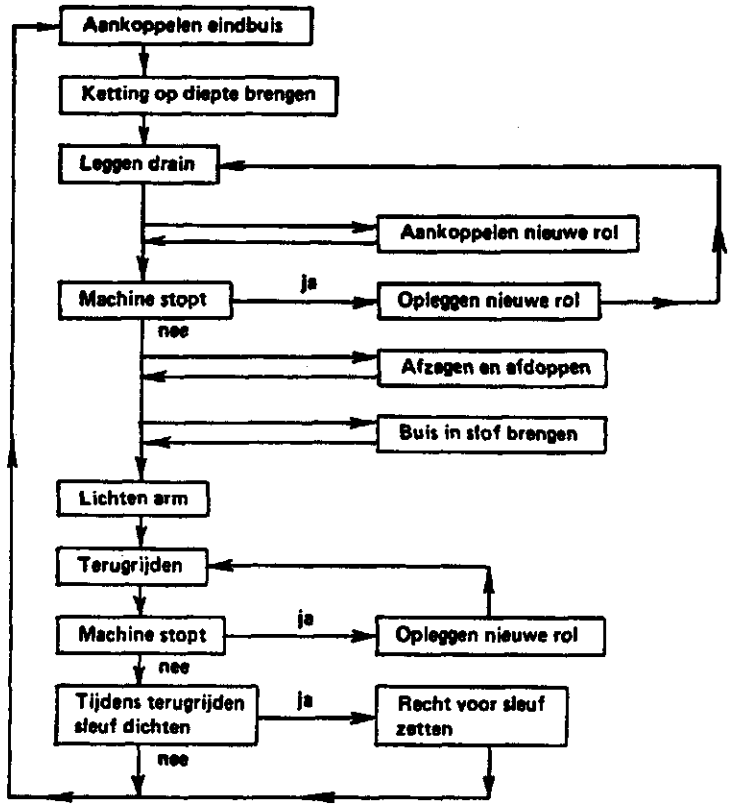


Fig. 2. Schema voor de aanleg van drainage

onder de verzameling nevenactiviteiten. De handelingen die tot de groep nevenactiviteiten worden gerekend zijn: stagnatie machine, wachten, overleg, persoonlijke verzorging, onderhoud, correctie laser en diversen. De tijd besteed aan de nevenactiviteiten wordt tot de indirect produktieve uren gerekend.

2.4. Modelprincipe

Onder netto-produktie wordt bij grondverzet verstaan de verplaatste hoeveelheid bodemmateriaal - in niet uitgeleverde toestand - gedurende de netto-werktijd. De netto-werktijd is opgebouwd uit de tijd die wordt toegerekend aan de produktieve handelingen. Als basismodel voor de netto-produktie bij grondverzet kan worden gebruikt (naar BOELS et al.,1981):

$$q'_n = \frac{Q'c}{a\ T'_c} \quad (m^3.h^{-1}) \qquad (1)$$

waarin: q'_n = de netto-produktie voor grondverzet in $m^3.h^{-1}$

Q' = hoeveelheid per cyclus verplaatste grond in m^3

T'_c = cyclustijd in minuten

c = constante (= 60 min.h^{-1})

a = uitleveringsfactor van de grond

De netto-produktie kan niet als rekennorm worden gebruikt, maar uitsluitend als basisnorm. De nevenactiviteiten (vreemde elementen) vormen te zamen een opslagfactor die met deze basisnorm de bruto-produktie vormt. Deze bruto-produktie kan als taaknorm dienen. Uiteindelijk kan een calculatienorm worden berekend, die gestoeld op ervaring, circa 90% van de taaknorm bedraagt.

Vergelijking (1), het basismodel voor grondverzet, kan voor drainage met kettinggravers worden omgewerkt tot:

$$q_n = \frac{c\ L_d B_s\ D_s}{a\ T_c} \qquad (m^3.h^{-1}) \qquad (2)$$

waarin: q_n = netto-produktie voor aanleg drainage met ketinggravers in $m^3.h^{-1}$

T_c = cyclustijd voor aanleg drainage in minuten

L_d = drainlengte, is gelijk gesteld aan de sleuflengte in m

B_s = breedte gegraven sleuf in m

D_s = diepte gegraven sleuf, is gelijk gesteld aan drainagediepte in m

a = uitleveringsfactor van de grond

c = constante (= 60 min.h^{-1})

Indien in vakkringen echter over de produktie bij drainage wordt gesproken horen we nooit de in verg. (2) gegeven dimensie ($m^3.h^{-1}$) gebruiken doch wel de drainagesnelheid (m.h-1). Deze laatste zal zonder informatie over drainagediepte, drainagelengte en grondsoort weinig inhoud hebben. Daarom zal hier getracht worden een 'koppeling' tot stand te brengen tussen beide opvattingen. Op deze wijze is vergelijking mogelijk. Nu zal echter eerst aan de hand van verg. (2) een produktierekenmodel worden afgeleid.

3. NETTO-PRODUKTIE

3.1. Algemeen

In vergelijking (2) stelt $L_d.B_s.D_s$ de hoeveelheid grond voor die per cyclus door de kettinggraver wordt gegraven. Een dergelijke cyclus bij de aanleg van drainage bestaat uit zes repeteerbare elementen, zoals in Par. 2.3 is aangegeven, waaraan door ons 1 element (de 'overige tijd'), als combinatie van drie incidentele elementen, is toegevoegd. De cyclustijd kan worden voorgesteld door:

$$T_c = T_g + T_a + T_l + T_t + T_k + T_b + T_o \quad \text{(min)} \qquad (3)$$

waarin: T_g = graaftijd voor leggen van drainage in min
T_a = tijd voor afzagen en afdoppen in min
T_l = lichttijd van de arm in min
T_t = terugrijtijd van eind sleuf naar het begin van de volgende in min
T_k = koppeltijd voor eindbuis in min
T_b = tijd voor het op diepte brengen van ketting in min
T_o = de overige tijd, waarin de tijden omgeslagen per reeks voor 'opleggen nieuwe rol', 'aankoppelen nieuwe rol' en 'overige handelingen' zijn samengebracht.

De tijd voor het 'recht voor de sleuf zetten' wordt gerekend tot T_t. De in verg.(3) aangegeven elementen kunnen voor de aanleg van drainage met kettinggravers per grondsoort worden voorgesteld als functies van onderdelen die de drainaanleg kenmerken. We onderscheiden voor de graaftijd de functie:

$$T_g = f_1(L_d, B_s, D_s, N) \qquad (4)$$

waarin: f_1 = nader te bepalen functie van L_d, B_s, D_s, en N
N = motorvermogen (gemeten aan de krukas) in kW

De graaftijd (c.q. draineersnelheid) zou verder naast de bodemsoort noch afhankelijk kunnen zijn van de bodemgesteldheid, de hoedanigheid (egaliteit van het perceeloppervlak, het doorsnijden (kruisen) van greppels, de scherpte van de ketting en nog enkele andere, waaronder de techniek van de machinist en de weersomstandigheid. De weers-

omstandigheid kan invloed hebben op de interactie tussen laser en laserontvanger. Metingen betreffende de scherpte van de ketting, de invloed van de weersomstandigheid en het functioneren van de machinist zijn niet uitgevoerd. Wel is van de eerste bekend, dat een scherpe ketting over het algemeen een smalle sleuf graaft. Als zodanig was deze scherpte verdisconteerd in de sleufbreedte B_s, die later in de modellen vervangen is door een gemiddelde waarde. Voorts kwam, betreffende de andere punten, het kruisen van greppels bij de metingen op zavel niet voor en hadden de aangetroffen percelen opver het algemeen een goede egaliteit (zie hiervoor ook hoofdstuk 5 'Overige Resultaten"). Ook was het aantal metingen met van normaal afwijkende bodemgesteldheid beperkt. Aan de hand van de (meet-)gegevens was het niet mogelijk uitspraken te doen betreffende een van de hier genoemde punten. Doordat de eventuele invloed van de genoemde factoren toch in de graaftijd T_g is opgesloten, zal de relatie, waarin T_g als functie van de drainaanleg kenmerkende onderdelen voor de ontgraven grond ($L_d.B_s.D_s$) en het motorvermogen (N) wordt voorgesteld, nauwelijks een beperking inhouden.

De tijd voor afzagen en afdoppen is na het vergelijken van de meetresultaten opgevat als:

$$T_a = n \quad \text{(min)} \tag{5}$$

waarin: n = constante

De lichttijd van de arm wordt bepaald door de sleufdiepte, hierdoor is:

$$T_1 = f_2(D_s) \quad \text{(min)} \tag{6}$$

Voor de terugrijtijd onderscheiden we indien (de sleuf NIET door de machine gedicht wordt en) de machine direct naar begin volgende sleuf rijdt:

$$T_{t1} = f_3(L_d) \quad \text{(min)} \tag{7a}$$

en indien de sleuf door de machine gedicht wordt en machine vervolgens door het 'recht voor de sleuf zetten' naar begin volgende sleuf rijdt:

$$T_{t2} = f_3'(L_d) \quad \text{(min)} \tag{7b}$$

Voor de koppeltijd geldt:

$$T_k = m \quad \text{(min)} \tag{8}$$

waarin: m = constante

De tijd voor het op diepte brengen van de ketting kan worden opgevat als:

$$T_b = f_4(D_s) \quad \text{(min)} \tag{9}$$

De tijd voor het 'overige', waarin samengevoegd de tijden per reeks voor 'opleggen nieuwe rol', 'aankoppelen nieuwe rol' en 'overige handelingen' is opgevat als:

$$T_o = f_5(L_d) \quad \text{(min)} \tag{10}$$

Indien we verg. (4) tot en met (10), voor het geval dat de sleuf niet door de machine zelf gedicht wordt, substitueren in verg. (3) en deze vervolgens in verg. (2), dan ontstaat een vergelijking voor de netto-produktie in de vorm:

$$q_n = \frac{c\, L_d\, B_s\, D_s}{a\{f_1(L_d,B_s,D_s,N)+n+f_2(D_s)+f_3(L_d)+m+f_4(D_s)+f_5(L_d)\}} \quad (m^3.h^{-1}) \tag{11}$$

Het theoretische model voor de netto-produktie verg. (11) wordt een praktisch model door aan de hand van de meetresultaten de constanten en de functies voor f1, f2, f3, f4 en f5 te bepalen en deze in te vullen. Het ingevulde model is dan geschikt om produkties te berekenen die, na het verwerken van een opslag voor nevenactiviteiten, gelden als taaknorm.

3.2. Functies voor de cyclus-elementen (meetresultaten)

Het bepalen van f1, f2, f3, f4 en f5.

(Enige meetwaarden en resultaten worden gegeven in bijlage 2).

De verbanden tussen T_g en L_d, B_s en D_s ieder afzonderlijk, kunnen we ons voorstellen als lineair verlopend. De relatie tussen T_g en N zal bij een toename van N een afname van T_g geven. Het verloop zal

echter eerder hyperbolisch dan lineair zijn, hetgeen mede veroorzaakt wordt door de progressief toenemende wrijving naarmate de legsnelheid (kettingsnelheid) groter wordt.
Tijdens het uitzetten van de gemeten waarden voor T_g tegen de bijbehorende waarden voor de variabelen L_d, B_s of D_s en N raakten we steeds meer overtuigd dat het moeilijk was de gemeten, eventuele, hoge of lage waarden voor T_g toe te schrijven aan bepaalde variaties van een van deze variabelen afzonderlijk. Het bepalen van een relatie tussen T_g en de, voor de hand liggende, combinatie $L_d.B_s.D_s/N$ leek zinvoller. Na het uitzetten van T_g tegen de afzonderlijke variabelen is gebleken dat geen van deze pogingen een bruikbaar verband opleverde, de spreiding tussen de punten was te groot. T_g versus de voorgestelde combinatie $L_dB_sD_s/N$ leverde echter wel een verband dat als rechtlijnig is opgevat. Na lineaire regressie levert dit, als uitdrukking voor f_1, de volgende vergelijking:

$$T_g = 28{,}223 \frac{L_d\ B_s\ D_s}{N} + 2{,}095 \qquad (r = 0{,}9044) \quad (\text{min}) \qquad (12)$$

Het verband dat door verg.(12) wordt voorgesteld wordt samen met de meetpunten, als voorbeeld, gegeven in fig. 3.

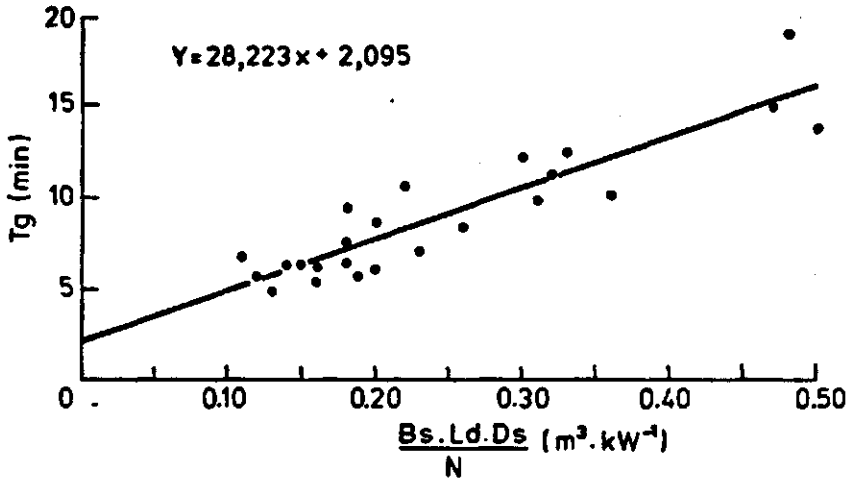


Fig. 3. Verband tussen de graaftijd voor het leggen van drainage (T_g) en een gecombineerde factor voor de gegraven grond en motorvermogen voor kettinggravers ($L_dB_sD_s/N$)

De bij verg. (12) gevonden correlatie-coëfficiënt geeft aan dat de lineairiteit ruim voldoende is.

De afzaag- en afdoptijd, die als constant is beschouwd, bedroeg:

$$T_a = 0{,}336 \quad \text{(min)} \tag{13}$$

Op eenzelfde wijze als voor f_1 wordt f_2 bepaald, door de meetwaarden voor T_1 uit te zetten tegen D_s. Hierbij valt te constateren dat over het algemeen de T_1 toeneemt naarmate de sleufdiepte D_s groter is, doch een duidelijk rechtlijnig verband wordt niet gevonden hetgeen een lage correlatie-coëfficiënt ook aangeeft. Op dit moment handhaven we echter toch als vergelijking:

$$T_1 = 0{,}375\ D_s + 0{,}022 \qquad (r = 0{,}4566) \quad \text{(min)} \tag{14}$$

Voor het terugrijden werd onderscheid gemaakt tussen de terugrijtijd T_{t1} waarbij de sleuf niet door de machine zelf werd gedicht en de terugrijtijd T_{t2} waarbij dat wel gebeurde. Voor beide werd verondersteld dat deze een verschillende functie, respectievelijk f_3 en $f_{3'}$, van L_d zou opleveren, waarbij werd aangenomen dat het ook hier om een rechte lijn zou gaan. Voor de terugrijtijd zonder dichten werd gevonden:

$$T_{t1} = 0{,}013\ L_d + 0{,}120 \qquad (r = 0{,}8076) \quad (\text{min}) \qquad (15)$$

Een grotere drainafstand zal ook een langere terugrijweg tengevolge hebben. Een langere reistijd onder invloed van de langere weg kon echter niet worden aangetoond. Dit laatste is ook niet verwonderlijk indien men bijvoorbeeld bedenkt dat bij een drainlengte van 150 m en een drainafstand van 20 m, het terugrijden volgens de hypotenusa maar 1,3 m meer is dan de drainlengte.

Voor de terugrijtijd met dichten door de machine werd gevonden:

$$T_{t2} = 0{,}006\ L_d + 2{,}418 \qquad (r = 0{,}4195) \quad (\text{min}) \qquad (16)$$

Zoals de correlatie-coëfficiënt bij verg. (16) aangeeft is de spreiding tussen de punten bij dit verband ruim. Dit wordt mede veroorzaakt doordat er verschillen zijn in: de wijze waarop het dichtschuiven gebeurt (vijzel of schuifbord), het motorvermogen, de nauwkeurigheid en de uitvoeringstechniek van het 'recht voor de sleuf zetten'.

De koppeltijd, die als constant is beschouwd, bedroeg:

$$T_k = 0{,}236 \qquad (\text{min}) \qquad (17)$$

Dat de tijd voor het 'ketting op diepte brengen' T_b een functie f_4 zou zijn van de sleufdiepte D_s kon aan de hand van de meetresultaten niet worden aangetoond. Deze relatie zal vermoedelijk wel aanwezig zijn maar kan versluierd worden doordat de tijd voor het 'ketting op diepte brengen' mede afhankelijk is van de toegankelijkheid van het sloottalud en de afmetingen van ketting en slof. De veldmetingen toonden aan dat de tijd T_b nauwelijks varieert, zodat het aanhouden van een constante waarde aannemelijk is. Als gemiddelde is berekend:

$$T_b = 0{,}537 \qquad (\text{min}) \qquad (18)$$

De tijd voor het 'overige', is eerder al opgevat als een functie f_5 van de drainlengte. Voor ieder van de incidentele elementen is afzonderlijk nagegaan of een dergelijk verband was te leggen. Dit bleek niet mogelijk te zijn. Eerder bleken de drie elementen als constant te kunnen worden beschouwd, hetgeen ook gebeurd is. Op deze wijze werd als som van 'opleggen nieuwe rol', 'aankoppelen nieuw rol' en 'overige handelingen' bepaald dat:

$T_o = 0,776$ (min) (19)

Naast het meten van de elementen zijn ook andere metingen uitgevoerd. De resultaten hiervan worden gegeven in hoofdstuk 5.

3.3. Rekenmodel voor de netto-produktie

Indien we de in par. 3.2.afgeleide vergelijkingen (10) tot en met (19) substitueren in verg. (3) en deze vervolgens in verg. (2) dan krijgen we een tweetal vergelijkingen voor de netto-produktie. Alvorens tot de aangegeven invulling overgegaan wordt is het mogelijk een vereenvoudiging door te voeren. Deze wordt bereikt door er van uit te gaan dat de uitgangstoestand van de grond bij drainage altijd ongeroerd is, hetgeen zeggen wil a=1. Verder door de gemiddelde sleufbreedte, bepaald uit de metingen, aan te houden als standaard, waarbij dan B_s = 22,46 cm = 0,2246 m. Bij nader inzien is de sleufbreedte bij het maken van begrotingen een niet te plannen grootheid, te meer daar de scherpte van de ketting van invloed is op deze breedte. Het aanhouden van een gemiddelde waarde, zoals hier uitgevoerd, houdt overigens niet in dat de invloed van de sleufbreedte-variatie geheel uit de formule verdwenen is. Deze invloed blijft in zekere mate gehandhaafd doordat voor het bepalen van de vergelijking (12) voor de graaftijd, de verschillen in sleufbreedte zijn verwerkt en deze vergelijking voor het model in zijn geheel gesubstitueerd is in de vergelijkingen (2) en (3).

Na uitvoering van de eerder voorgestelde substitutie is de netto-produktie bij draineren, indien de sleuf niet door de machine zelf gedicht wordt:

$$q_{n1} = \frac{2,126\ L_d\ D_s}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0,059\ D_s + 0,002\ L_d + 0,650} \quad (m^3.h^{-1}) \qquad (20)$$

Een soortgelijke substitutie levert als netto-produktie bij draineren, indien de sleuf wel door de machine zelf wordt gedicht, op:

$$q_{n2} = \frac{2,126\ L_d\ D_s}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0,059\ D_s + 0,001\ L_d + 1,013} \quad (m^3.h^{-1}) \qquad (21)$$

Een verdere vereenvoudiging kan doorgevoerd worden door zowel in verg. (20) als in verg. (21) als standaard het gemiddelde motorvermogen uit

de metingen N=155,25 kW te substitueren. De vergelijkingen die daarna verkregen worden zijn op te vatten als rekenmodellen voor de netto-produktie bij een gemiddeld motorvermogen, N=155 kW, van kettinggravers op zavel. Deze netto-produktie bij gemiddeld motorvermogen is, indien de sleuf niet door de machine zelf gedicht wordt:

$$q_{n3} = \frac{330,10\ L_d\ D_s}{L_d\ D_s + 9,18\ D_s + 0,32\ L_d + 100,95} \quad (m^3.h^{-1}) \qquad (22)$$

en indien de sleuf wel door de machine zelf gedicht wordt:

$$q_{n4} = \frac{330,10\ L_d\ D_s}{L_d\ D_s + 9,18\ D_s + 0,15\ L_d + 157,24} \quad (m^3.h^{-1}) \qquad (23)$$

Met deze twee modellen zijn uitdrukkingen gevonden voor de netto-produktie in $m^3.h^{-1}$ bij een gemiddeld motorvermogen, waarin als enige variabelen de drainlengte en de sleuf(drainage)diepte voorkomen. Daarbij werd als sleufbreedte de gemiddelde sleufbreedte uit de opnames toegekend. De parameter 330,10 in de verg. (22) en (23) heeft dus een dimensie. Hetzelfde geldt trouwens voor de overige parameters in deze en volgende vergelijkingen. Voor algemene produktienormen betreffende de aanleg van drainage is het waarschijnlijk beter om niet te werken met modellen voor een gemiddeld vermogen, verg. (22) en (23), doch met de meer oorspronkelijke modellen (20) en (21).

Willen we voor drainage een prestatie bepaald zien in $m^1.h^{-1}$, dan kan dat verkregen worden door direct na het substitueren van de verg. (12) tot en met (19) in verg. (3) en vervolgens in verg. (2) te delen door $B_s.D_s$. We krijgen dan twee algemene modellen voor de netto-prestatie bij de aanleg van drainage met kettinggravers op zavel. De netto-prestatie, indien de sleuf niet door de machine zelf gedicht wordt, is:

$$p_{n1} = \frac{9,465\ L_d}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0,059\ D_s + 0,002\ L_d + 0,650} \quad (m^1.h^{-1}) \qquad (24)$$

en de netto-prestatie, indien de sleuf wel door de machine zelf gedicht wordt, is:

$$P_{n2} = \frac{9{,}465\ L_d}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0{,}059\ D_s + 0{,}001\ L_d + 1{,}013} \quad (m^1.h^{-1}) \qquad (25)$$

Met voorgaande rekenmodellen is het mogelijk de bruto-produktie- c.q. bruto-prestatienorm (taaknorm) voor de aanleg van drainage te bepalen nadat de opslag, in de vorm van een opslagfactor, in rekening is gebracht (hfdst. 4).

4. PRODUKTIENORMEN (Taaknormen)

4.1. Van netto- naar bruto-produktie (prestatie)

In de vorige hoofdstukken is vrijwel steeds uitgegaan van de netto-produktie. Behalve de netto-werktijd van de netto-produktie, gevormd door de produktieve uren, wordt tijd besteed aan nevenactiviteiten (par. 2.3).

Gedurende het onderzoek betreffende de aanleg van drainage werd naast de metingen verricht ten aanzien van de drainagecyclus ruime aandacht besteed aan de nevenactiviteiten. De tijd voor de nevenactiviteiten kan worden uitgedrukt als een percentage van de netto-werktijd, de zogenaamde opslag. De verhouding tussen de som van netto-werktijd en opslagtijd en de netto-werktijd is de opslagfactor f_o. De bruto-produktie wordt verkregen door de netto-produktie te vermenigvuldigen met de reciproke van de opslagfactor ($q_b = q_n.1/f_o$). Om tot een nauwkeuriger geheel te komen zijn bij het bepalen van de grootte van de nevenactiviteiten c.q. opslagfactor ook de metingen betrokken die werden uitgevoerd bij de drainage op andere grondsoorten dan zavel.

Tot de nevenactiviteiten bij de aanleg van drainage worden gerekend: stagnatie machine, (het onvermijdelijk en tijdens de drainagecyclus optredende) wachten, overleg, persoonlijke verzorging, (klein) onderhoud, correctie laser en diversen (bijkomende handelingen). De tijd voor onwerkbaar weer, wordt niet gerekend tot de nevenactiviteiten, is echter wel bepaald en wordt wel gegeven.

De voor de aanleg van drainage met kettinggravers benodigde tijd voor deze genoemde nevenactiviteiten bedroeg 19,34 % van de netto-werktijd. Dit percentage werd bepaald als gemiddelde van de percentages die van iedere drainage(op-name)meting werd bepaald. Indien we de totaaltijd besteed aan nevenactiviteiten uitdrukken als deel van de netto-werktijd, komen we iets hoger uit (19,8 %). Doch in dit laatste geval kan het voorkomen dat voor het bepalen van een gemiddelde, de procentuele verdeling van nevenactiviteiten bij korte opnames minder telt dan die van lange opnames. Om dit uit te schakelen zullen we in principe het eerst genoemde percentage aanhouden, dat afgerond 19 % bedraagt. De opslagfactor is in dat geval $f_o = 1,19$ (of eigenlijk 1,1934).

De tijd voor de nevenactiviteiten was als volgt verdeeld:

stagnatie machine	15,0 %	onderhoud	12,0 %
wachttijd	10,1 %	correctie laser	8,5 %
overleg	12,4 %	diversen	41,5 %
persoonlijke verzorging	0,6 %		

De groep 'diversen' vormt hierbij wel een fors deel, doch we dienen ons te bedenken dat de aanleg van drainage een machinale bewerking is waarbij de uitvoering van diverse handelingen kritisch zijn voor de goede werking van het aan te leggen drainagesysteem. Handelingen die daarbij in het oog springen zijn: 'het overnemen en verrekenen van de op de piket aangegeven hoogte','het op het juiste moment stoppen van de met machinesnelheid voortgetrokken drain met eindbuis bij begin van de reeksaanleg','toezien dat eindbuis niet is los gekomen van de drainbuis','in de juiste stand in het talud plaatsen van de eindbuis','voorkomen van onverhoedse machine bewegingen','aanbrengen van juiste hoeveelheid grondballast zodat drain niet omhoog komt', 'het aankoppelen van een nieuwe drainrol','een continue af- en doorloop van de buis op de machine','het afdoppen van de reeks en afwerken van het sleufeind','alert blijven betreffende de ontvangst van de laserpulsen' enz. De waakzame instelling van het uitvoerende team betreffende de kwaliteit is van essentieel belang vooral omdat hun produkt na aanleg moeilijk of niet te controleren of corrigeren valt. Een kleine afwijking kan tot gevolg hebben dat een drain onvoldoende afvoert. Een stuk betrouwbaarheid speelt daarbij een rol hetgeen, waarschijnlijk door een periodieke beoordeling van de kwaliteit van het werk (VAN ZEIJTS, 1986), omgezet zou kunnen worden in een garantie.

Onder de post 'diversen' werd als meest voorkomen de activiteit het 'goed leggen van de drainrol' aangetroffen. Niet iedere handeling die onder deze nevenactiviteiten viel werd echter genoteerd, dit zal in het vervolg wel gedaan worden. Activiteiten die voorts werden genoemd zijn: 'een gedeelte van een kapotte drainbuis wegzagen', 'terugtrekken te ver doorgetrokken drain', 'in slof vastzittende drainbuis lossen', 'opdrijvende drain bezanden', 'lostrekken trekker tijdens terugrijden', 'verwijderen van stuk plastiek uit de grond', 'aankoppelen losgeschoten klikmof', 'sjalon iets verzetten', 'laser op machine verplaatsen', 'oude gresbuis uitgraven', 'verwijderen van

enkele stenen van het talud' en 'lus verwijderen uit drainrol'. De indruk ontstond dat zowel de machinist als zijn begeleider de controlerende functie goed uitvoerden.

De metingen(video-opnamen) werden zowel bij goede als slechte weersomstandigheden uitgevoerd. Het kwam daarbij voor dat gedurende de werkzaamheden de weersgesteldheid dermate verslechterde dat, hetzij gedwongen of uit voorkomendheid, het draineren enige tijd gestaakt werd. Het ontstane verlet werd dan als 'onwerkbaar weer' aangemerkt, terwijl de tijd die daarmee gemoeid was 0,7 % van de netto-werktijd bedroeg.

4.2. Normen

De bruto-produktie- c.q. prestatie(taak)normen worden verkregen door de netto-produktie uit de verg. (20) en (21) respectievelijk door de netto-prestatie uit de verg.(24) en (25) te vermenigvuldigen met $1/f_o = 0,8373$. De bruto-produktie, die als taaknorm kan worden aangehouden, voor de aanleg van drainage met kettinggravers op zavel is, indien de sleuf NIET ZELF door de machine gedicht wordt:

$$q_{b1} = \frac{1,781\ L_d\ D_s}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0,59\ D_s + 0,002\ L_d + 0,650} \quad (m^3.h^{-1}) \qquad (26)$$

en indien de machine de sleuf ZELF dicht:

$$q_{b2} = \frac{1,781\ L_d\ D_s}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0,059\ D_s + 0,001\ L_d + 1,013} \quad (m^3.h^{-1}) \qquad (27)$$

Als sleufbreedte werd hierbij de gemiddelde sleufbreedte van 22,46 cm, uit de opnames (zie par. 3.3), gehanteerd. Is de werkelijke sleufbreedte B_w in cm echter bekend, dan is het mogelijk een nog nauwkeuriger indruk van de produktie ($m^3.h^{-1}$) te krijgen door de uitkomst van de verg. (26) en (27) te vermenigvuldigen met de factor $B_w/22,46$. Een presentatie van de bruto-prestatie van kettinggravers naar afstand is, indien de sleuf NIET ZELF door de machine gedicht wordt:

$$q_{b3} = \frac{7{,}931\ L_d}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0{,}059\ D_s + 0{,}002\ L_d + 0{,}650} \quad (m^1.h^{-1}) \qquad (28)$$

en indien de machine de sleuf ZELF dicht:

$$q_{b4} = \frac{7{,}931\ L_d}{\frac{L_d\ D_s}{N} + 0{,}059\ D_s + 0{,}001\ L_d + 1{,}013} \quad (m^1.h^{-1}) \qquad (29)$$

Op basis van verg. (26) tot en met (29) zijn voor verschillende drainlengten, draindiepten en motorvermogens (120, 140, 160, 180 en 200 kW) de bruto-produktie- respectievelijk prestatienormen berekend met de computerprogramma's DRAPROZA respectievelijk DRAPREZA. Deze normen, die als taaknormen voor de aanleg van drainage met kettinggravers op zavel kunnen dienen, worden gegeven in de bijlagen 3 tot en met 12.

5. OVERIGE RESULTATEN

Getracht is een verband aan te geven tussen de grootte van de produktie en de bodemgesteldheid. Tijdens de metingen was bij iedere gelegde drainreeks de bodemgesteldheid van de sleufgrond geschat, zie ook bijlagen 1 en 2, aan de hand van de indeling droog, normaal, nat en zeer nat. Een relatie tussen produktie en bodemgesteldheid kon echter niet worden aangetoond. Het kwam nagenoeg even vaak voor dat bij natte grond een hoge dan wel een lage produktie werd gehaald, ook met dezelfde machine. Voor de andere bodemgesteldheidscriteria gold hetzelfde.

Relaties tussen de hoedanigheid van het perceeloppervlak en de produktie of het doorsnijden van greppels tijdens het draineren en de produktie konden aan de hand van de uitgevoerde metingen niet worden aangetoond. De percelen die werden aangetroffen bij de opnamen hadden over het algemeen een goede egaliteit. Slechts in 3 gevallen werd een minder egaal terrein gedraineerd (2 slecht, 1 matig egaal). Doordat ook de bodemgesteldheid voor deze 3 gevallen uitzonderlijk was, namelijk van nat tot zeer nat, is het niet mogelijk aan te geven waaraan de overigens slechts weinig lagere netto-produktie voor deze 3 was toe te schrijven. Het kruisen van greppels kwam bij de opnamen op zavel niet voor.

De bruto-produktie en bruto-prestatie modellen voor taaknormen zijn afgeleid door de verhouding te bepalen tussen het gegraven grondvolume, in vaste vorm, c.q. drainlengte en de cyclustijd. Voor deze cyclustijd van de aanleg van drainage op zavel met kettinggravers werden relaties afgeleid tussen de duur van afzonderlijke cycluselementen en kenmerken van de uitgevoerde drainage. Een aantal elementen vindt bij het draineren vaak gelijktijdig met andere elementen plaats, zoals het 'buis in de slof brengen' plaats heeft tijdens het 'lichten arm'. Voor de modellen werd dat "aantal" elementen alleen in rekening gebracht indien het 'gelijktijdig' verlopende element hiervoor werd onderbroken of kortweg de machine daarvoor werd gestopt. Vervolgens werd de totaaltijd van dat "aantal" omgeslagen over alle opnamen. Hierdoor is het aan de hand van het voorgaande niet mogelijk de juiste duur van die elementen te bepalen, indien dat gewenst zou zijn. Het is eveneens niet mogelijk inzicht te verkrijgen in de snelheid bij het

draineren en terugrijden. Daarom zullen hier waarden voor deze gevallen worden gegeven.

Draineersnelheid

De draineersnelheid tijdens het graven van de sleuf bedraagt gemiddeld 1017 $m^1.h^{-1}$ op de zavelige gronden, de standaard afwijking was 268 $m^1.h^{-1}$. Geen verband kon worden aangetoond tussen de draineersnelheid en de bodemgesteldheid.

Terugrijsnelheid

Bij het terugrijden dient onderscheid gemaakt te worden tussen het terugrijden terwijl de draineermachine de sleuf zelf dicht en het terugrijden waarbij dat niet gebeurt. In het laatste geval zal ook in 1 vloeiende beweging de nieuwe positie worden ingenomen en wordt een afstand overbrugd die iets groter is dan de drainlengte. Aangezien deze afgelegde weg in veel gevallen niet is opgenomen zal als terugrijlengte de drainlengte worden genomen.

De gemiddelde terugrijsnelheid, inclusief het stuk waarover het positie innemen plaats vindt, bedraagt bij het niet zelf dichten van de sleuf 4368 $m^1.h^{-1}$. Als standaardafwijking is hierbij 817 $m^1.h^{-1}$ bepaald.

Bij machines die zelf de sleuf dichten was de gemiddelde terugrijsnelheid, gedurende de tijd van begin terugrijden tot eind van het 'recht voor de sleuf zetten' en waarbij eveneens als terugrijlengte de drainlengte is aangehouden, 2988 $m^1.h^{-1}$ met een standaardafwijking van 1463 $m^1.h^{-1}$. Hetgeen er gemiddeld op neer komt dat, doordat de machine de sleuf zelf dicht, het overbruggen van de afstand van eind sleuf tot begin volgende sleuf een factor 1,5 langer duurt. Bij de zelfdichtende machine bedraagt de terugrijlengte echter aanzienlijk meer dan de drainlengte. De snelheid tijdens het dichten van de sleuf bedroeg 4241 $m^1.h^{-1}$, waarbij een standaardafwijking werd gevonden van 1834 $m^1.h^{-1}$. Deze grote afwijking van het gemiddelde wordt hier hoofdzakelijk veroorzaakt door machines die voor het dichten van de sleuf zijn uitgerust met schuifborden, een machinetype dat echter niet vaak wordt aangetroffen. Bij dit dichtschuiven wordt aanmerkelijk sneller gereden dan bij machines die gebruik maken van vijzels. De gemiddelde snelheid tijdens het dichtschuiven bedroeg 8279 $m^1.h^{-1}$, terwijl het dichten van de sleuf met vijzels gebeurde met een snelheid van gemiddeld 3664 $m^1.h^{-1}$, waarbij de standaardafwijking 906 $m^1.h^{-1}$ bedroeg.

'Recht voor de sleuf zetten'

Voor het 'recht voor de sleuf zetten', dat na het zelf dichten van de sleuf werd uitgevoerd, bleek gemiddeld 0,96 min nodig te zijn.

'Aankoppelen nieuwe rol'

Het 'aankoppelen nieuwe rol' zal, indien de drainlengte kleiner is dan de drainrollengte, niet iedere reeks worden uitgevoerd. Het werd voor de rekenmodellen per reeks omgeslagen over alle zavel-opnamen en ondergebracht bij T_o en bedroeg gemiddeld 0,162 min. Hier wordt het echter gegeven per keer dat het voorkomt en dan blijkt gemiddeld bij stilstaande machine voor het aankoppelen 0,299 min nodig, waarbij de standaardafwijking 0,194 min was. In 55 % van de gevallen staat de machine bij het aankoppelen stil.

'Opleggen nieuwe rollen'

Voor het 'opleggen nieuwe rollen' is een overeenkomstige verklaring te geven als voor het aankoppelen. Op de machine worden 2 à 4 rollen in 1 keer meegenomen. Ondergebracht in To en daarom omgeslagen over alle opnamen voor zavel bedroeg de gemiddelde tijd voor het 'opleggen van nieuwe rollen' 0,497 min. Aangezien de machine in bijna alle gevallen stilstaat bij het opleggen van de rollen zal de gemiddelde waarde weinig afwijken van de vorige en bedraagt deze 0,568 min, waarbij de standaardafwijking 0,834 min is.

'Overige handelingen'

De gemiddelde tijd die ondergebracht werd in To voor de 'overige handelingen' bedroeg 0,116 min. Deze handelingen kwamen in 50 % van de opnamen voor, de machine stond dan stil. Per keer dat een dergelijke handeling voorkwam bedroeg deze gemiddeld 0,233 min, met een standaarafwijking van 0,137 min.

'Buis in de slof brengen'

Het 'buis in de slof brengen' werd niet alle keren geregistreerd, het komt natuurlijk iedere reeks voor. De machine stopt er doorgaans niet voor. Het 'buis in de slof brengen kost gemiddeld 0,753 min.

'Afzagen en afdoppen', 'koppelen eindbuis' en 'op diepte brengen van de ketting'

Als gemiddelde tijden voor het 'afzagen en afdoppen' en het 'kop-

pelen van de eindbuis' werden respectievelijk 0,350 min en 0,315 min berekend over de opnames waarop de machine stilstond. Deze tijden zijn hoger dan de gemiddelde waarden in verg.(13) en (17), omdat daarvoor een omslag plaats vond over alle opnamen. De gemiddelde waarde voor het 'op diepte brengen van de ketting' komt overeen met de waarde die gegeven wordt in verg.(18).

Bodemgesteldheid versus prestatie

Een relatie tussen bodemgesteldheid en de netto-produktie of netto-prestatie of draineersnelheid kon niet worden aangetoond. Getracht is nog een verband te leggen tussen de bodemgesteldheid en een combinatie van cijfers voor volume, machine en graafresultaat. Bij de laatste denken we bijvoorbeeld aan de verhouding tussen de in par. 3.2. gegeven combinatie $L_d B_s D_s/N$ en de graaftijd T_g. We krijgen dan waarden met als dimensie $m^3.kW^{-1}.min^{-1}$. Indien de waarden hiervoor laag zijn, duidt dat op hogere produktie tijdens het graven van de sleuf. Na het bepalen van de factor $L_d B_s D_s/NT_g$ voor iedere drainage-opname op zavel is daaruit de gemiddelde factor bepaald per bodem-gesteldheid droog, normaal, nat en zeer nat. Volgens deze rekenwijze bedroeg de verhouding tussen deze factoren voor de bodemgesteldheid droog, normaal, nat en zeer nat resp. 1,06, 1,0, 1,02 en 1,0. Indien nu het verhoudingsgetal voor de droge omstandigheid in het rekenmodel verg. (24) voor bijvoorbeeld L_d = 200 m en D_s = 1,00 m wordt ingevuld, dan heeft dat als resultaat dat gemiddeld voor de droge omstandigheid de prestatie ongeveer 3 % lager ligt dan voor de normale omstandigheid. Voor een natte bodem zou dit circa 1 % lager zijn, terwijl de zeer natte bodem een gelijke prestatie mogelijk zou maken dan bij normaal. Het aantal meetresultaten is echter gering en de verschillen ook.

6. CONCLUSIES

Met een basismodel voor grondverzet en het bepalen van functies voor de cycluselementen bij drainageaanleg was het mogelijk een theoretisch model voor de netto-produktie te bepalen. Tot een praktisch model voor het berekenen van produktienormen kon worden gekomen door de resultaten van metingen uitgevoerd tijdens de aanleg van drainage met kettinggravers op zavel in het theoretische model in te vullen. Door onderscheid te maken tussen machines die de sleuf zelf dichten en die dat niet kunnen, ontstonden 2 modellen voor produktie en 2 voor prestatie. Door de bekende drainagediepte, drainlengte en motorvermogen in te vullen in de produktiemodellen verg. (26) tot en met (29) kan de normproduktie of normprestatie (taaknormen) worden bepaald.

Uit de circa 70 metingen, ieder over ongeveer 5 drainreeksen, met kettinggravers kon een beeld gevormd worden van de grootte van de opslagfactor. Deze bedraagt f_o=1,19, hetgeen zeggen wil dat op de netto-werktijd een opslag gegeven moet worden die overeenkomt met 19% van de netto-werktijd. Deze opslagtijd is de tijd die besteed wordt aan nevenactiviteiten. Het onderdeel 'diversen' maakt van dit percentage 41,5 % uit, een fors deel. Doch draineren is een cultuurtechnisch werk dat veel, onder deze nevenactiviteit 'diversen' vallende, controle behoeft. Wij hebben de indruk dat zowel machinist als begeleider deze controlerende taak goed hebben verricht.

De bruto-produktie wordt in deze nota uitgedrukt in $m^3.h^{-1}$, hetgeen in termen van grondverzet een algemeen gebruikelijke aanduiding is. Voor vergelijking met andere vormen van grondverzet en met kettinggravers onderling kan deze eenheid dan ook gebruikt worden, aangezien diepte, lengte en breedte van de sleuf erin verwerkt zijn. In de tabellen van de bijlagen 3, 5, 7, 9 en 11, de produktie(taak)normen voor verschillende motorvermogens, zien we dat de produktie stijgt naarmate de drainagediepte groter is. Dit wordt veroorzaakt doordat bij grotere diepte de machine langer met het eigenlijke draineren bezig is en dientengevolge de tijd besteed aan de andere cycluselementen een kleiner percentage bedraagt van de draineertijd. Eveneens vindt een produktiestijging plaats naarmate de drainlengte groter wordt. Hiervoor geldt eenzelfde verklaring als voor de grotere diepte. Indien we produkties van kettinggravers willen vergelijken moeten we

altijd de diepte, lengte en het motorvermogen in de beschouwing betrekken. De factor waarmee de produktie toeneemt bij grotere drainagediepte wordt kleiner naarmate de drainlengte groter is.

Een aanduiding voor de snelheid waarmee drainage wordt aangelegd wordt gevonden in de prestatie in $m^1.h^{-1}$. Deze prestatie neemt af, zie bijlagen 4, 6, 8, 10 en 12 afzonderlijk, naarmate de drainagediepte groter is en neemt toe naarmate de drainlengte groter wordt. De prestatie is een aanduiding die bijvoorbeeld vergelijking mogelijk maakt met het sleufloos draineren. We dienen te allen tijde bij het vergelijken de drainagediepte, de drainlengte en het motorvermogen in de beschouwing te betrekken.

De in de bijlagen 3 tot en met 12 gegeven produkties en prestaties kunnen als taaknormen gezien worden. Voor het bepalen van calculatienormen wordt geadviseerd deze taaknormen met ongeveer 10 % te verminderen. Het verschil tussen taaknorm en calculatienorm kon aan de hand van de uitgevoerde metingen nog onvoldoende bestudeerd worden. Daarom moet hier genoegen worden genomen met het genoemde ervaringspercentage. De opslag in tijd uitgedrukt door dit percentage omvat wachttijden, aan- en aflooptijden, transporttijd op het werk, te betalen verleturen en afstemverliezen.

LITERATUUR

BOELS, D., J.B. SPRIK en G.H. HORST, 1981. Tijdstudies aan machines in de cultuurtechniek. Themanummer Cultuurtechnisch Tijdschr. 21,4: 197-263.

BOVAL, 1986 (jaarlijks). Adviestarieven grondverzet. Bond van loonbedrijven voor agrarisch- en grondverzetwerk(BOVAL), Utrecht. 1 pp.

MOBACH, M.P. en K. OOSTINDIE, 1986. Video- en VAX-gebruik bij de produktiestudie voor grondverzet. Nota 1714. ICW, Wageningen. 17 pp. + bijlagen.

NIVAG (Nieuwe Vereniging van Aannemers Grootbedrijf), 1983. Kostennormen voor aannemersmateriaal. Samson, Alphen aan de Rijn. 198 pp.

WHITMORE, D.A., 1972. Inleiding tot de arbeidskunde. NIVE (Nederlandse Vereniging voor Management). Univers. Pers, Rotterdam. 320 pp.

WILDE, J.G.S. DE, 1980. Ontwikkelingen in het doen van tijdwaarnemingen aan grondverzets- en grondbewerkingswerktuigen. Nota 1226. ICW, Wageningen. 18 pp. + bijlagen.

——— 1981. Dieplepelprodukties bij het graven van waterlopen bepaald met behulp van een nieuw opnamesysteem. Nota 1315. ICW, Wageningen. 80 pp.

——— 1982. Aandacht voor de laser in de cultuurtechniek. Cultuurtechnisch Tijdschrift. 21,6,357-366. Meded. ns 17. ICW, Wageningen.

——— 1984. Dammen van riet, heide of boomschors als perceelverbinding in veenweidegebieden. Rapporten ns 13. ICW, Wageningen. 35 pp. + bijlagen.

——— 1985. Rekenmodel en produktienormen voor grondtransport met getrokken en zelfrijdende dumpers. Rapporten ns 16. ICW, Wageningen. 18 pp. + bijlagen.

——— en J.F. VAN DER MEER. 1983. Produktiemodel en produktienormen voor het graven van waterlopen. Nota 1417. ICW, Wageningen. 38 pp. + bijlagen.

——— en M.P. Mobach. 1985. Produktie bij drainaanleg op vier bodemtypen in de ruilverkaveling Beerta. Nota 1656. ICW, Wageningen. 18 pp. + bijlagen.

——— en A.N. MAZEE. 1986. Videocomputersysteem voor arbeidsanalyse. Stam, Rijswijk. PT/Werktuigbouw 41,12. 37-39. Meded. ns 45. ICW, Wageningen.

ZEIJTS, T.E.J. VAN, 1986. Kwaliteitsbewaking drainagewerk. 'Op weg naar nieuwe normen'. Cultuurtechnisch Tijdschrift. 26,3,194-199.

Bijlage 1

DRAINAGE

KETT. GRAVER	... GRAVER
V-VORMIG MES	VERT. WOELPOOT

*)

DATUM: _____ PLAATS: _____

AANNEMER: _____ ADRES: _____

_____ TEL: _____

MACHINETYPE: _____ BOUWJAAR: _____

MOTORVERMOGEN: _____ MACHINENUMMER: _____

HELLINGSHOEK KETTING MET HORIZONTAAL: ____ HOEK VAN DE V-VORMIGE PLOEG: _____

DICHTEN SLEUF MET: MACHINE → VIJZEL | SCHUIFBORD; TREKKER | ANDER WERKTUIG; GEEN SLEUF *)

MACHINE GEWICHT: _____ kg RUPSBREEDTE: _____ cm

RUPSLENGTE TUSSEN UITERSTE GRONDROLLEN (H. op Hart): _____ m

KAMHOOGTE: _____ cm GEEN KAMMEN INSPORING: _____ cm

AANTAL MENSEN BIJ MACHINE (incl. machinist): _____

WIE VERRICHT:			*)
	UITZETTEN (piketten)	AANNEMER / BOER	
	DICHTEN SLEUF	AANNEMER / BOER	
	UITRIJDEN BUIZEN	AANNEMER / BOER	

DRAINAGEDIEPTE: _____ m DRAINDIAMETER: _____ cm

OMHULLING: JA | NEE *) SLEUFBREEDTE: _____ cm

DRAINAGELENGTE BIJ OPNAME: _____ m VOORGESCHREVEN VERHANG: _____

PROJECTGROOTTE: (AANTAL DRAINS _____ x GEM. DRAINLENGTE _____ =) _____ km

DRAINAFSTAND: _____ m RECHTZETLENGTE: _____ m

ROLLENGTE: _____ m AANTAL ROLLEN OP MACHINE: _____

BODEMSOORT: _____

CULTUURTOESTAND: BOUWLAND | GRASLAND *)

BODEMGESTELDHEID: DROOG | NORMAAL | NAT | ZEER NAT

HOEDANIGHEID PERCEEL OPPERVLAK: EGALITEIT GOED | MATIG | SLECHT

KRUISEN VAN GREPPELS: NEE | JA → LOODRECHT | ONDER HOEK

LASERSYSTEEM: _____ TOERENTAL LASER (3 metingen) _____

LASERONTVANGER / REGELING: _____

PLAATSING LASER (schets):

WEERSGESTELDHEID / TEMPERATUUR: _____

*) Aankruisen hetgeen van toepassing is •

B5001

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding - Wageningen tel. 08370-19100

OPNAMEGEGEVENS en netto-prestatie

Soort machine : KETTINGGRAVER
Grondsoort : ZAVEL

opname	bijz. grond-soort	netto produk-tieve tijd (sec)	netto-prestatie (ml.h-1)	cultuur-toestand	bodem-gesteldheid	hoedanig-heid perceel	kruisen van greppels	drainage diepte (m)	gem. drain-lengte (m)	motor-vermogen (kW)	sleuf-breedte (cm)
1		572.4	666.7	Bouwland	Normaal	Goed		1.00	106	146	22.0
2		538.6	487.9	Bouwland	Droog	Goed		1.31	73	146	22.0
3		689.0	579.9	Bouwland	Nat	Goed		1.08	111	146	22.0
4		1490.3	446.9	Bouwland	Normaal	Goed		1.72	185	146	22.0
5		722.2	653.0	Bouwland	Normaal	Goed		1.00	131	146	22.0
6		782.1	446.5	Bouwland	Normaal	Goed		1.02	97	146	22.0
7		528.7	401.7	Bouwland	Nat	Goed		1.49	59	146	22.0
8		1169.0	548.2	Bouwland	Zeer nat	Goed		1.75	178	146	22.0
9		878.6	569.5	Bouwland	Nat	Goed		1.07	139	146	22.0
10		730.2	621.2	Bouwland	Normaal	Goed		1.00	126	158	25.0
11		1204.8	675.3	Bouwland	Normaal	Goed		0.90	226	158	25.0
12		1229.4	907.8	Bouwland	Normaal	Goed		1.10	310	129	19.0
13		672.0	621.4	Bouwland	Zeer nat	Slecht		1.00	116	158	22.0
14		826.5	522.7	Bouwland	Zeer nat	Slecht		1.05	120	158	22.0
15		712.3	454.9	Grasland	Zeer nat	Goed		0.95	90	158	22.0
16		1041.4	822.7	Bouwland	Nat	Goed		0.95	238	158	25.0
17		627.1	556.9	Bouwland	Nat	Matig		1.45	97	158	25.5
18		755.4	881.7	Bouwland	Normaal	Goed		1.05	185	158	25.5
19		768.3	670.1	Bouwland	Nat	Goed		1.25	143	177	17.5
20		589.0	837.4	Bouwland	Normaal	Goed		0.80	137	177	17.5
21		751.5	823.9	Bouwland	Droog	Goed		1.20	172	177	22.5
22		983.0	706.8	Bouwland	Droog	Goed		1.20	193	177	25.0
23		632.9	932.9	Bouwland	Droog	Goed		0.85	164	184	25.0
24		964.4	574.9	Bouwland	Normaal	Goed		1.10	154	127	22.5

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 120

* * * * * * PRODUKTIE IN M3 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	58.	63.	68.	73.	77.	81.	88.	94.	100.	105.
75.	73.	79.	85.	90.	95.	99.	106.	113.	118.	123.
100.	85.	91.	97.	102.	107.	111.	119.	125.	131.	135.
125.	93.	100.	106.	111.	116.	120.	128.	134.	139.	144.
150.	100.	107.	113.	118.	123.	127.	134.	140.	145.	150.
175.	106.	113.	119.	124.	128.	133.	140.	145.	150.	154.
200.	110.	117.	123.	128.	133.	137.	144.	150.	154.	158.
225.	114.	121.	127.	132.	137.	141.	147.	153.	157.	161.
250.	118.	124.	130.	135.	140.	144.	150.	156.	160.	164.
275.	120.	127.	133.	138.	142.	146.	153.	158.	162.	166.
300.	123.	130.	135.	140.	145.	148.	155.	160.	164.	168.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	45.	49.	54.	58.	62.	65.	72.	78.	84.	88.
75.	60.	65.	71.	75.	80.	84.	91.	98.	104.	109.
100.	72.	78.	84.	89.	94.	98.	106.	112.	118.	123.
125.	82.	88.	94.	99.	104.	109.	116.	123.	128.	133.
150.	90.	97.	103.	108.	113.	117.	125.	131.	137.	141.
175.	97.	104.	110.	115.	120.	124.	132.	138.	143.	148.
200.	103.	110.	116.	121.	126.	130.	137.	143.	148.	153.
225.	108.	115.	121.	126.	131.	135.	142.	148.	153.	157.
250.	113.	120.	126.	131.	135.	139.	146.	152.	157.	161.
275.	117.	124.	130.	135.	139.	143.	150.	155.	160.	164.
300.	120.	127.	133.	138.	142.	146.	153.	158.	162.	166.

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 120

* * * * * * PRESTATIE IN M1 PER UUR * * * * * * * * * * *

drainleermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	366.	351.	337.	324.	311.	300.	280.	262.	247.	233.
75.	465.	442.	420.	401.	383.	367.	338.	314.	293.	274.
100.	538.	507.	480.	455.	433.	413.	378.	348.	323.	301.
125.	593.	557.	524.	496.	470.	446.	406.	373.	344.	320.
150.	637.	596.	559.	527.	498.	472.	428.	391.	360.	333.
175.	673.	627.	587.	551.	520.	492.	444.	405.	372.	344.
200.	702.	653.	609.	571.	538.	508.	458.	416.	382.	352.
225.	727.	674.	628.	588.	553.	522.	469.	425.	390.	359.
250.	748.	692.	644.	602.	565.	533.	478.	433.	396.	365.
275.	766.	708.	658.	614.	576.	542.	486.	440.	402.	370.
300.	782.	722.	670.	625.	585.	551.	492.	445.	406.	374.

drainleermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	284.	275.	266.	258.	250.	243.	229.	217.	207.	197.
75.	380.	364.	349.	336.	323.	312.	291.	273.	256.	242.
100.	456.	434.	414.	395.	379.	363.	336.	312.	292.	274.
125.	519.	491.	466.	443.	422.	403.	370.	342.	318.	297.
150.	572.	538.	508.	481.	457.	435.	397.	365.	338.	315.
175.	617.	578.	544.	513.	486.	461.	419.	384.	354.	329.
200.	655.	612.	573.	540.	510.	483.	437.	399.	367.	340.
225.	689.	641.	599.	563.	530.	501.	452.	412.	378.	349.
250.	718.	666.	621.	582.	548.	517.	465.	423.	387.	357.
275.	743.	688.	641.	599.	563.	531.	476.	432.	395.	364.
300.	766.	708.	658.	614.	576.	543.	486.	440.	402.	370.

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 140

* * * * * * PRODUKTIE IN M3 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	60.	66.	71.	76.	81.	86.	94.	101.	107.	113.
75.	77.	84.	90.	96.	101.	106.	115.	122.	129.	134.
100.	90.	97.	104.	110.	115.	120.	129.	137.	143.	149.
125.	99.	107.	114.	120.	126.	131.	140.	147.	153.	159.
150.	107.	115.	122.	128.	134.	139.	148.	155.	161.	166.
175.	114.	122.	129.	135.	141.	145.	154.	161.	167.	172.
200.	119.	127.	134.	140.	146.	151.	159.	166.	172.	177.
225.	124.	132.	139.	145.	150.	155.	163.	170.	176.	181.
250.	128.	136.	143.	149.	154.	159.	167.	174.	179.	184.
275.	131.	139.	146.	152.	157.	162.	170.	177.	182.	187.
300.	134.	142.	149.	155.	160.	165.	173.	179.	184.	189.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	46.	51.	56.	60.	64.	68.	76.	82.	88.	94.
75.	62.	68.	74.	79.	84.	89.	97.	105.	111.	117.
100.	75.	82.	89.	94.	100.	105.	114.	121.	128.	134.
125.	86.	94.	100.	107.	112.	117.	126.	134.	141.	146.
150.	96.	103.	110.	116.	122.	127.	136.	144.	150.	156.
175.	104.	112.	119.	125.	130.	136.	144.	152.	158.	164.
200.	111.	119.	126.	132.	138.	143.	151.	159.	165.	170.
225.	117.	125.	132.	138.	144.	149.	157.	164.	170.	175.
250.	122.	130.	137.	143.	149.	154.	162.	169.	175.	180.
275.	127.	135.	142.	148.	153.	158.	166.	173.	179.	184.
300.	131.	139.	146.	152.	157.	162.	170.	177.	182.	187.

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 140

* * * * * * PRESTATIE IN M1 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	381.	366.	353.	340.	328.	317.	298.	280.	265.	251.
75.	489.	466.	445.	426.	409.	393.	364.	340.	318.	299.
100.	570.	540.	513.	489.	466.	446.	410.	380.	354.	331.
125.	633.	597.	564.	535.	509.	485.	444.	409.	379.	354.
150.	683.	642.	605.	572.	542.	516.	470.	431.	399.	371.
175.	724.	678.	637.	601.	569.	540.	490.	449.	414.	384.
200.	758.	708.	664.	625.	590.	559.	506.	462.	426.	394.
225.	787.	733.	686.	645.	608.	576.	520.	474.	435.	403.
250.	812.	755.	706.	662.	624.	589.	531.	483.	444.	410.
275.	834.	774.	722.	677.	637.	601.	541.	492.	450.	416.
300.	852.	790.	736.	689.	648.	611.	549.	498.	456.	421.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	293.	284.	276.	268.	261.	254.	241.	229.	219.	209.
75.	395.	380.	366.	353.	341.	330.	310.	292.	276.	261.
100.	479.	458.	438.	420.	404.	389.	361.	337.	317.	298.
125.	549.	522.	497.	474.	454.	435.	401.	373.	348.	326.
150.	609.	575.	546.	519.	494.	472.	433.	400.	372.	347.
175.	660.	621.	587.	556.	528.	503.	459.	423.	392.	365.
200.	704.	660.	622.	587.	557.	529.	481.	441.	408.	379.
225.	742.	694.	652.	614.	581.	551.	500.	457.	421.	390.
250.	776.	724.	678.	638.	602.	570.	516.	470.	433.	400.
275.	807.	750.	702.	659.	621.	587.	529.	482.	442.	409.
300.	834.	774.	722.	677.	637.	602.	541.	492.	451.	416.

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 160

* * * * * * PRODUKTIE IN M3 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	62.	68.	74.	79.	85.	89.	98.	106.	113.	119.
75.	80.	87.	94.	101.	106.	112.	122.	130.	137.	144.
100.	94.	102.	109.	116.	122.	128.	138.	147.	154.	161.
125.	105.	113.	121.	128.	134.	140.	150.	159.	166.	173.
150.	114.	122.	130.	137.	144.	149.	159.	168.	176.	182.
175.	121.	130.	138.	145.	151.	157.	167.	175.	182.	189.
200.	127.	136.	144.	151.	157.	163.	173.	181.	188.	194.
225.	132.	141.	149.	156.	163.	168.	178.	186.	193.	199.
250.	136.	146.	154.	161.	167.	173.	182.	190.	197.	203.
275.	140.	149.	157.	164.	171.	176.	186.	194.	200.	206.
300.	144.	153.	161.	168.	174.	180.	189.	197.	203.	209.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	47.	52.	57.	62.	67.	71.	79.	86.	93.	99.
75.	64.	71.	77.	83.	88.	93.	102.	111.	118.	125.
100.	78.	86.	93.	99.	105.	111.	120.	129.	137.	144.
125.	90.	98.	106.	113.	119.	124.	135.	143.	151.	158.
150.	101.	109.	117.	124.	130.	136.	146.	155.	163.	169.
175.	109.	118.	126.	133.	140.	145.	156.	164.	172.	178.
200.	117.	126.	134.	141.	148.	154.	164.	172.	180.	186.
225.	124.	133.	141.	148.	155.	160.	171.	179.	186.	192.
250.	130.	139.	147.	154.	161.	167.	176.	185.	192.	198.
275.	135.	145.	153.	160.	166.	172.	182.	190.	196.	202.
300.	140.	149.	157.	165.	171.	176.	186.	194.	201.	206.

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 160

* * * * * * PRESTATIE IN M1 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	393.	379.	366.	354.	342.	332.	312.	295.	280.	266.
75.	509.	487.	467.	448.	431.	415.	387.	362.	340.	321.
100.	597.	568.	541.	517.	495.	475.	439.	408.	381.	358.
125.	666.	631.	599.	570.	543.	520.	477.	442.	411.	384.
150.	722.	681.	644.	611.	581.	554.	507.	468.	434.	404.
175.	768.	722.	681.	645.	612.	582.	531.	488.	451.	420.
200.	807.	756.	712.	672.	637.	605.	550.	504.	466.	432.
225.	839.	785.	738.	696.	658.	624.	566.	518.	477.	443.
250.	868.	810.	760.	715.	676.	640.	580.	530.	487.	451.
275.	892.	832.	779.	732.	691.	654.	591.	539.	496.	459.
300.	914.	851.	796.	747.	704.	666.	601.	548.	503.	465.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	300.	292.	284.	276.	269.	263.	250.	239.	229.	220.
75.	408.	394.	381.	368.	356.	346.	326.	308.	292.	278.
100.	498.	478.	459.	441.	425.	410.	383.	359.	338.	320.
125.	574.	548.	523.	501.	481.	462.	428.	399.	374.	352.
150.	639.	607.	578.	551.	527.	504.	465.	431.	402.	377.
175.	696.	658.	624.	593.	565.	540.	495.	458.	425.	397.
200.	745.	702.	663.	629.	598.	570.	521.	480.	444.	414.
225.	788.	740.	698.	660.	626.	596.	543.	498.	460.	428.
250.	827.	774.	728.	687.	651.	618.	561.	514.	474.	440.
275.	861.	805.	755.	711.	672.	637.	577.	528.	486.	450.
300.	892.	832.	779.	733.	692.	655.	592.	540.	496.	459.

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 180

* * * * * * PRODUKTIE IN M3 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	63.	70.	76.	82.	87.	93.	102.	111.	118.	125.
75.	83.	91.	98.	105.	111.	117.	128.	137.	145.	153.
100.	97.	106.	114.	122.	128.	135.	146.	155.	164.	171.
125.	109.	119.	127.	135.	142.	148.	159.	169.	178.	185.
150.	119.	128.	137.	145.	152.	159.	170.	180.	188.	195.
175.	127.	137.	145.	153.	161.	167.	179.	188.	196.	204.
200.	133.	143.	152.	160.	168.	174.	186.	195.	203.	210.
225.	139.	149.	158.	166.	174.	180.	191.	201.	209.	216.
250.	144.	154.	163.	171.	179.	185.	196.	206.	213.	220.
275.	148.	159.	168.	176.	183.	189.	200.	210.	217.	224.
300.	152.	162.	172.	180.	187.	193.	204.	213.	221.	227.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m 0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	48.	53.	59.	64.	68.	73.	81.	89.	96.	103.
75.	66.	73.	79.	85.	91.	97.	107.	116.	124.	131.
100.	81.	89.	96.	103.	110.	115.	126.	136.	144.	152.
125.	94.	102.	110.	118.	125.	131.	142.	152.	161.	168.
150.	105.	114.	122.	130.	137.	144.	155.	165.	174.	181.
175.	114.	124.	133.	140.	148.	154.	166.	176.	184.	192.
200.	123.	133.	141.	149.	157.	163.	175.	185.	193.	200.
225.	130.	140.	149.	157.	165.	171.	183.	192.	201.	208.
250.	137.	147.	156.	164.	172.	178.	189.	199.	207.	214.
275.	143.	153.	162.	170.	178.	184.	195.	205.	213.	220.
300.	148.	159.	168.	176.	183.	189.	201.	210.	218.	224.

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 180

* * * * * * PRESTATIE IN M1 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	402.	389.	377.	365.	354.	344.	325.	308.	292.	279.
75.	525.	504.	484.	466.	450.	434.	406.	381.	359.	340.
100.	620.	591.	565.	542.	520.	500.	464.	433.	405.	381.
125.	695.	660.	628.	600.	573.	550.	507.	471.	439.	412.
150.	756.	715.	679.	646.	616.	589.	541.	500.	465.	435.
175.	806.	761.	720.	683.	650.	620.	568.	524.	486.	453.
200.	849.	799.	754.	714.	679.	646.	590.	543.	503.	468.
225.	885.	831.	783.	741.	703.	668.	608.	559.	516.	480.
250.	916.	859.	808.	763.	723.	687.	624.	572.	528.	490.
275.	944.	883.	830.	783.	740.	703.	637.	583.	538.	499.
300.	968.	904.	849.	800.	756.	716.	649.	593.	546.	506.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	305.	298.	290.	283.	277.	270.	258.	248.	238.	228.
75.	419.	405.	392.	380.	369.	359.	339.	322.	306.	292.
100.	514.	494.	476.	459.	443.	429.	402.	378.	357.	339.
125.	595.	570.	546.	524.	504.	485.	452.	423.	397.	375.
150.	665.	634.	605.	579.	555.	533.	493.	459.	430.	404.
175.	727.	689.	656.	625.	598.	572.	527.	489.	456.	427.
200.	781.	738.	700.	666.	634.	606.	556.	514.	478.	446.
225.	828.	781.	739.	701.	666.	635.	581.	535.	496.	463.
250.	871.	819.	773.	731.	694.	661.	603.	554.	512.	477.
275.	909.	853.	803.	759.	719.	683.	621.	570.	526.	489.
300.	944.	883.	830.	783.	741.	703.	638.	584.	538.	499.

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 200

* * * * * * PRODUKTIE IN M3 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	65.	71.	78.	84.	90.	95.	105.	114.	123.	130.
75.	85.	93.	101.	108.	115.	121.	133.	143.	152.	160.
100.	100.	110.	118.	126.	134.	141.	153.	163.	173.	181.
125.	113.	123.	132.	141.	148.	155.	168.	179.	188.	196.
150.	123.	134.	143.	152.	160.	167.	180.	190.	200.	208.
175.	132.	143.	152.	161.	169.	176.	189.	200.	209.	217.
200.	139.	150.	160.	169.	177.	184.	197.	208.	217.	225.
225.	145.	157.	167.	175.	183.	191.	203.	214.	223.	231.
250.	151.	162.	172.	181.	189.	196.	209.	220.	229.	236.
275.	156.	167.	177.	186.	194.	201.	214.	224.	233.	241.
300.	160.	171.	181.	190.	198.	205.	218.	228.	237.	245.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	49.	54.	60.	65.	70.	75.	83.	91.	99.	106.
75.	67.	74.	81.	88.	94.	100.	110.	120.	129.	137.
100.	83.	91.	99.	107.	113.	120.	132.	142.	151.	160.
125.	96.	106.	114.	122.	130.	136.	149.	160.	169.	178.
150.	108.	118.	127.	135.	143.	150.	163.	174.	184.	192.
175.	118.	129.	138.	147.	155.	162.	175.	186.	196.	204.
200.	128.	138.	148.	157.	165.	172.	185.	196.	206.	214.
225.	136.	147.	157.	165.	174.	181.	194.	205.	214.	222.
250.	143.	154.	164.	173.	181.	189.	201.	212.	221.	229.
275.	150.	161.	171.	180.	188.	195.	208.	219.	228.	236.
300.	156.	167.	177.	186.	194.	201.	214.	225.	233.	241.

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET EEN KETTINGGRAVER

grondsoort : ZAVEL
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW: 200

* * * * * * PRESTATIE IN M1 PER UUR * * * * * * * * * * *

draineermachine dicht sleuf: NIET ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	410.	398.	386.	374.	364.	354.	335.	319.	304.	290.
75.	539.	519.	500.	482.	466.	450.	423.	398.	376.	357.
100.	639.	611.	586.	563.	541.	522.	486.	455.	427.	403.
125.	719.	685.	654.	626.	600.	576.	534.	497.	465.	437.
150.	785.	745.	709.	676.	647.	619.	571.	530.	494.	463.
175.	839.	794.	754.	718.	685.	654.	601.	556.	518.	484.
200.	886.	836.	792.	752.	716.	683.	626.	578.	537.	501.
225.	925.	872.	824.	781.	743.	708.	647.	596.	552.	515.
250.	960.	902.	852.	806.	766.	729.	665.	611.	565.	526.
275.	990.	929.	876.	828.	785.	747.	680.	624.	577.	536.
300.	1016.	953.	897.	847.	802.	762.	693.	635.	587.	545.

draineermachine dicht sleuf: ZELF

drainlengte per reeks in m	drainagediepte in m									
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
50.	310.	303.	296.	289.	283.	277.	265.	255.	245.	236.
75.	427.	414.	402.	391.	380.	370.	351.	334.	318.	304.
100.	527.	508.	491.	474.	459.	445.	418.	395.	374.	355.
125.	613.	588.	565.	544.	524.	506.	473.	444.	418.	396.
150.	688.	657.	629.	603.	579.	558.	518.	484.	454.	428.
175.	754.	717.	684.	654.	626.	601.	556.	517.	484.	454.
200.	812.	770.	732.	698.	667.	639.	588.	546.	509.	476.
225.	863.	817.	775.	737.	702.	671.	616.	570.	530.	495.
250.	910.	858.	812.	771.	734.	700.	641.	591.	548.	511.
275.	952.	896.	846.	801.	761.	725.	662.	609.	564.	525.
300.	990.	929.	876.	828.	786.	747.	681.	625.	578.	537.