

NN31545.1833

**BIBLIOTHEEK
STARRINGGEBOUW**

ICW nota 1833
december 1987



nota

— instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen —

**PRODUKTIERELATIES VOOR SLEUFLOOS DRAINEREN
(V-VORMIGE PLOEG) OP ZWARE KLEI**

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



Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

19 MEI 1988

JSN 263258 *

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. HET DRAINEREN	3
2.1. Materieel en materiaal	3
2.2. Uitvoering	6
2.3. Drainage-aanlegelementen	7
2.4. Modelprincipe	10
3. NETTO-PRODUKTIE (C.Q. -PRESTATIE)	14
3.1. Algemeen	14
3.2. Functies voor de cyclus-elementen (meetresultaten)	17
3.3. Rekenmodel voor de netto-produktie (c.q.-prestatie)	22
4. PRODUKTIENORMEN (Taaknormen)	25
4.1. Van netto- naar bruto-produktie (c.q.-prestatie)	25
4.2. Normen	28
5. OVERIGE RESULTATEN	30
6. CONCLUSIES	35
LITERATUUR	37
BIJLAGEN	39

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 standardeenhedsprijzen 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 één van die werkzaamheden waarvoor op bescheiden schaal (DE WILDE en FLORAX, 1987) produktienormwaarden voorhanden zijn. Voor de sleufloze drainage met de v-vormige ploeg (systeem Willner of ook genoemd deltaploeg), die enkele jaren geleden algemeen in Nederland is ingevoerd, waren tot op heden 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 rekenmodel, de daarvan afgeleide produktienormen en de daarvoor benodigde relaties aan de orde voor sleufloze drainage-aanleg op zware klei met de v-vormige ploeg. Momenteel zijn voor sleufloze drainage uitsluitend voor deze grondsoort voldoende (20 opnames ieder over 5 reeksen is daarbij als limiet gesteld) metingen uitgevoerd.

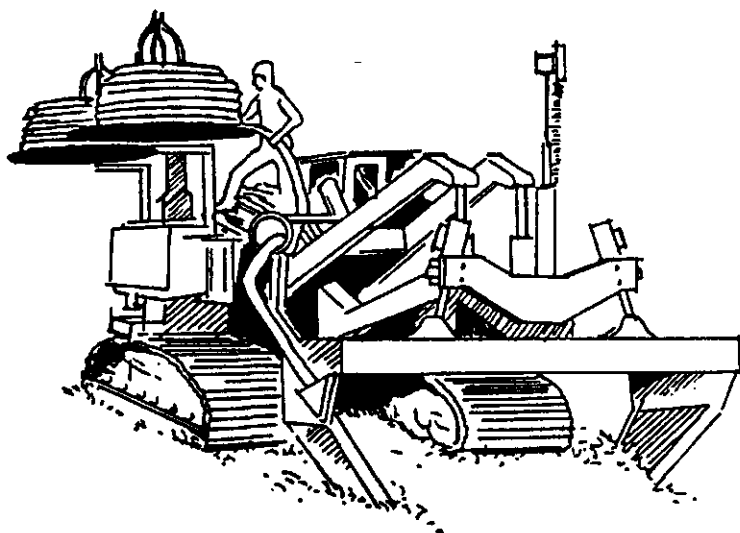
Voor het bepalen van de calculatienorm wordt geadviseerd de in de bijlagen 3 tot en met 12 gegeven brutonormen (taaknormen) met ongeveer 10% te verminderen. Het verschil tussen taaknorm en calculatienorm kon aan de hand van de uitgevoerde metingen nog niet voldoende worden bestudeerd, daarom moet hiervoor genoeg 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 beperken ons hier tot de sleufloos werkende machines met een v-vormige ploeg. Resultaten voor sleufgravende machines, maar dan op zavel, werden eerder gegeven (DE WILDE en FLORAX, 1987). In Nederland wordt voor het sleufloos aanbrengen van drainreeksen normaliter geen ander werktuig gebruikt dan de v-vormige ploeg, systeem Willner of soms genoemd delta-ploeg.

Dit is een ploegconstructie, waarbij de v-vormige ploeg op zijn punt vanaf de leidinginsteek door de bodem wordt getrokken. Eén van de beide zijden, die de punt van de ploeg vormen, is hol. Door deze zijde wordt de flexibele drainbuis gevoerd. De ploeg is kantelbaar achter op een rijdbaar onderstel geplaatst, dat voorzien is van een, naar vermogen, grote dieselmotor. Als voortbewegingsmiddel wordt op de landbouwgronden in Nederland bijna uitsluitend gebruik gemaakt van rupsaandrijving. Fig. 1 toont de constructie van een dergelijke sleufloos opererende draineermachine. Enkele fabrikanten is het gelukt een korte combinatie te creëren die zich gemakkelijker laat bewegen en vervoeren. Alle machines kunnen uitgerust worden met kammen op de rupsen om de slip op vochtige percelen te beperken.



Figuur 1. Sleufloos opererende draineermachine met v-vormige ploeg (Willner- of deltaploeg)

De v-vormige ploeg verplaatst door zijn dikte de losgesneden grondmoot circa 10 cm omhoog. Een maximale drainagediepte van 1,30 m was met de eerste ontwikkelde machines mogelijk. Momenteel kan met de nieuwe machines tot circa 1,75 a 2,00 m diep gedraineerd worden. Deze diepte vindt zijn beperking in de constructie, aangezien op die afstand van de punt van de v een horizontale verbinding tussen de beide zijden noodzakelijk is. De grotere ploegen vereisen een aangepast motorvermogen. Gezien in het zijaanzicht van de machine is de ploeg niet verticaal geplaatst. Deze kan iets voorlopen (stekend) of iets nalopen (slepend) ten opzichte van de verticale stand. Metingen betreffende de benodigde trekkracht bij verschillende ploegstanden en verschillende grondsoorten werden elders uitgevoerd (PIETSCH, 1977). Alle op de ploeg werkende krachten werden daarbij ontbonden in horizontale richting. Deze moeten als trekkracht door het rupsonderstel worden opgebracht. De benodigde trekkracht verschilt per grondsoort, per vochttoestand van de grond, per lengte van het doorsnijdende werktuigdeel en is bovendien afhankelijk van de snelheid van het werktuig en van de werkdiepte enz.

Bij een verticale stand van de ploeg, dus niet stekend of slepend, is de grootste trekkracht vereist voor zand, dan voor zavel en daarna voor klei (DE WILDE en VAN DER MEER, 1983). Een iets andere stand, iets stekend of iets slepend, doet de voor de verticale stand geldende trekkrachtverhouding tussen de grondsoorten veranderen.

Tijdens de opnames werden zowel stekend als slepend geplaatste ploegen waargenomen. Dit kan te maken hebben met de fabricage voor een bepaalde grondsoort waarop de ploeg overwegend zal worden ingezet. De rijnsnelheid houdt naast de reeds genoemde stand van de ploeg verband met de grootte van de geïnstalleerde motor en de hydraulische aandrijving. De punthoek van de ploeg bedroeg bij de op de zware klei aangetroffen machines gemiddeld 69 graden.

Aanvoer van drainagemateriaal vindt plaats door een van de zijden van de ploeg. Op de machine zorgen rollen voor een goede geleiding. Voor de diepteregeling wordt de ploegconstructie door middel van drukcilinders hydraulisch bewogen. De niveau-regelcommando's worden

hierbij verkregen door een blijvend verticaal staande laserontvanger die daarvoor is bevestigd op het hefbomenstelsel waaraan de ploeg is gemonteerd. De niveau-commando's worden gegeven door een op ontvangbare afstand geplaatste roterende laser. Deze draait voor sleufloze drainage meestal met een minimum toerental van 300 omw.min⁻¹ (5 pulsen per sec)(DE WILDE, 1982). Dit hangt nauw samen met de hoge legsnelheden bij het sleufloos draineren 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.

Terwijl de machine achterwaarts naar het begin van de sleuf terugrijdt kan deze, door zijn gewicht, met een van de rupsen of met een speciaal daarvoor op de voorzijde van de machine gemonteerde rol de omhoog gekomen grondmoot enigzins teruggedrukken.

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 zware klei was de ribbelbuis in 40% van de gevallen niet omhuld. De overige buis was omhuld met turf/cocos-, cocos- of polypropyleen vezels. Het natuurlijke materiaal maakte nu nog het grootste deel (58%) uit van de buisomhulling, doch de indruk bestaat dat in de nabije toekomst de organische vezel bij het draineren vervangen is door kunstvezel. Het buismateriaal wordt aangevoerd in de vorm van rollen. De rollengte bedroeg meestal 150 m (in 1 geval 200 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 54% van de opnames konden op deze wijze 2 rollen op de machine worden vervoerd en bij de overige meer.

2.2. Uitvoering

De aanleg van de drainage met de v-vormige ploeg werd op velerlei wijze uitgevoerd. Het leggen van de buis op zichzelf gebeurde door ieder bedrijf op nagenoeg gelijke manier, doch de overige handelingen kunnen verschillen.

Bij het terugrijden, dat in de meeste gevallen achterwaarts gebeurt, is het geen vaste regel dat de omhoog gekomen grondmoot met een van de rupsen c.q. speciale rol wordt aangedrukt. Het terugrijden, waarbij de moot niet wordt aangedrukt, vindt plaats naast de gelegde drainreeks totdat de machine weer op de volgende startplaats is aangekomen en daar positie kiest. Indien achterwaarts de moot wel is aangereden, zal daarna voor het positiekiezen het 'recht voor de volgende reeks zetten' plaats vinden. Deze vorm van positiekiezen komt overeen met het 'recht voor de sleuf zetten' bij kettinggravers (DE WILDE en FLORAX, 1987) en bestaat dus uit het met de machine maken van een sturende voorwaartse en vervolgens achterwaartse beweging, waarbij de machine in dwarsrichting over de drainafstand verplaatst wordt. De lengte van deze voorwaartse en achterwaartse beweging tesamen bedroeg gemiddeld 80 m. Het 'recht voor de volgende reeks zetten' komt niet in iedere drainagecyclus voor, daarom is het ondergebracht bij het 'terugrijden'.

Voor iedere video(meet-)opname werd 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 zware klei zijn verricht bij 10, qua uitvoering, verschillende machines. In veel gevallen werd tijdens het maken van de video-opname, metingen uitgevoerd aan de roterende laser ten behoeve van kwaliteitsaspecten grondwerk met als doel de werkelijke situatie van het laservlak te bepalen en te vergelijken. De resultaten van dit soort metingen zijn elders beschreven (DE WILDE, 1987).

2.3. Drainage-aanleg-elementen

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 (repeteerbaar):

1. Leggen drain : het voortbewegen van de ploeg door de grond en het gelijktijdig (zelfde arbeidsgang) leggen van de drainagebuis.
2. Afzagen en afdoppen : het net voordat het laatste gedeelte van de reeks in de grond verdwijnt afzagen en afdoppen van de drainbuis.
3. Buis in slob brengen : voordat de machine tot stilstand gekomen is wordt het begin van de volgende drainreeks in de ploeg gestoken en door de slob gevoerd.
4. Lichten ploeg : indien het afgedopte draineinde op diepte is gelegd wordt de arm met ploeg (slob) al rijdende gelicht.
5. Terugrijden : a. naar het begin van de reeks terwijl de grondmoot met één van de rupsen c.q. speciale rol wordt aangedrukt, waarna het 'recht voor de volgende reeks zetten' wordt uitgevoerd;
b. naast de gelegde reeks naar het begin van de volgende reeks.
6. Aankoppelen eindbuis : aan het eind van het terugrijden wordt de eindbuis aan de uit de slob stekende drain gekoppeld.
7. Ploeg op diepte brengen : na het aankoppelen van de eindbuis wordt iets achteruitgereden waarbij de ploeg boven de sloot op diepte (laser-puls-niveau) wordt 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 aandrukken) altijd gevolgd door het 'recht voor de volgende reeks zetten'. In dat geval wordt de terugrijdsnelheid vertraagd door het voorwaarts en achterwaarts manoeuvreren van de machine, terwijl ook het aandrukken de nodige aandacht vraagt.

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 gegeven.

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 het aandrukken van de grondmoot door de machine plaats vindt en dus het 'recht voor de volgende reeks zetten' wordt uitgevoerd, is de tijd hiervoor gerekend bij het 'terugrijden'.

De elementen die de cyclustijd T_c hoofdzakelijk bepalen zijn de elementen 1,4, 5 en 7.

Een element eindigt waar het volgende begint. Dus zo gauw als bijvoorbeeld de ploeg omhoog gaat bij het eind van de reeks is het 'lichten ploeg' begonnen. Het 'terugrijden' eindigt als de machine bij het begin van de volgende reeks stopt voor het 'aankoppelen eindbuis'. Het 'ploeg op diepte brengen' eindigt als geen neerwaartse beweging van de ploeg meer plaats vindt, tenzij bepaalde nevenactiviteiten optreden, en de voorwaartse beweging aanvangt. Daarnaast komen bij het draineren met sleufloos opererende machines, net zoals bij kettinggravers, nog een aantal incidentele elementen voor. Deze vormen wel een wezenlijk deel van het werk, doch zitten niet in iedere cyclus. Deze zijn:

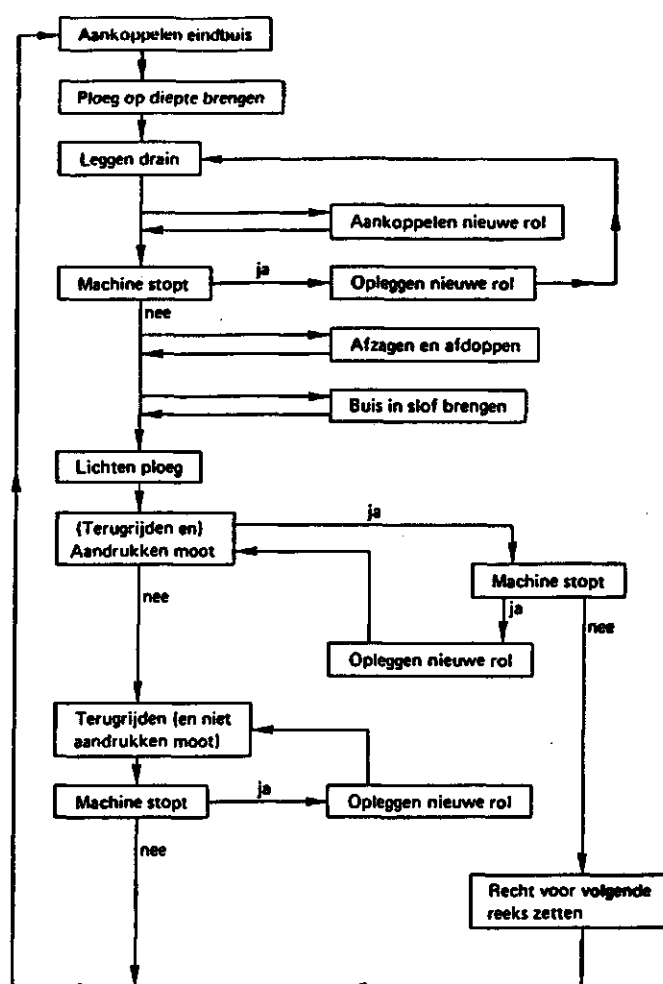
opleggen nieuwe rol	: nieuwe rollen worden op de haspels gelegd.
aankoppelen nieuwe rol	: het begin van de nieuwe rol wordt verbonden met het eind van de buis die gelegd wordt.
overige handelingen	: die uitgevoerd worden door de machinist, waarbij de machine stopt en die een wezenlijk deel van het werk uitmaken (er direct mee te maken hebben).

Het 'aankoppelen nieuw rol' wordt soms uitgevoerd tijdens het draineren, zonder dat de machine stopt. Indien het voorkwam 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, samen toegevoegd worden aan die van de repeteerbare elementen in de cyclustijd.

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

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



Figuur 2. Schema voor de aanleg van sleufloze drainage met een v-vormige ploeg.

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 onder de verzameling "nevenactiviteiten". De handelingen die tot deze 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, zie hiervoor par. 4.1.

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):

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

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

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

T'_c = cyclustijd in minuten

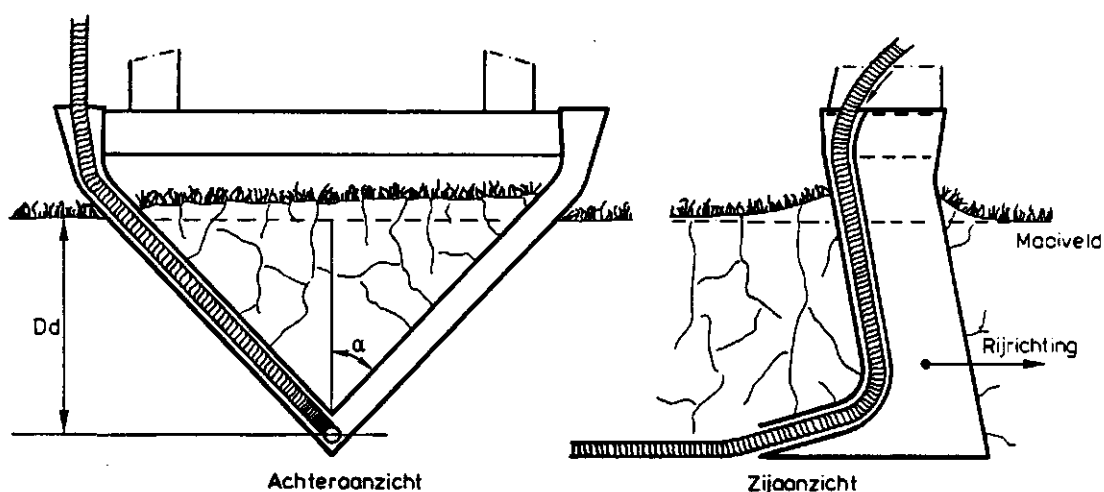
c = constante ($=60 \text{ min} \cdot \text{h}^{-1}$)

a = uitleveringsfactor van de grond

Hoe vergelijking (1), het basismodel voor grondverzet, kan worden omge-
werkt voor sleufloze drainage met v-vormige ploeg zal nu worden aan-
gegeven.

Bij sleufloze drainage met de v-vormige ploeg wordt de zich boven de drainbuis bevindende grondmoot, begrensd door ploeg en maaiveld en met drainreekslengte, over een met de ploegdoorsnede corresponderende afstand opgetild. Vervolgens komt de moot ongeveer in de uitgangstoestand terug, als de ploeg gepasseerd is. Deze uitgangstoestand zal niet helemaal bereikt worden, doordat tengevolge van de beweging van de ploeg in de grond en de tijdelijke verplaatsing van de grondmoot deze geroerd wordt en zal uitleveren. Dit is na het draineren te zien aan de bovenkant van de grondmoot die enige cm boven maaiveld is komen te liggen. Door met de rups over de moot te rijden kan de uitgangstoestand benaderd worden.

Het doorsnijden van de grond met de v-vormige ploeg, gezien in de drainagerichting en dwars daarop, wordt voorgesteld in figuur 3.



Figuur 3. Positie van de v-vormige ploeg bij het draineren

Doordat één van de zijden van de ploeg dient om de drainbuis door te voeren, zal de dikte van dit mes- of wigvormig ploegdeel afhangen van de diameter van de door te voeren buis met omhulling. De andere zijde van de ploeg zou dunner kunnen zijn, doch dit veroorzaakt door het niet symmetrisch belasten een extra koppel op de ploegarm en kan een scheeftrekken van de ploeg tot gevolg hebben. Door de ploeg asymmetrisch in de arm te hangen kan dit krachtsverschil op beide ploegzijden gecompenseerd worden. Tijdens de opnamen zijn meestal v-vormige ploegen waargenomen met zijden van gelijke dikte.

Het grondverzet dat plaats heeft bij het draineren met de v-vormige ploeg, equivalent aan andere vormen van grondverzet, komt overeen met

het volume grond dat gevormd wordt door de doorsnede van de los gesneden grondmoot en de lengte van de drainreeks. Een dergelijke grondmoot kan worden voorgesteld, zie ook figuur 3, als:

$$Q_s = L_d D_d^2 \operatorname{tg} \alpha \quad (\text{m}^3) \quad (2)$$

waarin: Q_s = volume losgesneden grond bij draineren met v-vormige ploeg per cyclus in m^3

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

D_d = drainagediepte in m

α = de halve tophoek van de v-ploeg in graden

Voor 'equivalent' grondverzet bij sleufloze drainage met v-ploeg kan verg. (1) nu omgewerkt worden, waarbij de netto-produktie kan worden voorgesteld door:

$$q_n = \frac{c L_d D_d^2 \operatorname{tg} \alpha}{a T_c} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (3)$$

waarin: q_n = netto-produktie voor aanleg van drainage met v-ploeg in $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

T_c = cyclustijd voor aanleg van drainage in minuten

a = uitleveringsfactor van de grond

c = constante (= $60 \text{ min} \cdot \text{h}^{-1}$)

De netto-produktie kan niet als rekennorm worden gebruikt, maar uitsluitend als basis. De nevenactiviteiten (vreemde elementen) kunnen gezamenlijk worden uitgedrukt in een opslagfactor die met deze basis 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.

Indien in vakkringen echter over de produktie bij drainage wordt gesproken horen we zelden de in verg. (3) gegeven dimensie ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) gebruiken doch wel de drainagesnelheid ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$). Deze laatste zal,

minder nog dan bij de eerste het geval is, zonder mededeling over drainagediepte, drainagelengte en grondsoort weinig of geen informatie verschaffen. Daarom trachten we een 'koppeling' tot stand te brengen tussen beide 'produktie'-opvattingen. Op deze wijze blijft vergelijking met andere vormen van grondverzet mogelijk. Nu zal echter eerst aan de hand van verg. (3) een produktierekenmodel worden afgeleid.

3. NETTO-PRODUKTIE (C.Q. -PRESTATIE)

3.1. Algemeen

De in vergelijking (2) voorgestelde hoeveelheid grond wordt in 1 cyclus door de v-ploeg verplaatst. 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:

$$T_c = T_d + T_a + T_l + T_t + T_k + T_b + T_o \quad (\text{min}) \quad (4)$$

waarin: T_d = draineertijd, uitsluitend, voor het leggen van drainage in min

T_a = tijd voor afzagen en afdoppen in min

T_l = lichttijd van de ploeg in min

T_t = terugrijtijd van het reekseinde naar het begin van de volgende reeks in min

T_k = koppeltijd voor eindbuis in min

T_b = tijd voor het op diepte brengen van de ploeg 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 volgende reeks zetten' wordt gerekend tot T_t .

De in vergelijking (4) aangegeven elementen kunnen voor de aanleg van drainage met machines met v-vormige ploeg per grondsoort worden voorgesteld als functies van onderdelen die de drainaanleg kenmerken.

We onderscheiden voor de draineertijd de functie:

$$T_d = f_1 (L_d, D_d, \alpha, N) \quad (\text{min}) \quad (5)$$

waarin: f_1 = nader te bepalen functie van L_d , D_d , α en N

N = motorvermogen (gemeten aan de krukas) in kW

De draineertijd zou vervolgens naast de grondsoort noch afhankelijk kunnen zijn van de bodemgesteldheid, de hoedanigheid (egaliteit van het perceeloppervlak) en het doorsnijden (kruisen) van greppels. Ook kunnen factoren als de techniek van de machinist en de weersomstandigheid van invloed zijn op de snelheid van het draineren.

De laatste kan ook invloed hebben op de interactie tussen laser en laserontvanger. Metingen betreffende de invloed van de weersomstandigheid en het functioneren van de machinist zijn niet uitgevoerd. De bij de metingen op zware klei aangetroffen percelen hadden over het algemeen een matig tot goede egaliteit (zie hiervoor ook Hoofdstuk 5). Het kruisen van greppels kwam in 30% van de gevallen voor en bij 35% van de metingen was de bodemgesteldheid natter dan normaal. 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 draineertijd T_d is opgesloten, zal de relatie, waarin T_d als functie van de drainaanleg kenmerkende onderdelen voor de 'equivalent' verplaatste grond 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:

$$T_a = n \quad (\text{min}) \quad (6)$$

waarin: n = constante

De lichttijd van de ploeg wordt bepaald door de drainagediepte, hierdoor is:

$$T_1 = f_2 (D_d) \quad (\text{min}) \quad (7)$$

Voor de terugrijtijd onderscheiden we indien (de moot NIET door de machine wordt aangedrukt en de machine direct naar begin volgende reeks rijdt:

$$T_{t1} = f_3 (L_d) \quad (\text{min}) \quad (8a)$$

en indien de moot door de machine aangedrukt wordt en machine vervolgens door het 'recht voor de volgende reeks zetten' naar begin volgende reeks rijdt:

$$T_{t2} = f_3' (L_d) \quad (\text{min}) \quad (8b)$$

Voor de koppeltijd geldt:

$$T_k = m \quad (\text{min}) \quad (9)$$

waarin: m = constante

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

$$T_b = f_4 (D_d) \quad (\text{min}) \quad (10)$$

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

$$T_o = f_5 (L_d) \quad (\text{min}) \quad (11)$$

Indien we vergelijking (5) tot en met (11), voor het geval dat de moot NIET door de machine zelf aangedrukt wordt, substitueren in vergelijking (4) en deze vervolgens in vergelijking (3), dan ontstaat een vergelijking voor de netto-productie in de vorm:

$$q_n = \frac{c L_d \operatorname{tg} \alpha D_d}{a \{f_1(L_d, \alpha, D_d, N) + n + f_2(D_d) + f_3(L_d) + m + f_4(D_d) + f_5(L_d)\}} \quad (12)$$

Een identieke behandeling kan worden uitgevoerd voor het geval dat de grondmoot WEL door de machine wordt aangedrukt.

Het theoretische model voor de netto-productie vergelijking (12) wordt een praktisch model door aan de hand van de meetresultaten de constanten en de functies voor f_1 , f_2 , f_3 , f_4 en f_5 te bepalen en deze in te vullen. Het ingevulde model is dan geschikt om producties 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 f_1 , f_2 , f_3 , f_4 en f_5 .

(Enige meetwaarden en resultaten worden gegeven in bijlage 2)

De verbanden tussen T_d en L_d , $\operatorname{tg} \alpha D_d$ en D_d ieder afzonderlijk, kunnen we ons, analoog aan die bij kettinggravers (DE WILDE en FLORAX, 1987), voorstellen als lineair verlopend. De relatie tussen T_d en N zal bij een toename van N een afname van T_d geven. Het verloop zal echter eerder hyperbolisch dan lineair zijn, hetgeen mede veroorzaakt wordt door de progressief toenemende wrijving naarmate de legsnelheid groter wordt.

Tijdens het uitzetten van de gemeten waarden voor T_d tegen de bijbehorende waarden voor de variabelen L_d , $\operatorname{tg} \alpha D_d$, of D_d en N raakten we steeds meer overtuigd dat het moeilijk was de gemeten, eventuele, hoge of lage waarden voor T_d toe te schrijven aan bepaalde variaties van

één van deze variabelen afzonderlijk. Na afloop bleek geen van de uitzetpogingen van T_d tegen de afzonderlijke variabelen een bruikbaar verband op te leveren. De spreiding tussen de punten was te groot. Het bepalen van een relatie tussen T_d en een combinatie van dezelfde variabelen, de combinatie $L_d \cdot t_g^\alpha D_d^2/N$, bleek zinvoller en leverde een verband dat als rechtlijnig is opgevat. Dit kon echter pas worden bereikt nadat een paar meetwaarden buiten beschouwing werden gelaten. Het betrof de opnamen 10 en 13. Bij beide opnamen moest door een ernstige handicap de snelheid tijdens het draineren aanzienlijk worden teruggebracht. Bij de eerst genoemde opname kwam dit door het pas ingezaaide, bovendien natte, grasland en bij de laatste moest een circa 60 cm diepe sloot midden in het perceel door de machine worden overgestoken.

Na lineaire regressie werd (zonder de meetwaarden 10 en 13) voor de graaftijd op zware klei de volgende uitdrukking voor f_1 gevonden:

$$T_d = 2,406 \frac{L_d t_g^\alpha D_d^2}{N} + 3,125 \quad (r = 0,6253) \quad (\text{min}) \quad (13)$$

Het verband dat door vergelijking (13) wordt voorgesteld wordt samen met de meetpunten, als voorbeeld, gegeven in figuur 4.

De bij vergelijking (13) gevonden correlatie-coëfficiënt geeft aan dat de spreiding tussen de punten aanzienlijk is.

Aangezien de nu volgende vergelijkingen (14) tot en met (20) niet specifiek gelden voor de bepaalde grondsoort waarop nu gewerkt is (zware klei), zijn voor het afleiden van constanten en relaties in deze vergelijkingen alle meetwaarden (67) met de v-vormige ploeg in beschouwing genomen.

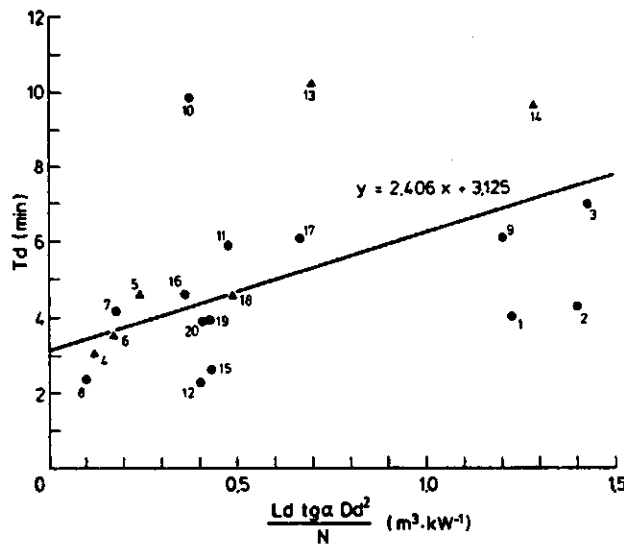


Fig. 4. Verband tussen de draineertijd (T_d) voor het leggen van drainage op zware klei met draineermachines met v-ploeg en een gecombineerde factor ($L_d t_{ga} D_d^2 / N$) voor verzette grond en motorvermogen (Punten zijn voorzien van opnamenummer. De meetwaarden van 10 en 13 zijn buiten beschouwing gelaten, zie tekst.

▲ wil zeggen: tijdens draineren worden greppels gekruist)

De afzaag- en afdoptijd, die als constant is beschouwd, bedroeg over alle 67 metingen met de v-ploeg:

$$T_a = 0,407 \quad (\text{min}) \quad (14)$$

Op eenzelfde wijze als voor f_1 kan f_2 bepaald worden, door de meetwaarden (zware klei) voor T_1 uit te zetten tegen D_d . Hierbij wordt verwacht dat T_1 iets toeneemt naarmate de drainagediepte D_d groter is. Na lineaire regressie van de meetwaarden voor T_1 en D_d werd een rechte gevonden met een zeer kleine helling ($-0,0381$), die zelfs negatief is. Daarom is besloten het verband niet te handhaven, doch T_1 , na verdere consultatie van de meetwaarden, als constante te beschouwen. Als gemiddelde voor de lichttijd is vervolgens berekend over alle 67 metingen met de v-ploeg:

$$T_1 = 0,447 \quad (\text{min}) \quad (15)$$

Voor het terugrijden werd onderscheid gemaakt tussen de terugrijtijd T_{t1} waarbij de moot NIET door de machine zelf werd aangedrukt (van de 67 metingen werd in 52 gevallen de moot niet aangedrukt) en de terugrijtijd T_{t2} waarbij dat WEL gebeurde. Voor beide werd verondersteld dat deze een verschillende functie van L_d zou opleveren, respectievelijk f_3 en f_3' , waarbij werd aangenomen dat het hier om een rechte zou gaan. Voor de terugrijtijd waarbij NIET (52 van de 67) wordt aangedrukt werd gevonden:

$$T_{t1} = 0,0119 L_d + 0,300 \quad (r=0,7529) \quad (\text{min}) \quad (16)$$

Een grotere drainafstand zal ook een langere terugrijweg tengevolge hebben. De langere reistijd hierdoor 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 waarbij WEL (15 van de 67) wordt aangedrukt door de machine werd gevonden:

$$T_{t2} = 0,0087 L_d + 1,627 \quad (r=0,7152) \quad (\text{min}) \quad (17)$$

Zoals de correlatie-coëfficiënten bij de vergelijking (16) en (17) aangeven is de spreiding tussen de punten bij deze relaties aanzienlijk. De verschillen worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in het motorvermogen, de nauwkeurigheid en de uitvoeringstechniek van het 'recht voor de volgende reeks zetten'.

De tijd voor het aankoppelen van de eindbuis aan de drainagebuis, die als constant is beschouwd, bedroeg over de 65 metingen waarbij dat geregistreerd werd:

$$T_k = 0,391 \quad (\text{min}) \quad (18)$$

Voor de tijd voor het 'ploeg op diepte brengen' T_b kon uit de meetresultaten voor zware klei geen duidelijk verband met de drainagediepte D_d worden afgeleid. De bij de vergelijking die dat weergeeft [$T_b = 0,345 D_d + 0,051$ (min) (19')] bepaalde correlatie-coëfficiënt ($r=0,4698$) geeft aan dat er een grote spreiding tussen de punten is. Deze spreiding kan mede veroorzaakt worden door de toegankelijkheid van het sloottalud en de afmetingen van de ploeg, waardoor de tijd voor het 'ploeg op diepte brengen' groter kan uitvallen dan noodzakelijk bij een dergelijke drainagediepte. Besloten is daarom de funtie f_4 als constant te beschouwen. Hierdoor werd over 67 metingen:

$$T_b = 0,396 \quad (\text{min}) \quad (19)$$

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 met T_o gebeurde. Op deze wijze werd als som van 'opleggen nieuwe rol', 'aankoppelen nieuwe rol' en 'overige handelingen' bepaald over de 67 metingen dat:

$$T_o = 0,845 \quad (\text{min}) \quad (20)$$

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-productie (c.q. -prestatie)

Indien we de in Par. 3.2. afgeleide vergelijkingen (11) tot en met (20) substitueren in vergelijking (4) en deze vervolgens in vergelijking (3) dan krijgen we een tweetal vergelijkingen voor de netto-productie.

Alvorens tot de aangegeven invulling wordt overgegaan is het mogelijk enkele vereenvoudigingen door te voeren. Deze worden bereikt door er van uit te gaan dat de uitleveringstoestand van de grond bij drainage altijd ongeroerd is, hetgeen zeggen wil $\alpha=1$. Verder door de gemiddelde tophoek van de ploeg bepaald uit de metingen, aan te houden als standaard, waarbij dan $2\alpha = 69^\circ$. Bij nader inzien is de tophoek bij het maken van begrotingen een niet te plannen grootte.

Het aanhouden van een gemiddelde waarde, zoals hier uitgevoerd, houdt overigens niet in dat de invloed van de tophoek-variantie geheel uit de formule verdwenen is. Deze invloed blijft in zekere mate gehandhaafd doordat voor het bepalen van de vergelijking (13) voor de drainagetijd, de verschillen in tophoek zijn verwerkt en deze vergelijking voor het model in zijn geheel gesubstitueerd is in de vergelijkingen (3) en (4).

Na uitvoering van de voorgestelde substitutie is de netto-productie bij draineren op zware klei, indien de moot NIET door de machine zelf wordt aangedrukt:

$$q_{n1} = \frac{24,938 L_d D_d^2}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,007 L_d + 3,575} \quad (m^3 \cdot h^{-1}) \quad (21)$$

Een soortgelijke substitutie levert als netto-productie bij draineren, indien de moot WEL door de machine zelf wordt aangedrukt, op:

$$q_{n2} = \frac{24,938 L_d D_d^2}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,005 L_d + 4,377} \quad (m^3 \cdot h^{-1}) \quad (22)$$

Een verdere vereenvoudiging kan doorgevoerd worden door zowel in vergelijking (21) als in vergelijking (22) als standaard het gemiddelde motorvermogen uit de metingen $N = 192$ kW te substitueren. De vergelijkingen die daarna verkregen worden zijn op te vatten als rekenmodellen voor de netto-productie bij een gemiddeld motorvermogen, $N = 192$ kW, van draineermachines voorzien van een v-vormige ploeg op zware klei. Deze netto-productie bij gemiddeld motorvermogen is, indien de moot NIET door de machine wordt aangedrukt:

$$q_{n3} = \frac{4788,03 L_d D_d^2}{L_d D_d^2 + 1,38 L_d + 686,33} \quad (m^3 \cdot h^{-1}) \quad (23)$$

en indien de moot WEL door de machine wordt aangedrukt:

$$q_{n4} = \frac{4788,03 L_d D_d^2}{L_d D_d^2 + 1,01 L_d + 840,41} \quad (m^3 \cdot h^{-1}) \quad (24)$$

Met deze twee modellen zijn uitdrukkingen gevonden voor de netto-productie in $m^3 \cdot h^{-1}$ bij een gemiddeld motorvermogen, waarin als enige variabelen de drainlengte en de drainagediepte voorkomen. Daarbij werd als tophoek de gemiddelde tophoek uit de opnames toegekend. De parameter 4788,03 in de vergelijking (23) en (24) 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, vergelijking (23) en (24), doch met de meer oorspronkelijke modellen (21) en (22).

Willen we voor drainage een prestatie bepaald zien in $m^3 \cdot h^{-1}$, dan kan dat verkregen worden door direct na het substitueren van de vergelijking (13) tot en met (20) in vergelijking (4) en vervolgens in verge-

lijking (3) te delen door $t_g \alpha D_d^2$. We krijgen dan twee algemene modellen voor de netto-prestatie bij de aanleg van drainage met machines voorzien van een v-vormige ploeg op zware klei. De netto-prestatie is, indien de moot NIET door de machine aangedrukt wordt:

$$p_{n1} = \frac{36,285 L_d}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,007 L_d + 3,575} \quad (m^1.h^{-1}) \quad (25)$$

en de netto-prestatie is, indien de moot WEL door de machine aangedrukt wordt:

$$p_{n2} = \frac{36,285 L_d}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,005 L_d + 4,377} \quad (m^1.h^{-1}) \quad (26)$$

Met voorgaande rekenmodellen is het mogelijk de bruto-produktie c.q. -prestatienorm (taaknorm) voor de aanleg van drainage met machines uitgerust met v-ploeg op zware klei te bepalen nadat de opslag, in de vorm van een opslagfactor, in rekening is gebracht (Hoofdstuk 4).

4. PRODUKTIENORMEN (Taaknormen)

4.1. Van netto- naar bruto-produktie (c.q.-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 ($q_b = q_n \cdot 1/f_o$).

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 sleufloos aangelegde drainage met v-ploeg op andere grondsoorten dan zware klei.

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 machines voorzien van v-ploeg benodigde tijd voor deze genoemde nevenactiviteiten bedroeg 14,44% van de netto-werktijd. Dit percentage is bepaald als gemiddelde van de percentages die van iedere drainage(opname)meting werd bepaald. Indien we de totaaltijd besteed aan nevenactiviteiten uitdrukken als deel van de netto-werktijd, komen we iets lager uit (13,85%).

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 14,4% bedraagt. De opslagfactor is in dat geval $f_0 = 1,144$.

De tijd voor de nevenactiviteiten was als volgt verdeeld:

stagnatie machine	5,2%	onderhoud	2,4%
wachttijd	8,7%	correctie laser	17,2%
overleg	19,8%	diversen	43,9%
persoonl.verzorging	2,8%		

De groep 'diversen' vormt hierbij, evenals bij de kettinggravers werd berekend (DE WILDE en FLORAX, 1987), 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 losgekomen van de drainbuis', 'in de juiste stand in het talud plaatsen van de eindbuis', 'voorkomen van onverhoedse machine bewegingen', '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 sleuf-eind', '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 voorkomende activiteit het 'goed leggen van de drainrol' aangetroffen. Niet iedere handeling die onder deze nevenactiviteiten viel werd in de beginfase genoteerd, later wel. Activiteiten die voorts werden genoemd zijn: 'een gedeelte van een kapotte drainbuis wegzagen', 'terugtrekken te ver doorgetrokken drain', 'in slof vastzittende drainbuis lossen', 'lostrekken trekker tijdens terugrijden', 'schoonmaken ploeg', 'aankoppelen losgeschoten klikmof', 'sjalon iets verzetten', 'laser op machine verplaatsen', 'verwijderen van enkele stenen van het talud' en 'lus verwijderen uit drainrol'. Vooral de laatste komt vaak voor. De indruk is ontstaan 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 0,3% van de netto-werktijd bedroeg.

Voor kettinggravers op zavel is indertijd door HIJNE en GLAS (1980), tijdens een voorstudie betreffende de aanpak voor het bepalen van produktienormen, afgeleid dat de opslag op de netto-drainagetijd 103% zou moeten bedragen om te komen tot de bruto-drainagetijd. De grootte van deze opslag kwam ons erg hoog voor, alhoewel daarin ook het 'uitzetten van sjalons', 'tanken van de machine', 'opzetten van laserapparatuur', 'verdelen van eindbuizen' en 'transport van de machine op het werk' verrekend zijn. In de door ons bepaalde opslag zijn deze factoren niet aanwezig, omdat deze handelingen buiten de door ons uitgevoerde metingen over 5 drainreeksen vielen. Het opslagpercentage (103%) is berekend door gedurende een aantal werkdagen de afname van drainrollen in de depots te tellen. Na het bestuderen van de oorspronkelijke gegevens is gebleken dat daarbij niet iedere afname werd geregistreerd doch dat om de x dagen geteld werd. Niet werd geregistreerd, indien er een toename werd waargenomen, of er misschien meer rollen waren binnengekomen die intussen waren verbruikt. Waarschijnlijk zijn meer rollen verwerkt dan is aangenomen. Bovendien is gebleken dat de periode waarin het drain-

buisverbruik werd bijgehouden niet parallel liep met de periode waarin de metingen aan de sleufgravende machine zijn uitgevoerd. Discutabel bij de berekening zijn verder de geschatte duur (precies 8 uur) van een werkdag en de rollengte van 160 m. Mede gezien het voorgaande lijkt het ons beter het opslagpercentage niet te gebruiken.

4.2. Normen

De bruto-produktie- c.q. prestatie(taak)normen worden verkregen door de netto-produktie uit vergelijking (21) en (22) respectievelijk door de netto-prestatie uit vergelijking (25) en (26) te vermenigvuldigen met $1/f_0 = 0,8741$. De bruto-produktie, die als taaknorm kan worden aangehouden, voor het sleufloos aanleggen van drainage met machines voorzien van een v-vormige ploeg op zware klei en indien de moot NIET door de machine wordt aangedrukt is :

$$q_{b1} = \frac{21,798 L_d D_d^2}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,007 L_d + 3,575} \quad (m^3 \cdot h^{-1}) \quad (27)$$

en indien de machine de moot WEL aandrukt:

$$q_{b2} = \frac{21,798 L_d D_d^2}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,005 L_d + 4,377} \quad (m^3 \cdot h^{-1}) \quad (28)$$

Als tophoek werd hierbij het gemiddelde (69°) uit de opnames (zie Par. 3.3) gehanteerd.

Een presentatie van de bruto-prestatie van machines voorzien van v-vormige ploeg op zware klei in $m^3 \cdot h^{-1}$ is, indien de moot NIET door de machine wordt aangedrukt:

$$p_{b1} = \frac{31,716 L_d}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,007 L_d + 3,575} \quad (m^1.h^{-1}) \quad (29)$$

en indien de machine de moot WEL aandrukt:

$$p_{b2} = \frac{31,716 L_d}{\frac{L_d D_d^2}{N} + 0,005 L_d + 4,377} \quad (m^1.h^{-1}) \quad (30)$$

Op basis van vergelijking (27) tot en met (30) zijn voor verschillende drainlengten, draindiepten en motorvermogens (100, 125, 150, 175, 200, 225, 250 en 275 kW) de bruto-produktie- respectievelijk prestatienormen berekend met het computerprogramma DRAIPRO.FOR, waarna de resultaten verschijnen onder DRAIPRO.TAB. Deze normen, die als taaknormen voor de sleufloze aanleg van drainage met machines voorzien van v-vormige ploeg op zware klei kunnen dienen, worden gegeven in de bijlagen 3 tot en met 18.

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 grond 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 c.q. 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 op zware klei hadden in 7 van de 20 gevallen een goede egaliteit de overige 13 waren minder egaal. Doordat daarnaast voor 11 van deze 13 gevallen ook de bodemgesteldheid afweek van normaal of het kruisen van greppels optrad, was het niet mogelijk aan te geven waaraan eventuele afwijkingen in de netto-produktie moesten worden toegeschreven.

De bruto-produktie en bruto-prestatie modellen voor taaknormen zijn afgeleid door de verhouding te bepalen tussen het 'equivalent' met andere vormen van grondverzet verplaatste grondvolume in vaste vorm, c.q. drainlengte en de cyclustijd. Voor deze cyclustijd van de sleufloze aanleg van drainage op zware klei met machines voorzien van v-ploeg (systeem Willner, ook genaamd deltaploeg), 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 ploeg'. 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 handelingen worden gegeven.

Draineersnelheid

De draineersnelheid tijdens het sleufloos leggen van de drainagereeks bedraagt gemiddeld $1833 \text{ m}^1.\text{h}^{-1}$ op de zware klei, de standaard afwijking was $605 \text{ m}^1.\text{h}^{-1}$. Geen verband kon worden aangetoond tussen de draineersnelheid en de bodemgesteldheid.

Terugrijdsnelheid

Bij het terugrijden dient onderscheid gemaakt te worden tussen het terugrijden terwijl de draineermachine de moot NIET of WEL aandrukt (met rups of rol). Niet aandrukken kwam bij 52 van de 67 metingen voor. Indien er niet wordt aangedrukt zal in één vloeiende beweging de volgende positie worden ingenomen en wordt een afstand overbrugd die slechts weinig groter is dan de drainlengte. Aangezien deze afgelegde weg in veel gevallen niet is opgenomen zal als terugrijlengte de drainlengte worden genomen.

De gemiddelde terugrijdsnelheid, inclusief het stuk waarover het positie innemen plaatsvindt, bedraagt bij het NIET zelf aandrukken van de moot $4566 \text{ m}^1.\text{h}^{-1}$. Als standaardafwijking is hierbij $826 \text{ m}^1.\text{h}^{-1}$ bepaald.

Bij machines die WEL zelf de moot aandrukken was de gemiddelde terugrijdsnelheid, gedurende de tijd van begin terugrijden tot eind van het 'recht voor de volgende reeks zetten' en waarbij eveneens als terugrijlengte de drainlengte is aangehouden, $3200 \text{ m}^1.\text{h}^{-1}$ met een standaardafwijking van $999 \text{ m}^1.\text{h}^{-1}$. Hetgeen er gemiddeld op neer komt dat, doordat de machine de moot WEL aandrukt, het overbruggen van de afstand van eind reeks tot begin volgende reeks een factor 1,4 langer duurt, dan indien dat NIET gebeurde. Bij de zelfaandrukkende machine bedraagt de terugrijlengte echter belangrijk meer dan de drainlengte (circa 80 m).

'Recht voor de volgende reeks zetten'

Voor het 'recht voor de volgende reeks zetten', dat na het zelf aandrukken van de moot werd uitgevoerd, bleek gemiddeld 1,27 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 zware klei-opnamen en ondergebracht bij T_0 en bedroeg gemiddeld 0,351 min. Hier wordt het echter gegeven per keer dat het voorkomt en dan blijkt gemiddeld bij stilstaande machine voor het aankoppelen 0,413 min nodig, waarbij de standaardafwijking 0,513 min was. In 75% van de gevallen staat de machine bij het aankoppelen stil.

'Opleggen nieuwe rollen'

Voor het 'opleggen nieuwe rollen' dat ondergebracht is in T_0 en daarvoor omgeslagen werd over alle opnamen voor zware klei bedroeg de gemiddelde tijd 0,330 min. Op de machine worden 2 of 4 rollen in 1 keer meegenomen. Het is daarom duidelijk dat het 'opleggen nieuwe rollen' minder in iedere reeks voorkomt dan het 'aankoppelen nieuwe rol'. De machine staat iedere keer dat het 'opleggen nieuwe rollen' voorkomt, stil. De gemiddelde tijd dat het voorkomt is daarom iets groter dan de eerder genoemde tijd en bedraagt 0,388 min, waarbij de standaardafwijking 0,444 min is.

'Overige handelingen'

De gemiddelde tijd die ondergebracht werd in T_0 voor de 'overige handelingen' bedroeg 0,164 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 0,344 min, met een standaardafwijking van 0,283 min.

'Buis in de slof brengen'

Het 'buis in de slof brengen' werd niet alle keren geregistreerd, het komt wel in iedere reeks voor. De machine stopt er doorgaans niet voor. Het 'buis in de slof brengen kost gemiddeld 0,204 min.

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

Als gemiddelde tijden voor het 'afzagen en afdoppen', 'koppelen van de eindbuis' en het 'op diepte brengen van de ploeg' zijn de waarden respectievelijk in de vergelijkingen (14), (18) en (19) gegeven.

Bodemgesteldheid versus prestatie

Een relatie tussen de bodemgesteldheid en de netto-productie c.q. 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 draineerresultaat. Bij de laatste denken we bijvoorbeeld aan de verhouding tussen de in Par. 3.2. gegeven combinatie $L_{dtg}\alpha D_d^2/N$ en de draineertijd T_d . We krijgen dan waarden met als dimensie $m^3.kW^{-1}.min^{-1}$. Voor drainage met kettinggravers op zavel (DE WILDE en FLORAX, 1987) werd indertijd een produktieverhouding gevonden al naar gelang de bodemgesteldheid droog, normaal, nat of zeer nat was. Daarbij is echter een foutieve opmerking gemaakt ten aanzien van de grootte van de analoog aan de bij zware klei genoemde factor $L_d B_s D_s / NT_g$. Indien de waarden hiervoor laag zijn duidt dat op een lagere produktie (prestatie) tijdens het graven en niet op een hogere zoals bij zavel werd verondersteld. Dit houdt tevens in dat voor zavel verderop (in nota 1778) gelezen moet worden dat voor de droge en natte bodemomstandigheid de produktie 5% hoger in plaats van lager respectievelijk 1,8% hoger in plaats van lager zou zijn dan die voor normaal.

Na het bepalen van de factor $L_{dtg}\alpha D_d^2/NT_d$ voor iedere drainageopname op zware klei is daaruit de gemiddelde factor bepaald per bodemgesteldheid normaal, nat en zeer nat. Onder droge bodemomstandigheden zijn op zware klei geen metingen uitgevoerd. Volgens deze rekenwijze bedroeg

de verhouding tussen deze factoren voor de bodemgesteldheid normaal, nat en zeer nat 1, 0,79 en 0,73. Indien nu het verhoudingsgetal voor de natte omstandigheid in bijvoorbeeld rekenmodel vergelijking (21) voor $L_d=200$ m en $D_d=1,00$ m wordt ingevuld, dan heeft dat als resultaat dat gemiddeld voor de natte omstandigheid de netto-productie ongeveer 13% lager ligt dan voor de normale omstandigheid. Voor een zeer natte bodem zou dit circa 15% lager zijn. 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-productie voor sleufloos draineren te bepalen. Tot een praktisch model voor het berekenen van produktienormen voor zware klei kon worden gekomen door de resultaten van de metingen, uitgevoerd tijdens het aanleggen van de drainage met machines met v-vormige ploeg, op die grondsoort in het theoretische model in te vullen. Door onderscheid te maken tussen machines die de moot WEL zelf aandrukken en die dat NIET deden, ontstonden 2 modellen voor produktie en 2 voor prestatie. Door de bekende drainagediepte, drainlengte en motorvermogen in te vullen in de produkti modellen verg. (27) tot en met (30) kan de normproduktie of normprestatie (taaknormen) worden bepaald.

Uit de circa 67 metingen, ieder over ongeveer 5 drainreeksen, met machines voorzien van een v-ploeg kon een beeld gevormd worden van de grootte van de opslagfactor. Deze bedraagt $f_0=1,144$, hetgeen zeggen wil dat op de netto-werktijd een opslag gegeven moet worden die overeenkomt met 14,4% van de netto-werktijd. Deze opslagtijd is de tijd die besteed wordt aan nevenactiviteiten. Het onderdeel 'diversen' maakt van dit percentage 43,9% 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, ook bij sleufloos draineren, goed hebben verricht.

De bruto-productie wordt in deze nota uitgedrukt in $m^3 \cdot h^{-1}$, hetgeen in termen van grondverzet een algemeen gebruikelijke aanduiding is. Voor vergelijking met andere vormen van grondverzet en met drainage aangelegd met kettinggravers (DE WILDE en FLORAX, 1987) kan deze eenheid goed gebruikt worden, aangezien diepte, lengte en tophoek van de tijdelijk verplaatste moot erin verwerkt zijn. In de tabellen van bijlage 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 en 17, 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 machines met v-vormige ploeg op zware klei 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, 12, 14, 16 en 18 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 andere vormen van 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 18 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 genoeg 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.

Indien de resultaten bekend zijn voor het draineren van andere grondsoorten met kettinggravers en v-vormige ploeg zal zo mogelijk een evaluatie plaatshebben, waarbij indien nodig ook de produkties uit eerder onderzoek (DE WILDE en MOBACH, 1985) zal worden betrokken.

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.
- HIJNE, M.P.J. en C.P. GLAS, 1980. Prestaties bij het leggen van drainage met machines. Nota 1214. ICW, Wageningen. 25 pp. + bijlage.
- 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.
- PIETSCH, H., 1977. Zur berechnung von Kräften an Bodenbearbeitungswerkzeugen mit besonderer Berücksichtigung von Drängeräten. Forschungsbericht Agrartechnik-Max-Eyth-Gesellschaft (MEG), München. 172 pp. (Dissertatie).
- WHITMORE, D.A., 1972. Inleiding tot de arbeidskunde. NIVE (Nederlandse Vereniging van 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. Dieplepelproducties 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.

- WILDE, J.G. DE, 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.
- en J. FLORAX, 1987. Produktierelaties voor kettinggravers bij drainageaanleg op zavel. Nota 1778. ICW, Wageningen. 31 pp. + bijlagen.
- , 1987. Kwaliteitsaspecten grondwerk II. Situatie laservlak bij drainage. Nota _____. ICW, Wageningen. 25pp. + bijlagen. (in druk)
- ZEIJTS, T.E.J. VAN, 1983. Sleufloze drainage. Hoe werkt dat? Informatieblad 4. Landinrichtingsdienst, Utrecht. 13 pp.
- 1986. Kwaliteitsbewaking drainagewerk. 'Op weg naar nieuwe normen'. Cultuurtechnisch Tijdschrift. 26,3, 194-199.

BIJLAGE 1

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

<u>DRAINAGE</u>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">KETT. GRAVER</td> <td style="padding: 2px;">... GRAVER</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">V-VORMIG MES</td> <td style="padding: 2px;">VERT. WOELPOOT</td> </tr> </table>	KETT. GRAVER	... GRAVER	V-VORMIG MES	VERT. WOELPOOT	*)						
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: _____											
DICTEN SLEUF MET:		*)											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">MACHINE</td> <td style="padding: 2px;">→</td> <td style="padding: 2px;">VIJZEL</td> <td style="padding: 2px;">SCHUIFBORD</td> <td style="padding: 2px;">GEEN</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">TREKKER</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">ANDER WERKTUIG</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SLEUF</td> </tr> </table>		MACHINE	→	VIJZEL	SCHUIFBORD	GEEN	TREKKER		ANDER WERKTUIG		SLEUF		
MACHINE	→	VIJZEL	SCHUIFBORD	GEEN									
TREKKER		ANDER WERKTUIG		SLEUF									
MACHINE GEWICHT: _____ kg		RUPSBREEDTE: _____ cm											
RUPSLENGTE TUSSEN UITERSTE GRONDROLLEN (H. op Hart): _____ m													
KAMHOOGTE: _____ cm		INSPOURING: _____ cm											
AANTAL MENSEN BIJ MACHINE (incl. machinist): _____													
UITZETTEN (piketten) WIE VERRICHT: DICTEN SLEUF UITRIJDEN BUIZEN		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">AANNEMER</td> <td style="padding: 2px;">BOER</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">AANNEMER</td> <td style="padding: 2px;">BOER</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">AANNEMER</td> <td style="padding: 2px;">BOER</td> </tr> </table>	AANNEMER	BOER	AANNEMER	BOER	AANNEMER	BOER	*)				
AANNEMER	BOER												
AANNEMER	BOER												
AANNEMER	BOER												
DRAINAGEDIEPTE: _____ m		DRAINDIAMETER: _____ cm											
OMHULLING: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">JA</td><td style="padding: 2px;">NEE</td></tr></table> *)		JA	NEE	SLEUFBREEDTE: _____ cm									
JA	NEE												
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:		*)											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">BOUWLAND</td> <td style="padding: 2px;">GRASLAND</td> </tr> </table>		BOUWLAND	GRASLAND										
BOUWLAND	GRASLAND												
BODEMGESTELDHEID:													
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">DROOG</td> <td style="padding: 2px;">NORMAAL</td> <td style="padding: 2px;">NAT</td> <td style="padding: 2px;">ZEER NAT</td> </tr> </table>		DROOG	NORMAAL	NAT	ZEER NAT								
DROOG	NORMAAL	NAT	ZEER NAT										
HOEDANIGHEID PERCEEL OPPERVLAK:		EGALITEIT											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">GOED</td> <td style="padding: 2px;">MATIG</td> <td style="padding: 2px;">SLECHT</td> </tr> </table>		GOED	MATIG	SLECHT									
GOED	MATIG	SLECHT											
KRUISEN VAN GREPPELS:													
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">NEE</td> <td style="padding: 2px;">JA</td> <td style="padding: 2px;">→</td> <td style="padding: 2px;">LOODRECHT</td> <td style="padding: 2px;">ONDER HOEK</td> </tr> </table>		NEE	JA	→	LOODRECHT	ONDER HOEK							
NEE	JA	→	LOODRECHT	ONDER HOEK									
LASERSYSTEEM: _____		TOERENTAL LASER (3 metingen) _____											
LASERONTVANGER / REGELING: _____													
PLAATSING LASER (schets): _____													
WEERSGESTELDHEID / TEMPERATUUR: _____													
*) Aankruisen hetgeen van toepassing is													

BIJLAGE 2

OPNAMEGEGEVENS en netto-prestatie

Soort machine : v-vormige ploeg
Grondsoort : zware klei

opname nr.	drain- omhu- ling	netto-produk- tie tijd (sec)	netto- productie (m/h)	cultuur- toestand	bodemge- steldheid	hoedanig- heid perceel	kruisen van greppels	drainage diepte (m)	gem. drain lengte (m)	motor- vermogen (kW)	top- hoek ploeg (°)
1	turf/co.	749.0	778.6	Bouland	Normaal	Goed		1.20	162	114	63
2	turf/co.	678.8	885.6	Bouland	Normaal	Goed		1.25	167	114	63
3	geen	928.1	1008.6	Bouland	Normaal	Matig		0.80	260	88	74
4	geen	377.8	924.2	Grasland	Normaal	Matig	LR	0.70	97	235	63
5	geen	473.4	1102.7	Grasland	Normaal	Matig	LR	0.80	145	235	63
6	geen	380.0	994.7	Grasland	Normaal	Matig	LR	0.80	105	235	63
7	geen	475.9	945.7	Grasland	Nat	Matig		0.60	125	191	74
8	geen	313.5	815.3	Grasland	Nat	Matig		0.60	71	191	74
9	cocos	684.7	1324.9	Bouland	Nat	Matig		1.10	252	191	74
10	cocos	900.2	679.8	Grasland	Nat	Matig		0.95	170	235	59
11	cocos	960.7	1348.2	Grasland	Normaal	Goed		0.90	210	220	63
12	polypr.	402.1	671.5	Bouland	Normaal	Goed		1.10	75	198	83
13	polypr.	1108.4	909.4	Grasland	Normaal	Matig	LR	0.80	280	195	74
14	polypr.	962.1	864.4	Grasland	Normaal	Goed	LR	1.20	231	195	74
15	polypr.	368.5	1162.6	Bouland	Nat	Matig		0.90	119	198	83
16	cocos	525.4	788.0	Grasland	Normaal	Goed		1.10	115	235	63
17	cocos	760.6	1419.8	Grasland	Normaal	Goed		0.80	300	191	74
18	geen	536.5	597.2	Grasland	Normaal	Slecht	OH	1.20	89	177	69
19	geen	468.8	1313.2	Grasland	Nat	Matig		0.90	171	269	79
20	polypr.	532.2	865.9	Grasland	Zeer nat	Slecht		0.75	128	152	73
Gemiddeld											70

turf/co. is een mengsel van turf en cocos
polypr. is de kunststofvezel polypropyleen

LR is loodrecht
OH is onder een hoek

BIJLAGE 3

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

Grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 100 kW

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

draineermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	128.	164.	203.	246.	291.	337.	435.	535.	636.	735.
75.	179.	228.	280.	336.	394.	453.	574.	694.	809.	919.
100.	223.	283.	346.	412.	479.	547.	683.	814.	937.	1051.
125.	262.	331.	402.	476.	551.	625.	771.	909.	1036.	1150.
150.	297.	373.	454.	531.	612.	691.	844.	985.	1113.	1228.
175.	328.	410.	494.	579.	664.	747.	905.	1048.	1177.	1289.
200.	356.	443.	532.	622.	710.	795.	956.	1101.	1229.	1340.
225.	382.	473.	566.	659.	750.	837.	1001.	1146.	1273.	1382.
250.	405.	500.	597.	692.	785.	874.	1040.	1185.	1310.	1418.
275.	426.	525.	624.	722.	817.	907.	1074.	1219.	1343.	1448.
300.	445.	547.	649.	749.	845.	937.	1104.	1248.	1371.	1475.

draineermachine verdicht de grondmoot: MEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	109.	141.	175.	212.	251.	293.	380.	471.	564.	657.
75.	156.	199.	246.	296.	348.	402.	513.	625.	736.	841.
100.	198.	252.	309.	369.	431.	493.	623.	748.	867.	979.
125.	236.	299.	365.	434.	504.	574.	714.	847.	972.	1086.
150.	271.	342.	415.	490.	567.	643.	791.	929.	1057.	1171.
175.	304.	380.	460.	541.	622.	703.	857.	999.	1127.	1241.
200.	333.	416.	501.	587.	672.	756.	914.	1058.	1186.	1299.
225.	361.	448.	538.	628.	716.	802.	964.	1109.	1237.	1347.
250.	386.	478.	572.	665.	756.	844.	1008.	1154.	1280.	1389.
275.	410.	506.	603.	699.	793.	882.	1048.	1193.	1318.	1425.
300.	432.	531.	632.	730.	825.	916.	1083.	1228.	1352.	1457.

BIJLAGE 4

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 100 kW

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

draineermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	379.	373.	365.	358.	349.	341.	323.	304.	286.	267.
75.	531.	518.	504.	489.	474.	458.	426.	394.	363.	334.
100.	663.	643.	621.	599.	576.	553.	507.	463.	421.	382.
125.	779.	752.	723.	693.	662.	632.	573.	517.	465.	418.
150.	883.	847.	811.	773.	735.	698.	626.	560.	500.	447.
175.	975.	932.	888.	843.	798.	755.	672.	596.	528.	469.
200.	1058.	1008.	956.	904.	853.	804.	710.	626.	552.	487.
225.	1133.	1076.	1017.	959.	901.	846.	743.	651.	572.	503.
250.	1202.	1137.	1072.	1007.	944.	884.	772.	673.	588.	516.
275.	1264.	1193.	1121.	1050.	982.	917.	797.	693.	603.	527.
300.	1321.	1243.	1166.	1089.	1016.	946.	819.	709.	616.	537.

draineermachine verdicht de grondmoot: WEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	325.	320.	314.	309.	302.	296.	282.	268.	253.	239.
75.	463.	453.	442.	431.	419.	406.	381.	355.	330.	306.
100.	588.	572.	555.	537.	519.	500.	462.	425.	389.	356.
125.	702.	679.	656.	631.	606.	580.	530.	481.	436.	395.
150.	806.	777.	746.	714.	681.	649.	587.	528.	474.	426.
175.	902.	863.	827.	788.	748.	710.	636.	568.	506.	451.
200.	990.	945.	900.	854.	808.	763.	678.	601.	533.	472.
225.	1071.	1019.	967.	914.	862.	811.	716.	630.	553.	490.
250.	1146.	1087.	1027.	968.	910.	853.	749.	656.	575.	505.
275.	1216.	1150.	1083.	1017.	953.	891.	778.	678.	592.	518.
300.	1281.	1208.	1135.	1062.	993.	926.	804.	698.	607.	530.

BIJLAGE 5

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 125 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	129.	166.	207.	251.	298.	348.	453.	563.	675.	788.
75.	182.	233.	288.	347.	409.	473.	606.	741.	874.	1004.
100.	228.	290.	357.	428.	501.	576.	729.	880.	1026.	1163.
125.	269.	341.	418.	498.	580.	663.	830.	992.	1144.	1286.
150.	306.	386.	471.	559.	648.	738.	915.	1083.	1240.	1383.
175.	339.	426.	518.	612.	707.	802.	987.	1160.	1319.	1462.
200.	368.	462.	560.	659.	759.	858.	1048.	1225.	1385.	1528.
225.	396.	495.	597.	701.	803.	907.	1102.	1281.	1441.	1583.
250.	420.	524.	631.	739.	846.	951.	1149.	1329.	1490.	1630.
275.	443.	551.	662.	773.	883.	990.	1191.	1372.	1532.	1671.
300.	464.	576.	690.	804.	916.	1025.	1228.	1409.	1568.	1706.

draiseermachine verdicht de grondmoot: MEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	110.	142.	178.	216.	257.	301.	394.	493.	595.	699.
75.	158.	203.	252.	304.	360.	418.	539.	664.	789.	912.
100.	202.	258.	318.	382.	449.	518.	660.	803.	942.	1076.
125.	242.	307.	378.	452.	528.	606.	763.	918.	1067.	1206.
150.	278.	353.	431.	514.	598.	683.	852.	1016.	1170.	1312.
175.	312.	394.	480.	570.	660.	751.	930.	1099.	1257.	1400.
200.	344.	432.	525.	620.	716.	812.	998.	1172.	1331.	1474.
225.	373.	468.	566.	666.	767.	866.	1058.	1235.	1395.	1537.
250.	400.	500.	604.	708.	813.	915.	1111.	1290.	1451.	1592.
275.	426.	530.	638.	747.	855.	960.	1159.	1340.	1500.	1640.
300.	449.	559.	671.	783.	893.	1001.	1202.	1384.	1543.	1682.

BIJLAGE 6

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 125 kW

***** PRESTATIE IN MI PER UUR *****

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	384.	378.	372.	366.	359.	352.	336.	320.	303.	287.
75.	540.	529.	517.	505.	491.	478.	450.	421.	393.	365.
100.	677.	660.	642.	623.	603.	582.	541.	500.	461.	423.
125.	799.	775.	750.	724.	697.	670.	616.	564.	514.	468.
150.	908.	877.	846.	813.	779.	745.	679.	616.	557.	503.
175.	1005.	969.	930.	890.	850.	810.	732.	659.	592.	532.
200.	1094.	1051.	1005.	959.	913.	867.	778.	696.	622.	556.
225.	1175.	1125.	1073.	1020.	968.	917.	818.	728.	647.	576.
250.	1248.	1192.	1134.	1075.	1017.	961.	853.	756.	669.	593.
275.	1319.	1253.	1189.	1125.	1062.	1000.	884.	780.	688.	608.
300.	1377.	1309.	1239.	1170.	1102.	1035.	912.	801.	704.	621.

draiseermachine verdicht de grondmoot: WEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	328.	324.	319.	315.	309.	304.	292.	280.	267.	254.
75.	470.	461.	452.	443.	433.	422.	400.	377.	354.	332.
100.	599.	586.	571.	556.	540.	524.	490.	456.	423.	391.
125.	718.	699.	678.	657.	635.	612.	567.	522.	479.	439.
150.	827.	802.	775.	747.	719.	690.	633.	577.	525.	477.
175.	928.	896.	863.	829.	794.	759.	690.	623.	564.	509.
200.	1021.	983.	943.	902.	861.	820.	741.	666.	598.	536.
225.	1108.	1063.	1017.	969.	922.	875.	785.	702.	626.	559.
250.	1188.	1137.	1084.	1031.	977.	925.	825.	733.	651.	579.
275.	1264.	1206.	1147.	1087.	1028.	970.	860.	761.	673.	596.
300.	1334.	1270.	1204.	1139.	1074.	1011.	893.	786.	693.	612.

BIJLAGE 7

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 150 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	130.	168.	210.	255.	304.	356.	466.	583.	704.	828.
75.	184.	236.	293.	354.	419.	487.	629.	776.	924.	1070.
100.	231.	296.	365.	439.	517.	597.	763.	930.	1094.	1253.
125.	273.	348.	429.	513.	601.	691.	874.	1056.	1231.	1396.
150.	311.	395.	485.	578.	675.	773.	969.	1160.	1342.	1511.
175.	346.	437.	535.	636.	739.	843.	1050.	1249.	1435.	1606.
200.	377.	476.	579.	687.	796.	905.	1120.	1324.	1513.	1685.
225.	405.	510.	620.	733.	847.	960.	1182.	1390.	1581.	1753.
250.	431.	542.	656.	774.	892.	1009.	1236.	1447.	1639.	1810.
275.	455.	570.	690.	811.	933.	1054.	1284.	1498.	1690.	1861.
300.	477.	597.	720.	846.	970.	1093.	1328.	1542.	1735.	1905.

draiseermachine verdicht de grondmoot: MEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	111.	144.	180.	219.	261.	307.	404.	508.	617.	730.
75.	160.	205.	256.	310.	368.	429.	557.	692.	829.	966.
100.	204.	262.	324.	391.	462.	535.	688.	844.	1000.	1152.
125.	245.	313.	387.	464.	546.	629.	801.	973.	1141.	1302.
150.	283.	360.	443.	530.	620.	713.	899.	1083.	1260.	1427.
175.	318.	404.	495.	590.	688.	787.	986.	1179.	1361.	1531.
200.	351.	444.	542.	645.	749.	854.	1062.	1262.	1449.	1620.
225.	382.	481.	586.	693.	805.	915.	1131.	1336.	1525.	1697.
250.	410.	516.	627.	741.	855.	970.	1192.	1401.	1592.	1764.
275.	437.	548.	664.	783.	902.	1020.	1248.	1459.	1651.	1822.
300.	462.	578.	699.	822.	945.	1066.	1298.	1512.	1704.	1874.

BIJLAGE 8

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEO VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 150 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	387.	382.	377.	372.	366.	359.	346.	331.	316.	301.
75.	546.	536.	526.	516.	504.	492.	467.	441.	415.	389.
100.	686.	672.	656.	639.	622.	604.	566.	529.	491.	456.
125.	812.	792.	770.	747.	723.	699.	649.	600.	553.	508.
150.	925.	899.	871.	841.	811.	781.	719.	659.	603.	550.
175.	1027.	995.	960.	925.	889.	852.	779.	710.	644.	584.
200.	1119.	1081.	1041.	999.	957.	915.	832.	753.	680.	613.
225.	1204.	1160.	1113.	1066.	1018.	970.	877.	790.	710.	638.
250.	1281.	1231.	1179.	1126.	1073.	1020.	918.	822.	736.	659.
275.	1352.	1297.	1239.	1181.	1122.	1064.	954.	851.	759.	677.
300.	1417.	1357.	1294.	1230.	1167.	1105.	986.	877.	779.	693.

draiseermachine verdicht de grondmoot: MEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	330.	327.	323.	319.	314.	310.	300.	289.	277.	265.
75.	474.	467.	460.	451.	442.	433.	414.	393.	372.	351.
100.	606.	595.	583.	569.	555.	541.	511.	480.	449.	419.
125.	728.	712.	694.	676.	656.	636.	595.	553.	513.	474.
150.	841.	819.	796.	772.	746.	720.	668.	616.	566.	519.
175.	946.	918.	889.	859.	827.	795.	732.	670.	611.	557.
200.	1043.	1010.	974.	938.	901.	863.	789.	717.	651.	589.
225.	1133.	1094.	1053.	1011.	967.	924.	839.	759.	685.	617.
250.	1218.	1173.	1126.	1077.	1029.	980.	885.	796.	715.	642.
275.	1297.	1246.	1193.	1139.	1085.	1030.	926.	829.	741.	663.
300.	1372.	1315.	1256.	1196.	1136.	1077.	963.	859.	765.	682.

BIJLAGE 9

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 175 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	131.	169.	212.	258.	308.	361.	475.	598.	727.	859.
75.	185.	238.	297.	360.	427.	498.	647.	803.	963.	1122.
100.	234.	299.	371.	448.	529.	613.	789.	969.	1149.	1325.
125.	277.	354.	437.	525.	618.	713.	909.	1107.	1300.	1487.
150.	316.	402.	495.	593.	695.	800.	1012.	1222.	1426.	1618.
175.	351.	446.	547.	654.	764.	876.	1100.	1321.	1531.	1727.
200.	383.	486.	595.	708.	825.	943.	1178.	1406.	1620.	1819.
225.	413.	522.	637.	757.	879.	1002.	1246.	1480.	1698.	1898.
250.	440.	555.	676.	801.	928.	1056.	1307.	1545.	1765.	1966.
275.	464.	585.	711.	841.	973.	1104.	1361.	1602.	1825.	2025.
300.	487.	613.	744.	878.	1013.	1148.	1409.	1654.	1877.	2078.

draiseermachine verdicht de grondmoot: WEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	112.	145.	181.	221.	265.	311.	411.	519.	634.	754.
75.	161.	207.	259.	314.	374.	437.	571.	713.	860.	1008.
100.	206.	265.	329.	398.	471.	548.	709.	877.	1046.	1213.
125.	248.	318.	393.	474.	559.	647.	830.	1016.	1201.	1381.
150.	287.	366.	452.	543.	638.	736.	936.	1137.	1334.	1522.
175.	323.	411.	506.	606.	709.	815.	1030.	1243.	1448.	1641.
200.	357.	453.	556.	663.	774.	887.	1114.	1336.	1547.	1744.
225.	388.	492.	602.	716.	834.	953.	1190.	1418.	1634.	1833.
250.	418.	528.	644.	765.	889.	1013.	1258.	1492.	1711.	1911.
275.	445.	562.	684.	811.	939.	1067.	1320.	1558.	1779.	1980.
300.	472.	593.	721.	853.	985.	1118.	1376.	1618.	1841.	2042.

BIJLAGE 10

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 175 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	389.	385.	381.	376.	371.	365.	353.	340.	326.	312.
75.	550.	542.	533.	524.	513.	503.	480.	456.	432.	408.
100.	693.	681.	667.	652.	636.	620.	586.	551.	516.	482.
125.	822.	804.	785.	764.	743.	720.	675.	629.	584.	541.
150.	938.	914.	890.	863.	836.	808.	751.	695.	640.	589.
175.	1043.	1014.	983.	951.	918.	883.	817.	751.	687.	628.
200.	1138.	1104.	1068.	1030.	992.	952.	874.	799.	728.	662.
225.	1225.	1186.	1144.	1101.	1057.	1013.	925.	841.	762.	690.
250.	1305.	1261.	1214.	1166.	1116.	1067.	970.	878.	793.	715.
275.	1379.	1330.	1278.	1224.	1170.	1116.	1010.	911.	819.	737.
300.	1447.	1393.	1336.	1278.	1219.	1160.	1046.	940.	843.	756.

draiseermachine verdicht de grondmoot: MEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	332.	329.	326.	322.	318.	314.	303.	293.	283.	274.
75.	477.	471.	465.	457.	450.	441.	424.	405.	386.	367.
100.	612.	602.	591.	579.	567.	554.	527.	498.	470.	441.
125.	736.	722.	706.	690.	672.	654.	616.	578.	539.	502.
150.	852.	832.	812.	790.	767.	743.	695.	646.	599.	554.
175.	959.	935.	909.	881.	853.	824.	765.	706.	650.	597.
200.	1059.	1030.	998.	965.	931.	897.	827.	759.	695.	634.
225.	1153.	1118.	1081.	1042.	1003.	963.	883.	806.	734.	667.
250.	1240.	1200.	1158.	1113.	1068.	1023.	934.	848.	768.	695.
275.	1323.	1277.	1229.	1179.	1129.	1079.	980.	886.	799.	720.
300.	1400.	1349.	1296.	1241.	1185.	1129.	1021.	920.	827.	743.

BIJLAGE 11

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 200 kW

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

draineermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	132.	170.	213.	260.	311.	365.	483.	610.	744.	884.
75.	186.	240.	300.	364.	433.	506.	661.	825.	994.	1165.
100.	235.	302.	376.	455.	538.	626.	810.	1001.	1194.	1385.
125.	279.	358.	443.	534.	630.	730.	937.	1148.	1358.	1563.
150.	319.	408.	503.	605.	711.	821.	1046.	1273.	1495.	1709.
175.	355.	453.	557.	668.	783.	901.	1142.	1380.	1612.	1831.
200.	388.	493.	606.	725.	848.	973.	1225.	1474.	1711.	1935.
225.	418.	531.	651.	776.	905.	1037.	1299.	1555.	1798.	2024.
250.	446.	565.	691.	823.	958.	1094.	1365.	1627.	1874.	2101.
275.	472.	596.	728.	865.	1005.	1146.	1424.	1691.	1941.	2169.
300.	495.	625.	762.	904.	1048.	1193.	1478.	1749.	2000.	2229.

draineermachine verdicht de grondmoot: WEL

DRAINLENTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	112.	145.	182.	223.	267.	314.	416.	528.	648.	773.
75.	162.	209.	261.	318.	379.	443.	582.	730.	885.	1043.
100.	207.	267.	333.	403.	479.	558.	726.	902.	1083.	1263.
125.	250.	321.	398.	481.	569.	661.	853.	1051.	1250.	1446.
150.	290.	371.	459.	553.	651.	754.	966.	1181.	1395.	1602.
175.	326.	417.	514.	618.	726.	838.	1066.	1296.	1520.	1734.
200.	361.	460.	566.	678.	795.	914.	1156.	1397.	1629.	1849.
225.	393.	500.	614.	734.	857.	984.	1238.	1487.	1726.	1950.
250.	424.	537.	658.	785.	915.	1047.	1312.	1569.	1812.	2039.
275.	452.	572.	700.	833.	969.	1106.	1379.	1642.	1889.	2117.
300.	479.	605.	739.	877.	1018.	1160.	1441.	1709.	1959.	2188.

BIJLAGE 12

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 200 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENOTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	391.	387.	383.	379.	374.	369.	358.	347.	334.	321.
75.	553.	546.	538.	530.	521.	511.	491.	469.	446.	424.
100.	699.	687.	675.	662.	647.	633.	601.	569.	536.	504.
125.	829.	813.	796.	777.	758.	738.	696.	653.	610.	568.
150.	947.	927.	904.	880.	855.	830.	777.	724.	672.	622.
175.	1055.	1029.	1001.	972.	942.	911.	848.	785.	724.	666.
200.	1152.	1122.	1089.	1055.	1019.	983.	910.	838.	769.	704.
225.	1242.	1207.	1169.	1129.	1089.	1047.	964.	884.	807.	736.
250.	1325.	1284.	1242.	1197.	1151.	1105.	1013.	925.	841.	764.
275.	1401.	1356.	1308.	1259.	1208.	1158.	1057.	961.	871.	789.
300.	1471.	1421.	1369.	1315.	1260.	1205.	1097.	994.	898.	811.

draiseermachine verdicht de grondmoot: MEL

DRAINLENOTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	333.	330.	327.	324.	321.	317.	309.	300.	291.	281.
75.	480.	475.	469.	462.	455.	448.	432.	415.	397.	379.
100.	616.	607.	597.	587.	576.	564.	539.	513.	486.	459.
125.	742.	729.	715.	700.	685.	668.	633.	598.	562.	526.
150.	860.	843.	824.	804.	783.	762.	717.	671.	626.	583.
175.	969.	948.	924.	899.	873.	846.	791.	736.	682.	631.
200.	1072.	1045.	1017.	987.	955.	923.	858.	794.	732.	673.
225.	1168.	1136.	1103.	1067.	1031.	994.	919.	845.	775.	709.
250.	1258.	1221.	1183.	1142.	1101.	1058.	974.	892.	814.	742.
275.	1342.	1301.	1257.	1212.	1165.	1118.	1024.	933.	849.	770.
300.	1422.	1376.	1327.	1276.	1224.	1172.	1070.	971.	880.	796.

BIJLAGE 13

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEO VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
vochttoestand : NORMAAL
motorvermogen in kW : 225 kW

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

draineermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	132.	171.	215.	262.	314.	369.	489.	620.	759.	904.
75.	187.	242.	302.	368.	438.	512.	672.	842.	1020.	1200.
100.	237.	303.	379.	460.	546.	636.	827.	1027.	1232.	1436.
125.	281.	361.	448.	542.	641.	744.	960.	1183.	1407.	1628.
150.	322.	412.	510.	615.	725.	839.	1075.	1316.	1555.	1787.
175.	358.	458.	565.	680.	799.	923.	1176.	1431.	1681.	1921.
200.	392.	500.	616.	739.	866.	997.	1263.	1531.	1789.	2035.
225.	423.	538.	662.	792.	927.	1065.	1344.	1619.	1884.	2134.
250.	451.	573.	704.	840.	982.	1125.	1414.	1698.	1968.	2220.
275.	477.	606.	742.	885.	1031.	1180.	1478.	1767.	2041.	2296.
300.	502.	635.	777.	925.	1077.	1230.	1536.	1830.	2107.	2364.

draineermachine verdicht de grondmoot: WEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	112.	146.	183.	224.	269.	316.	421.	536.	659.	788.
75.	162.	210.	263.	320.	382.	448.	591.	744.	905.	1071.
100.	209.	269.	335.	408.	485.	566.	740.	924.	1113.	1303.
125.	252.	324.	402.	487.	578.	672.	872.	1080.	1292.	1502.
150.	292.	374.	464.	561.	662.	769.	990.	1218.	1446.	1670.
175.	329.	421.	521.	628.	740.	856.	1096.	1340.	1581.	1815.
200.	364.	465.	574.	690.	811.	936.	1191.	1448.	1700.	1941.
225.	397.	506.	624.	748.	876.	1009.	1278.	1546.	1806.	2052.
250.	428.	545.	670.	801.	937.	1076.	1357.	1634.	1900.	2150.
275.	457.	581.	713.	851.	993.	1138.	1429.	1714.	1985.	2238.
300.	485.	615.	753.	897.	1045.	1196.	1496.	1787.	2062.	2317.

BIJLAGE 14

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG NED

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 225 kW

***** PRESTATIE IN MI PER 'UUR *****

draineermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	392.	389.	385.	382.	377.	373.	363.	352.	341.	329.
75.	556.	550.	543.	535.	527.	518.	499.	479.	458.	437.
100.	703.	693.	681.	669.	656.	643.	614.	584.	553.	522.
125.	835.	821.	805.	788.	770.	752.	713.	672.	632.	592.
150.	955.	936.	916.	894.	871.	847.	798.	748.	698.	650.
175.	1064.	1041.	1016.	989.	961.	932.	873.	813.	755.	699.
200.	1164.	1136.	1106.	1075.	1042.	1008.	939.	870.	804.	740.
225.	1256.	1223.	1189.	1152.	1114.	1076.	998.	920.	846.	776.
250.	1340.	1303.	1264.	1223.	1180.	1137.	1050.	965.	884.	808.
275.	1418.	1377.	1333.	1287.	1240.	1193.	1097.	1005.	917.	835.
300.	1490.	1445.	1396.	1346.	1295.	1243.	1140.	1040.	946.	860.

draineermachine verdicht de grondmoot: WEL

DRAINLENTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	334.	332.	329.	326.	323.	320.	312.	304.	296.	287.
75.	482.	477.	472.	466.	460.	453.	438.	423.	406.	390.
100.	619.	611.	603.	593.	583.	572.	549.	525.	500.	475.
125.	747.	735.	723.	709.	695.	679.	647.	614.	580.	546.
150.	866.	851.	834.	816.	796.	777.	735.	692.	649.	607.
175.	977.	958.	936.	914.	890.	865.	814.	761.	710.	660.
200.	1082.	1058.	1032.	1004.	975.	945.	884.	823.	763.	706.
225.	1179.	1151.	1120.	1088.	1054.	1019.	949.	879.	811.	746.
250.	1271.	1238.	1203.	1165.	1127.	1087.	1007.	929.	853.	782.
275.	1358.	1320.	1280.	1238.	1194.	1150.	1061.	974.	891.	814.
300.	1440.	1397.	1352.	1305.	1257.	1208.	1110.	1016.	926.	843.

BIJLAGE 15

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MEB

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 250 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmaat: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	132.	172.	216.	264.	316.	372.	494.	627.	771.	921.
75.	188.	243.	304.	370.	442.	518.	681.	857.	1041.	1231.
100.	238.	307.	382.	464.	552.	645.	841.	1049.	1263.	1479.
125.	283.	364.	452.	548.	649.	755.	979.	1212.	1449.	1683.
150.	324.	415.	515.	622.	735.	853.	1099.	1352.	1606.	1854.
175.	361.	462.	572.	689.	812.	940.	1205.	1474.	1740.	1999.
200.	395.	505.	624.	750.	882.	1018.	1298.	1580.	1857.	2123.
225.	426.	544.	671.	805.	945.	1088.	1382.	1675.	1959.	2231.
250.	455.	580.	714.	855.	1002.	1152.	1456.	1758.	2050.	2325.
275.	482.	613.	753.	901.	1054.	1209.	1524.	1834.	2130.	2409.
300.	507.	644.	790.	943.	1101.	1262.	1585.	1901.	2202.	2483.

draiseermachine verdicht de grondmaat: WEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	113.	146.	184.	225.	270.	318.	425.	542.	668.	801.
75.	163.	211.	264.	322.	385.	452.	598.	755.	922.	1095.
100.	209.	270.	338.	411.	490.	573.	751.	941.	1139.	1341.
125.	253.	326.	406.	492.	585.	682.	888.	1105.	1327.	1549.
150.	293.	377.	469.	567.	671.	781.	1010.	1249.	1490.	1729.
175.	331.	425.	527.	636.	751.	871.	1121.	1377.	1634.	1884.
200.	367.	470.	581.	700.	825.	954.	1221.	1493.	1761.	2021.
225.	400.	511.	632.	759.	892.	1030.	1312.	1596.	1875.	2142.
250.	432.	551.	679.	814.	955.	1100.	1396.	1690.	1977.	2249.
275.	462.	588.	723.	866.	1014.	1165.	1472.	1776.	2069.	2345.
300.	490.	622.	765.	914.	1068.	1226.	1543.	1854.	2152.	2432.

BIJLAGE 16

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MEB

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 250 kW

***** PRESTATIE IN MI PER UUR *****

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	393.	390.	387.	384.	380.	376.	367.	357.	346.	335.
75.	558.	552.	546.	539.	531.	523.	506.	487.	468.	448.
100.	706.	697.	687.	676.	664.	651.	625.	596.	567.	538.
125.	840.	827.	813.	797.	781.	763.	727.	689.	651.	612.
150.	961.	944.	926.	905.	884.	862.	816.	769.	721.	674.
175.	1072.	1051.	1028.	1003.	977.	950.	894.	838.	782.	727.
200.	1173.	1148.	1120.	1091.	1060.	1029.	964.	898.	834.	772.
225.	1266.	1237.	1205.	1171.	1136.	1100.	1026.	952.	880.	811.
250.	1352.	1318.	1282.	1244.	1204.	1164.	1081.	999.	921.	846.
275.	1432.	1394.	1353.	1311.	1267.	1222.	1131.	1042.	957.	876.
300.	1505.	1463.	1419.	1372.	1324.	1275.	1177.	1081.	989.	903.

draiseermachine verdicht de grondmoot: MEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	335.	333.	330.	328.	325.	322.	315.	308.	300.	292.
75.	484.	479.	474.	469.	463.	457.	444.	429.	414.	398.
100.	622.	615.	607.	598.	589.	579.	558.	535.	512.	488.
125.	751.	740.	729.	716.	703.	689.	659.	628.	596.	564.
150.	871.	857.	842.	825.	807.	789.	750.	710.	669.	629.
175.	984.	966.	946.	925.	903.	880.	832.	783.	734.	685.
200.	1090.	1068.	1044.	1018.	992.	964.	907.	848.	791.	735.
225.	1189.	1163.	1135.	1105.	1073.	1041.	974.	907.	842.	779.
250.	1283.	1252.	1219.	1185.	1149.	1112.	1036.	961.	888.	818.
275.	1371.	1336.	1299.	1260.	1219.	1177.	1093.	1009.	929.	853.
300.	1454.	1415.	1373.	1330.	1284.	1238.	1145.	1054.	967.	885.

BIJLAGE 17

PRODUKTIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 275 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmaat: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	133.	172.	216.	265.	317.	374.	498.	634.	781.	935.
75.	189.	244.	305.	373.	445.	522.	689.	870.	1060.	1256.
100.	239.	308.	385.	468.	557.	652.	853.	1068.	1291.	1517.
125.	284.	366.	456.	553.	656.	765.	995.	1237.	1485.	1732.
150.	326.	418.	520.	629.	744.	866.	1120.	1383.	1650.	1913.
175.	363.	466.	578.	697.	824.	955.	1229.	1511.	1792.	2068.
200.	398.	509.	630.	759.	895.	1036.	1327.	1623.	1916.	2201.
225.	430.	549.	678.	816.	960.	1108.	1414.	1723.	2026.	2317.
250.	459.	586.	722.	867.	1019.	1174.	1493.	1812.	2122.	2419.
275.	486.	619.	763.	915.	1072.	1234.	1564.	1891.	2209.	2510.
300.	511.	651.	800.	958.	1122.	1289.	1628.	1963.	2286.	2591.

draiseermachine verdicht de grondmaat: WEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	113.	147.	184.	226.	271.	320.	428.	546.	675.	812.
75.	163.	212.	265.	324.	388.	456.	604.	765.	937.	1115.
100.	210.	272.	340.	414.	494.	578.	761.	956.	1161.	1371.
125.	254.	327.	408.	496.	590.	690.	901.	1125.	1357.	1590.
150.	295.	379.	472.	572.	679.	791.	1028.	1275.	1528.	1780.
175.	333.	428.	532.	643.	761.	884.	1142.	1410.	1679.	1945.
200.	369.	473.	587.	708.	836.	969.	1247.	1531.	1814.	2091.
225.	403.	516.	638.	769.	906.	1048.	1342.	1640.	1935.	2221.
250.	435.	556.	687.	825.	971.	1121.	1429.	1740.	2044.	2337.
275.	465.	594.	732.	878.	1031.	1188.	1509.	1830.	2143.	2441.
300.	494.	629.	775.	928.	1088.	1251.	1584.	1914.	2233.	2535.

BIJLAGE 18

PRESTATIE(TAAK)NORMEN VOOR DE AANLEG VAN DRAINAGE MET DRAINEERMACHINES MET V-VORMIG MES

grondsoort : ZWARE KLEI
 vochttoestand : NORMAAL
 motorvermogen in kW : 275 kW

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

draiseermachine verdicht de grondmoot: NIET

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	394.	391.	389.	385.	382.	378.	370.	360.	351.	340.
75.	560.	555.	549.	542.	535.	528.	512.	494.	476.	457.
100.	709.	701.	691.	681.	670.	658.	633.	607.	580.	552.
125.	844.	832.	819.	804.	789.	773.	739.	703.	667.	630.
150.	967.	951.	934.	915.	895.	875.	831.	786.	741.	696.
175.	1079.	1059.	1038.	1015.	990.	965.	913.	859.	805.	752.
200.	1181.	1158.	1132.	1105.	1076.	1047.	985.	923.	861.	801.
225.	1276.	1248.	1218.	1187.	1154.	1120.	1050.	979.	910.	843.
250.	1363.	1331.	1298.	1262.	1225.	1186.	1108.	1030.	953.	880.
275.	1443.	1408.	1371.	1331.	1290.	1247.	1161.	1075.	992.	913.
300.	1518.	1479.	1438.	1394.	1349.	1303.	1209.	1116.	1027.	942.

draiseermachine verdicht de grondmoot: WEL

DRAINLENGTE per reeks in m	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
50.	335.	333.	331.	329.	326.	324.	317.	311.	303.	295.
75.	485.	481.	476.	472.	466.	461.	448.	435.	421.	406.
100.	624.	618.	610.	602.	594.	584.	565.	544.	522.	499.
125.	754.	744.	734.	722.	710.	697.	669.	640.	609.	579.
150.	876.	863.	848.	833.	817.	799.	763.	725.	686.	647.
175.	989.	973.	955.	935.	915.	893.	848.	801.	754.	708.
200.	1096.	1076.	1054.	1030.	1005.	979.	925.	870.	815.	761.
225.	1197.	1173.	1147.	1119.	1089.	1059.	996.	932.	869.	808.
250.	1292.	1264.	1233.	1201.	1167.	1132.	1061.	989.	918.	850.
275.	1381.	1349.	1315.	1278.	1240.	1201.	1121.	1040.	962.	888.
300.	1466.	1430.	1391.	1350.	1308.	1264.	1176.	1088.	1003.	922.