

OTA 1147

oktober 1979

NN31545.1147

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

SLOOTDEMPING EN EGALISATIE MET BOVENGEFLOEGDE

ONDERGROND DOOR BULLDOZERS

(RESULTATEN 1978)

ing. J.B. Sprik en B. Broekema

BIBLIOTHEEK DE HAFF
Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

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 onder-
zoek nog niet is afgesloten.

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

13 FEB. 1998



0000 0941 2137

1791358

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. ALGEMEEN	2
3. TIJDBESTEDING VAN BULLDOZERS	4
3.1. Werkwijze bij slootdemping en egalisatie	4
3.2. Terreinwaarnemingen	5
3.3. Het verwerken van de tijdwaarnemingen	7
4. DE GEREALISEERDE PRODUKTIES	13
4.1. Algemeen	13
4.2. Het produkt	14
4.3. De produktie	15
5. ANALYSE VAN DE GEREALISEERDE PRODUKTIES	18
6. SAMENVATTING	21
LITERATUUR	22
BIJLAGEN	

1. INLEIDING

Voor het opstellen en beoordelen van kostenramingen voor uit te voeren werkzaamheden moet men beschikken over produktiecapaciteiten van de mogelijk in te zetten machines. Vooral voor kleinere objecten, zoals particuliere werken die momenteel veel worden uitgevoerd, is een nauwkeurige berekening van de te verwerken hoeveelheden en begroting van kosten noodzakelijk.

In het verleden hebben meerdere instanties metingen gedaan voor het opstellen en bijhouden van calculatienormen voor cultuurtechnische werken. Het door de Koninklijke Nederlandse Heidemaatschappij (KNHM) uitgebrachte calculatievademecum (1963) heeft bij vele kostenramingen als informatiebron gefungeerd. Tot omstreeks 1970 heeft de mogelijkheid bestaan dit vademecum regelmatig met nieuwe of gewijzigde gegevens aangevuld te krijgen. Daarna zijn de activiteiten van de KNHM op dit terrein echter aanzienlijk teruggelopen. Ook door het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG) zijn tijdstudies verricht voor het uitvoeren van cultuurtechnische werken (V. GILST, 1963). De activiteiten van het IMAG zijn nu hoofdzakelijk gericht op landbouwkundige werkzaamheden.

Mede doordat het machinepark voortdurend aan vernieuwing onderhevig is en de werkmethoden worden aangepast aan de mogelijkheden en de eisen die aan de uitvoering en het resultaat van de werkzaamheden worden gesteld moet men zich afvragen of de bestaande calculatienormen, die in de zestiger jaren zijn opgesteld nu nog te hantieren zijn. In overleg met de Landinrichtingsdienst is daarom besloten een onderzoek voor het bijstellen respectievelijk het opstellen van calculatienormen voor cultuurtechnische werken te beginnen.

In het noordelijk kleimozaïekgebied van Friesland worden veel kavelinrichtingswerkzaamheden in ruilverkavelingen en in particuliere

werken uitgevoerd. Het leek daarom zinvol de eerste waarnemingen gedurende een drietal jaren te doen plaatsvinden in Noord-Friesland. Gekozen is voor de in uitvoering zijnde ruilverkaveling 'Oost- en Westdongeradeel'. In deze ruilverkaveling worden, onder andere voor het vergroten van percelen en het verbeteren van de perceelsvorm, sloten gedempt en indien nodig de onegale maaiveldsligging verbeterd. Op percelen, die qua bouwvoordikte en profielopbouw geschikt zijn voor diepploegen wordt de benodigde ondergrond bovengeploegd en vervolgens met behulp van bulldozers in de te dempen sloten of op te hogen laagten geschoven.

In deze nota worden de terreinwaarnemingen en de resultaten van het afschuiven van de bovengeploegde ondergrond besproken.

2. ALGEMEEN

De tijdwaarnemingen zijn uitgevoerd in de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel. Deze ruilverkaveling omvat de gemeenten Oostdongeradeel en Westdongeradeel en is ca. 14 500 ha groot; daarvan is \pm 13 200 ha cultuurgrond (CCC, 1970). De bovengrond varieert van lichte zavel tot zware klei met plaatselijk veen in de ondergrond. De ruilverkaveling is in 1971 in uitvoering genomen. De kavelinrichtingswerken worden bloksgewijs uitgevoerd. In 1978 is het blok rond de dorpen Raard, Foudgum, Brantgum en Waaxens in uitvoering genomen (bestek nr 9,77). Dit blok besloeg een oppervlakte van \pm 1400 ha, waarvan op 715 ha kavelinrichtingswerkzaamheden zijn uitgevoerd.

Voor een nauwkeurige grondverzetberekening is een gedetailleerde terreinwaterpassing noodzakelijk. Voor deze terreinwaterpassing is gekozen voor een aaneengesloten gebied van \pm 250 ha ten westen van Brantgum (fig. 1). In dit gebied is op de 150 ha, waarop grondverzet zou plaatsvinden, de terreinwaterpassing uitgevoerd.

De tijdwaarnemingen zijn voornamelijk op deze 150 ha verricht. De egalisatiewerkzaamheden met bulldozers hebben in dit blok plaatsgevonden van half juni tot en met september (bijlage 1). De weersomstandigheden waren wisselend. Na een droge periode in mei en drie weken in juni waren de laatste week van juni en de eerste week van

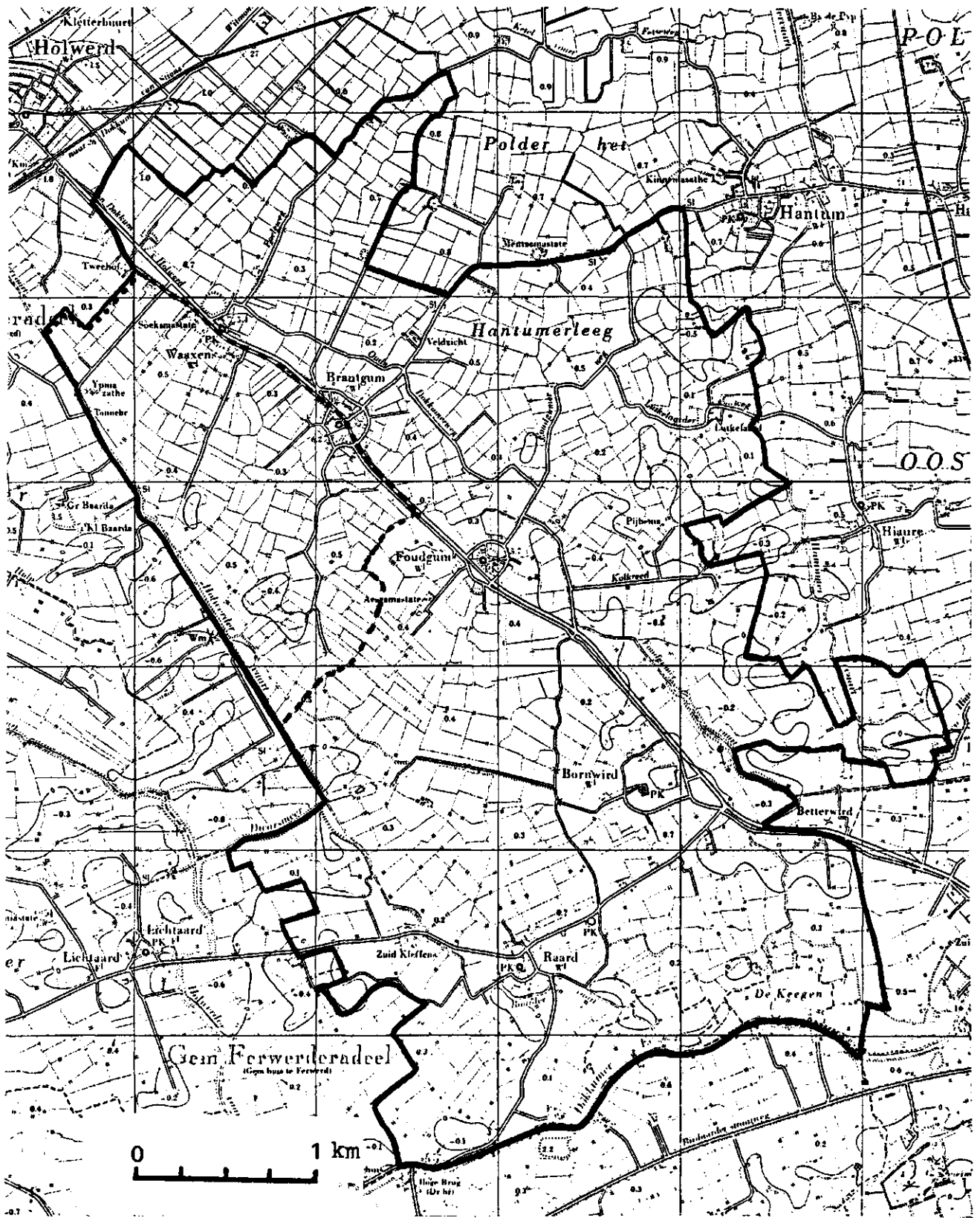


Fig. 1. Het in 1978 uitgevoerde blok (——) en het gebied van waarnemingen (-----)

juli veel te nat. Het bulldozerwerk is dan ook stopgezet op 26 juni en van 30 juni tot en met 11 juli. Tot 15 juli (begin bouwvakvakantie) zijn er nog drie werkbare dagen geweest. Gedurende de bouwvakvakantie is er minder neerslag dan normaal gevallen. In de derde week van de bouwvakvakantie (overeenkomend met de eerste week van augustus) is er met een aantal machines gewerkt. Doordat de grond vrij droog was had men weinig hinder van de 15 mm neerslag op 2 augustus maar van de 15 mm neerslag op 4 augustus werd de grond te nat voor egalisatie met bulldozers. Vanaf 7 augustus tot eind september heeft men nagenoeg geen hinder meer van regenoverlast ondervonden. De laatste dagen van september is er niet gewerkt wegens te natte terreinomstandigheden.

Tijdens de uitvoering van de kavelinrichtingswerken werd de directie gevoerd door de Grontmij N.V. Bij de aanbesteding werd in de nota van inlichtingen medegedeeld dat door derden, met name vertegenwoordigers van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen, waarnemingen en metingen zouden worden verricht op de binnen dit bestek vallende werken. Met aannemer Jimmink en Zn., B.V. werd afgesproken dat de waarnemingen ongestoord zouden kunnen plaatsvinden op voorwaarde dat de uitvoering van de werken niet mocht stagneren. Het afschuiven van de bovengeploegde ondergrond werd onderaanbesteed aan aannemer Overweg uit Hardenberg.

Bij de terreinwaarnemingen is medewerking verleend door stagiairs van de Bosbouw- en Cultuurtechnische School te Velp.

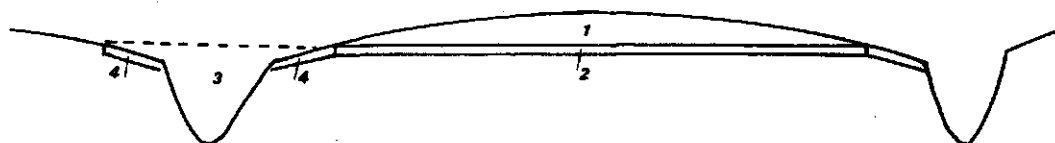
3. TIJDBESTEDING VAN BULLDOZERS

3.1. Werkwijze bij slootdemping en egalisatie

Alvorens met het eigenlijke bulldozerwerk kon worden begonnen moesten eerst enkele andere werkzaamheden worden uitgevoerd. Voor het ploegen is bij grasland eerst de grasmat verkruimeld met een hakfrees. Daarna is tot een bepaald niveau gediepploegd. Op de bestekskarten was het toekomstige maaiveldniveau als een horizontaal vlak aangegeven. Omdat na het afschuiven 30 cm bouwvoor achter moest

blijven, moest tot 30 cm onder de toekomstige maaiveldshoogte worden gediëpploegd. Met een tweescharige ploeg werd met het ene rister 30 cm bouwvoor onder in de voor geploegd en met het tweede rister werd de af te schuiven ondergrond bovengeploegd. Dit betekende dat de ploegdiepte op een vastniveau ten opzichte van het NAP moest blijven. Om dit te bereiken werd geploegd met behulp van een roterende laser, waarbij de ontvanger op de ploeg is gemonteerd. De bovengeploegde ondergrond is afgeschoven om de te dempen sloten en/of de te lage terreingedeelten op te vullen (fig. 2). Dit afschuiven gebeurde met bulldozers met motorvermogens variërend van 70 tot 175 kW. Meestal werd in groepen van 3 tot 5 bulldozers op een nieuw te vormen perceel gewerkt, waarbij met de machines met het grootste vermogen voornamelijk het echte schuifwerk werd uitgevoerd, terwijl met de machines met lichtere motoren ook werd afgewerkt. Het echte afegaliseren (ook wel poetsen genoemd) gebeurde meestal met door wieltrekkers getrokken kilverbakken.

Na het afschuiven moest de ondergeploegde bouwvoor weer boven in het profiel zitten. Ter plaatse van ophogingen moest de bouwvoor weer worden bovengeploegd.



1 = bovengeploegde ondergrond, nog af te schuiven

2 = ondergeploegde bouwvoor

3 = te dempen sloot

4 = na demping op te ploegen bouwvoor

Fig. 2. Schematische weergave van diepploegen en afschuiven

3.2. T e r r e i n w a a r n e m i n g e n

De veldwerkzaamheden bestonden uit het continu bijhouden van de tijden die met de machines aan de diverse activiteiten werden besteed. Het registreren van alle tijden begon 's morgens als de machine werd

gestart en eindigde 's avonds als de machine werd gestopt. Het moment van verandering van de activiteit, schuifrichting of schuifafstand werd genoteerd van alle bulldozers die op de nieuw te vormen perceel werkten. Daarnaast werd de schuifrichting met bijbehorende afstand opgenomen (passen). De tijdregistratie heeft plaatsgevonden per nieuw te vormen perceel om met behulp van een gesloten grondbalans het produkt nauwkeurig te kunnen bepalen. Op totaal 38 nieuwe percelen heeft de tijdregistratie plaatsgevonden, waarvan op 5 percelen onvolledig.

Van alle machines, waarvan tijdbestedingen zijn bijgehouden, zijn gegevens opgenomen. Bij de bulldozers betrof dit, de naam van de machinist en van de machine: merk en type, voor zover aanwezig serienummer, motorvermogen, breedte en hoogte van schuifblad en soort rupsen (normaal, verbreed en/of verlengd). De per machine opgenomen tijden met bijbehorende activiteiten zijn dagelijks als onderstaand verwerkt.

6.58- 7.05	warm draaien	
7.05- 7.37	schuiven volgens	--- -- → 70 m
7.37- 8.15	idem	50 m
8.15- 9.04	schuiven volgens	————→ 65 m
9.04- 9.18	pauze koffiedrinken (schaft)	
	enz.	
16.15-16.50	schuiven volgens	-.-.-.-→ 40 m
16.50-16.53	transport van x	— —→ z
16.53-16.56	motor afzetten en machine afsluiten	
16.56	einde werk	

De schuifrichting en de schuifafstanden zijn op perceelkaartjes aangegeven (fig. 3). De punt van de pijl geeft aan tot waar geschoven is (een te dempen sloot of op te hogen laagte). De pijl geeft ongeveer de plaats van de schuifbaan aan. Is er over een grotere breedte in dezelfde richting geschoven dan is de schuifrichting aangegeven met twee pijlen waar tussen geschoven is. De lengte van de pijl komt overeen met de lengte van de schuifbaan.

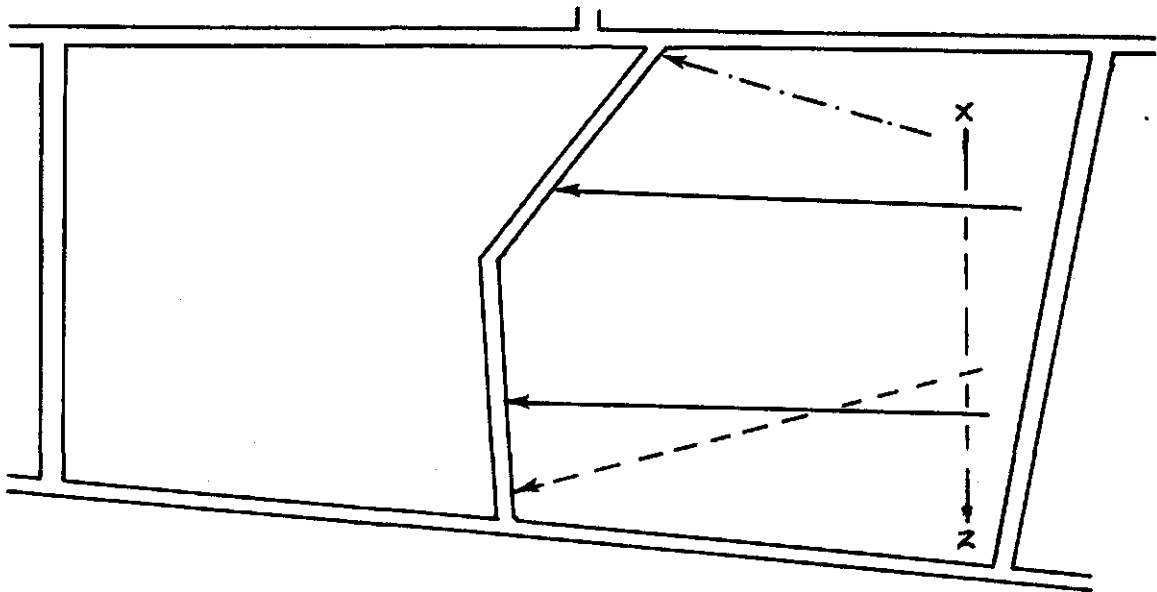


Fig. 3. Perceelkaart met schuifpijlen

3.3. Het verwerken van de tijdwaarnemingen

3.3.1. Algemeen

De verwerking van de tijdwaarnemingen is enerzijds gericht geweest op een verwerking per machine en anderzijds een verwerking per nieuw gevormd perceel. Uit de verwerking per machine is een verdeling van de tijd over diverse activiteiten gemaakt. Uit deze tijverdeling is de nettotijd - dat is de tijd die aan het eigenlijke werk is besteed - bepaald. Verder is er een opslagpercentage berekend voor tijdbestedingen aan andere activiteiten, die direct of indirect verband houden met het eigenlijke werk. Omdat meerdere machines op een nieuw te vormen perceel (een bewerkingseenheid met een gesloten grondbalans) hebben gewerkt is de produktie per machine onbekend. Daarom zijn de gewerkte tijden (nettotijden) van alle machines ook per perceel getotaliseerd. Zoals reeds eerder gezegd varieerde het motorvermogen van de bulldozers van 70 kW tot 175 kW. Per perceel is een gemiddeld motorvermogen berekend, waarbij de netto schuiftijd per machine als wegingsfactor heeft gefungeerd. De berekende werktijd per perceel wordt in hoofdstuk 4 besproken.

3.3.2. Tijdbesteding aan diverse activiteiten

Bij het uitvoeren van een werk moeten handelingen worden verricht die direct of indirect verband houden met het werk. Deze handelingen kunnen betrekking hebben op het werkterrein, de te verwerken materie of te maken produkt, de machine en de machinist. Ook kan een handeling worden verricht die geen verband houdt met het eigenlijke werk, maar een zelfstandige activiteit is die tussentijds wordt uitgevoerd. Voor het vaststellen van een opslagpercentage worden alleen die handelingen in beschouwing genomen die direct of indirect met het werk te maken hebben.

Een eerste indeling naar activiteiten is gemaakt naar aanleiding van de voorkomende handelingen in 1978; deze waren:

- werken : dit werken is weer onderverdeeld in afschuiven, gemengd egaliseren en poetsen. Het eigenlijke werk bestond uit het afschuiven van de bovengeploegde ondergrond, dit betekent dat de machines met een vol blad vooruitrijden en met blad omhoog terugrijden. Is het blad bij het vooruitrijden niet over de hele schuifbaan vol en strijkt het blad over de grond bij het terugrijden dan is dat genoemd 'gemengd egaliseren'.
Poetsen is genoemd als zowel bij het vooruitrijden als bij het achteruitrijden de hoeveelheid grond voor het blad minimaal is. Poetsen is slechts zeer beperkt geconstateerd.
- schaft : dit zijn werkonderbrekingen die halverwege de morgen en rond het middaguur plaatsvonden voor het eten van een broodje respectievelijk de lunch. Enkele machinisten hadden geen geregelde schaft maar aten tijdens kleine pauzes of al werkend hun meegenomen brood. Bij deze machinisten is de grootste werkonderbreking ten behoeve van persoonlijke verzorging in de perioden van 08.30 tot 10.00 uur en van 12.00 tot 13.30 uur als schaft beschouwd.

- pauze : op ongeregelde tijdstippen werd de machine stilgezet ten behoeve van de machinist; een sanitaire stop, iets drinken, een sigaret opsteken, een paar keer rond de machine lopen of alleen maar even de benen strekken.
- praatje : bij sommige stops stonden twee of meerdere machinisten met elkaar te praten. Soms werd er gesproken over werk soms over koetjes en kalfjes. Doordat de afstand van de waarnemer tot de pratende machinisten vaak te groot was, om vast te stellen of het gesprek al dan niet over het werk ging, zijn deze werkonderbrekingen in het terrein niet nader opgesplitst. Bij de verwerking is de tijdsduur van de gesprekken tussen de machinisten onderling voor de helft toegerekend aan overleg en voor de helft gehandhaafd als praatje. Een gesprek van de machinist met een toevallige passant (waarnemer, boer of een ander die niets met het werk te maken had) is eveneens als praatje beoordeeld.
- overleg : hieronder is verstaan het bespreken van het werk met een uitvoerder van de aannemer of iemand van de directievoerende instantie (hier de Grontmij). Ook is de helft van de tijd waarin de machinisten onderling praten tot overleg gerekend (zie boven).
- stagnatie : dit zijn werkonderbrekingen, veroorzaakt doordat de machinist door omstandigheden of door anderen, die eveneens direct of indirect bij het werk waren betrokken, werd belemmerd zijn werk te doen. Het vastzitten van de machines is eveneens als stagnatie beoordeeld.
- diversen : dit kunnen allerlei handelingen zijn die incidenteel voorkwamen. Alleen de handelingen die direct of indirect met het eigenlijke werk

te maken hadden zijn als toe te rekenen diversen in de verwerking opgenomen. Activiteiten die niets met het werk te maken hadden (vaak verrekenbare werkjes) zijn buiten beschouwing gelaten.

- tanken en onderhoud: normaliter zouden deze activiteiten voor of na het werk moeten worden uitgevoerd.
Het tanken gebeurde vaak als de mobiele tank met brandstof langs kwam. Ook is er tijdens het werk wel eens iets bijgesteld, vastgezet of schoongemaakt, waarvoor de meestal korte tijd niet als verlettijd is aangemerkt.
- kleine reparaties : hieronder worden verstaan kleine defecten aan de machine die direct door de machinist in korte tijd (minder dan een half uur) werden verholpen.
- transport op het werk: het was niet mogelijk het aan- en afvoeren op een dieplader consequent waar te nemen. Daarom zijn hier alleen de verplaatsingen van het ene werkonderdeel naar het andere werkonderdeel binnen het onderzoeksgebied begrepen.

Naderhand zijn bovengenoemde activiteiten in vier groepen ingedeeld, namelijk: het eigenlijke werken, bijkomende handelingen (overleg, stagnatie en toe te rekenen diversen), te betalen verleturen (tanken en onderhoud, kleine reparaties en het transport op het werk) en persoonlijke verzorging (pauze en praatje). Schaft wordt verder buiten de verwerking gehouden omdat deze tijdbesteding niet tot de normale werktijd behoort.

Van alle machines die een voldoende lange periode (enkele dagen achteréén) hebben meegewerkt aan het afschuiven van bovengeploegde ondergrond zijn per maand de gewerkte tijden volgens bovengenoemde indeling gerangschikt. In tabel 1 zijn per machine de totaal tijden verdeeld over de vier groepen gegeven. Door de netto werktijd (eigenlijke werktijd) op 100% te stellen kan de aan overige groepen besteedde tijd worden uitgedrukt in procenten van de netto tijd. Het

Tabel 1. Tijdbesteding van bulldozers aan bijkomende handelingen, te betalen ver-
let-uren en persoonlijke verzorging tijdens het afschuiven van bovenge-
ploegde ondergrond

Machine			Netto- werktijd	Bijkomende handelingen	Te betalen verlet-uren	Persoonlijke verzorging	Totaal
Cat.	D8h	uren	186,4	15,4	15,2	17,0	234,0
		proc.	100	8,3	8,1	9,1	125,5
Komatsu	D65	uren	80,7	5,1	6,2	7,2	99,2
		proc.	100	6,3	7,7	8,9	122,9
Cat.	D6c	uren	136,0	16,3	13,2	12,1	177,6
		proc.	100	12,0	9,7	8,9	130,6
Cat.	D6c	uren	98,5	9,6	6,6	9,3	124,0
		proc.	100	9,7	6,7	9,5	125,9
Cat.	D6c	uren	53,7	4,7	5,6	4,7	68,7
		proc.	100	8,7	10,4	8,8	127,9
Cat.	D6c	uren	48,3	2,6	3,5	4,0	58,4
		proc.	100	5,4	7,2	8,3	120,9
Cat.	D6b	uren	106,6	10,8	8,3	9,4	135,1
		proc.	100	10,1	7,8	8,8	126,7
Cat.	D6b	uren	59,4	4,7	4,7	4,5	73,3
		proc.	100	7,9	7,9	7,6	123,4
Cat.	D6b	uren	121,9	9,7	8,7	10,0	150,3
		proc.	100	8,0	7,1	8,2	123,3
Totaal		uren	891,5	78,9	72,0	78,2	1120,6
		proc.	100	8,8	8,1	8,8	125,7

totale opslagpercentage varieert voor de 9 machines van bijna 21% tot bijna 31%. Hierbij moet worden bedacht dat de gemeten tijden voor transport op het werk aan de lage kant zal zijn omdat de aanvoertijden van buiten het onderzoeksgebied (fig. 1) niet zijn waargenomen.

Wordt de procentuële opslag over de maanden juni, juli, augustus en september (dit is de periode waarin de terreinmetingen hebben plaatsgevonden) per maand beschouwd dan blijken de per maand berekende opslagpercentages voor juli het hoogst te zijn en in september het laagst (fig. 4).

Toeslag in proc.
van netto tijd

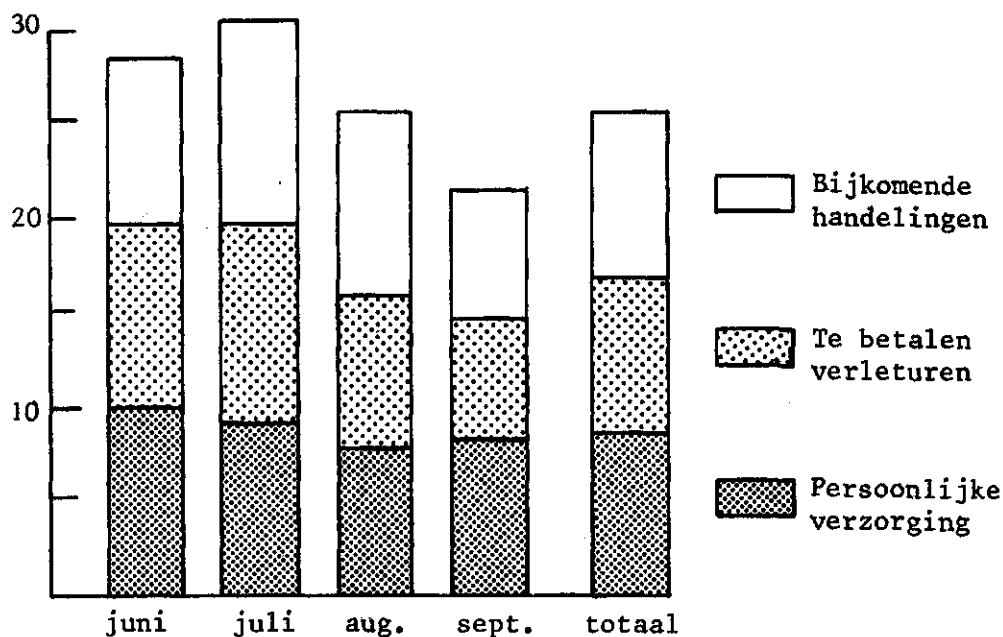


Fig. 4. De per maand berekende opslagpercentages

Een nadere analyse van de bijkomende handelingen laat zien dat het verschil in percentage hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door minder transport en minder overleg. Bij de te betalen verleturen blijkt het lage percentage in september te zijn ontstaan doordat er in deze maand weinig transport op het werk heeft plaatsgevonden. De oorzaak hiervan is zeer waarschijnlijk dat de waarnemingen in september zijn verricht op grotere bewerkingseenheden (nieuw te vormen percelen), waardoor minder perceelwisselingen hebben plaatsgevonden en daardoor minder transport en overleg nodig is geweest. In tabel 2 is naast het aantal en de gemiddelde oppervlakte van de nieuwe percelen ook het aantal perceelwisselingen, het aantal netto werkuren en het aantal perceelwisselingen per uur per maand gegeven.

De relatieve tijdbesteding aan overleg en transport is in september 4 à 5% lager dan in de drie voorgaande maanden. De oppervlakte van de in september bewerkte percelen is gemiddeld 9,4 ha tegen \pm 3 ha van de in de voorgaande maanden bewerkte percelen. Omdat in de ruil-

Tabel 2. Overzicht van het aantal perceelwisselingen en de relatieve tijdbesteding aan overleg en transport

	Juni	Juli*	Augustus	September	Totaal
Aantal afgewerkte percelen	14	4	17	3	38
Gemiddelde perceelsoppervl. (ha)	3,1	2,6	3,7	9,4	3,8
Aantal perceelwisselingen	54	23	79	34	190
Netto werktijd (uren)	204,3	99,9	329,0	258,3	891,5
Aant. perceelwisselingen/uur	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Relatieve overlegtijd (%)	7,7	8,4	8,5	6,5	7,7
Relatieve transporttijd (%)	5,1	3,8	3,7	1,4	3,3

*Bouwwakvakantie was in 1978 van 15 juli tot 5 augustus

verkaveling Oost- en Westdongeradeel de perceelsgrootte overwegend tussen 3 en 5 ha is, en de aan- en afvoertijden van buiten het onderzoeksgebied niet zijn opgenomen, is in de volgende paragrafen een opslagpercentage van 27,5% gebruikt. Voor werkzaamheden op grotere bewerkingseenheden kan met een lager opslagpercentage worden volstaan.

4. DE GEREALISEERDE PRODUKTIES

4.1. A l g e m e e n

De produktie van een bulldozer is de hoeveelheid grond die in een bepaalde tijd over een afstand is verplaatst (verschoven). Daarom zijn naast tijdmetingen ook metingen verricht naar de hoeveelheid grond en de afstand waarover de grond is verplaatst. Zowel voor de uitvoering als na de uitvoering van de werkzaamheden is een terrein waterpassing uitgevoerd. Daarnaast zijn van de sloten, die opgeschoond, verbreed of gedempt zouden worden, op representatieve plaatsen dwarsprofielen opgenomen en zijn van de aanwezige greppels de inhouden gemeten. De gemeten terreinhoogten zijn gegeven volgens een ruitennet van 10 x 10 m ten opzichte van het NAP. De eerste waterpassing is uitgevoerd door de Grontmij N.V., waarvoor het ICW in samenwerking met de afdeling Opmetingen van de Landinrichtings-

dienst te Utrecht richtlijnen ten aanzien van de meetmethode en de nauwkeurigheid heeft opgesteld.

De nametingen zijn zo vlug mogelijk na de uitvoering in eigen beheer uitgevoerd.

4.2. H e t p r o d u k t

Bij het afschuiven met bulldozers is de hoeveelheid grond die over een bepaalde afstand wordt verplaatst het produkt. Uit de voorwaterpassing en de nawaterpassing is de hoeveelheid grond voor ophoging en demping en uit afgraving berekend. Uit de totale ophogingen (incl. dempingen) en afgravingen is per nieuw gevormd perceel een grondbalans opgesteld. Een grondbalans die, zoals hier, uit twee terreinmetingen is opgesteld, is niet precies sluitend. Dit komt door de afrondingen die bij de berekeningen plaats hebben en de afwijkingen die in het veld optreden bij het waterpassen. Uit proefmetingen is gebleken dat twee terreinwaterpassingen die op dezelfde manier en volgens hetzelfde ruitennet zijn uitgevoerd reeds een verschil in het gemiddeld maaiveldniveau van 1 à 1,5 cm kunnen hebben. Gedeeltelijk wordt dit veroorzaakt door de afronding op cm bij het aflezen op de baak (max. 0,5 cm) en gedeeltelijk bij het afronden van de vizierlijn op cm als de maaiveldhoogten worden berekend (max. 0,5 cm). Hieruit kan per meting reeds een maximale afrondingsfout van + 0,9 tot - 0,9 cm ontstaan. Eveneens kunnen afrondingsfouten ontstaan bij het inculculeren van greppelinhouden van zowel voor de uitvoering als na de uitvoering. De greppelinhouden zijn namelijk per perceel of perceelsgedeelte op de terreinhoogten gecorrigeerd door in afhankelijkheid van de greppelinhoud de hoogtecijfers (gegeven in een ruitennet van 10 x 10 m) met 0, 1, 2 of 3 cm te verlagen. De hierbij optredende afrondingsfout kan maximaal 0,5 cm bedragen. De totale afrondingsfout kan voor de uitgangssituatie tot maximaal 1,4 cm oplopen. Indien na de uitvoering ook greppels aanwezig zijn kunnen dezelfde afrondingsfouten ontstaan. Daarom is gemeend dat kleine verschillen tussen ophoging en afgraving per nieuw gevormd perceel mogen worden vereffend. Als maximale grens voor de vereffening is een verschil van 250 m³/ha tussen ophoging en afgraving aangehouden.

Ongeacht of men uitgaat van het grondverzet dat is berekend uit de ophoging of van het grondverzet dat berekend is uit de afgraving de maximale correctie van het grondverzet, die door de vereffening ontstaat, is $\pm 125 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Van de 33 percelen waarvan de totale werktijd is opgenomen is op 5 percelen door aanvullende werkzaamheden de grondbalans verstoord. Op drie percelen werd direct na het egaliseren gewoeld waardoor de tweede terreinwaterpassing niet kon worden uitgevoerd. Van de overige 25 percelen is na de uitvoering een tweede terreinwaterpassing uitgevoerd. Op 6 percelen was het verschil tussen ophoging en afgraving meer dan 250 m^3 per ha. Van deze percelen zijn daarom geen verdere grondverzetsberekeningen uitgevoerd.

Voor alle 19 percelen die in de grondverzetberekening zijn opgenomen moest een vereffening worden uitgevoerd. In tabel 3 is per perceel een overzicht gegeven van het grondverzet voor de vereffening, de vereffening en het grondverzet na de vereffening. De gemiddelde vereffening is $\pm 1,4 \text{ cm}$ per punt of 140 m^3 per ha. Wordt de vereffening over het totale grondverzet van alle verwerkte percelen bekeken dan blijkt het verschil in ophoging en afgraving slechts 704 m^3 te bedragen. Dit is slechts 22 m^3 per ha of $0,2 \text{ cm}$ per punt. Dit betekent dat er op deze percelen tengevolge van de bewerking geen verdichting of blijvende uitlevering heeft plaatsgevonden.

Nadat de grondbalans sluitend is, is per perceel een schuifstaat gemaakt en is de gemiddelde kortste afstand, waarover de grond verplaatst is, berekend.

4.3. D e p r o d u k t i e

Bij grondverzet door bulldozers is het produkt de hoeveelheid grond die over een bepaalde afstand is verplaatst. De produktie is het produkt dat in een bepaalde tijd wordt gerealiseerd en wordt uitgedrukt in m^3 per uur bij een bepaalde afstand. Omdat steeds een aantal machines op een perceel heeft gewerkt kan de produktie niet per machine worden gegeven. Er moet worden volstaan met een gemiddelde produktie voor twee of meer machines. Het motorvermogen van deze machines varieerde van 70 tot 175 kW. De gemiddelde produktie

Tabel 3. Het grondverzet per nieuw gevormd perceel en de vereffening

Perceel- nummer	Voor vereffening				Vereffe- ning (cm)	Na vereffening		
	oppervlakte (ha)		Grondverzet (m ³)			oppervlakte (ha)		Grond- verzet (m ³)
	opho- ging	afgra- ving	opho- ging	afgra- ving		opho- ging	afgra- ving	
5	1,10	1,90	2930	3485	+1,9	1,24	1,76	3134
7	0,89	0,97	2430	1986	-2,4	0,77	1,09	2232
15	1,17	1,78	2490	2874	+1,3	1,21	1,74	2641
18	0,56	0,80	1114	1301	+1,4	0,58	0,78	1195
23	0,63	1,43	1470	1496	+0,1	0,63	1,43	1477
24	0,81	1,19	1607	1881	+1,4	0,87	1,13	1712
25	0,82	1,15	2345	2175	-0,9	0,79	1,18	2277
32	0,49	0,40	868	997	+1,4	0,52	0,37	940
33	0,85	0,90	1897	1615	-1,6	0,80	0,95	1770
35	0,47	0,79	1753	1585	-1,3	0,46	0,80	1691
37	0,61	1,25	1055	1234	+1,0	0,70	1,16	1114
40	0,95	1,15	1939	2441	+2,4	1,03	1,07	2175
44	0,73	0,76	1428	1379	-0,3	0,73	0,76	1404
50	0,49	0,68	965	781	-1,6	0,42	0,75	882
51	0,62	0,64	1033	1147	+0,8	0,63	0,63	1094
52	0,35	0,83	1029	1258	+1,9	0,47	0,71	1101
54	0,78	0,80	1359	1006	-2,2	0,70	0,88	1202
55	0,61	0,49	1122	971	-1,4	0,59	0,51	1039
56	0,23	0,32	796	722	-1,3	0,20	0,35	769

geldt voor het gemiddelde motorvermogen van de machines waarop de produktie betrekking heeft. Bij het berekenen van het gemiddelde motorvermogen heeft de netto bestede tijd als wegingsfactor gefungeerd.

De tijd die de machines aan het schuiven hebben besteed is getotaliseerd tot de netto schuiftijd. Met het in het vorige hoofdstuk vastgestelde opslagpercentage van 27,5% is de bruto schuiftijd berekend. Uit de verwerkte hoeveelheid grond en de bruto tijd is per nieuw gevormd perceel een gemiddelde produktie in m³ per uur berekend (tabel 4). De berekende produktie vertoont een grote spreiding. Deze spreiding wordt voor een deel veroorzaakt door de transportafstand en het motorvermogen die beide nogal variëren. De dikte van de afgeschoven laag varieert van 10 tot 25 cm. Deze spreiding zal de produktie niet sterk hebben beïnvloed.

Tabel 4. De per perceel gemeten produktie (m^3 /uur) van een groep bulldozers en enkele daarbijbehorende gegevens

Perceel	Afgegraven			Transport-afstand m	Aantal machines	Gewogen gemiddelde motorverm. kW	Schuiftijd		Produktie $m^3 \cdot h^{-1}$
	Grondverzet m^3	oppervlakte ha	laagdikte m				netto h	bruto h	
5A	1019	0,57	0,18	49	2	119	7,71	9,83	104
5B	2115	1,19	0,18	65	2	124	22,71	28,96	73
7	2232	1,09	0,20	43	3	116	17,47	22,27	100
15	2641	1,74	0,15	56	3	110	27,13	34,54	76
18	1195	0,78	0,15	49	5	125	11,61	14,80	81
23	1477	1,43	0,10	57	5	82	20,79	26,51	56
24	1712	1,13	0,15	53	5	103	17,40	22,19	77
25	2277	1,18	0,19	35	4	113	13,11	16,72	136
32	940	0,37	0,25	71	5	76	9,97	12,71	74
33	1770	0,95	0,19	66	4	76	20,82	26,55	67
35	1691	0,80	0,21	30	3	112	10,85	13,83	122
37	1114	1,16	0,10	40	3	120	5,73	7,31	152
40	2175	1,07	0,20	37	7	77	23,37	29,80	73
44	1404	0,76	0,18	40	4	77	17,87	22,78	63
50	882	0,75	0,12	51	4	85	11,06	14,10	63
51	1094	0,63	0,17	54	4	83	14,95	19,05	57
52	1101	0,71	0,16	60	3	89	11,19	14,27	77
54	1202	0,88	0,14	40	4	87	9,52	12,14	99
55	1039	0,51	0,20	53	5	84	11,65	14,85	70
56	769	0,35	0,22	30	3	73	5,15	6,56	117

5. ANALYSE VAN DE GEREALISEERDE PRODUKTIES

Er zijn een aantal factoren die van invloed zijn op de produktie. De belangrijkste daarvan zijn: het motorvermogen van de ingezette machines, de afstand waarover de grond wordt verschoven, de dikte van de laag die wordt afgeschoven en de bewerkbaarheid van de grond (o.a. vochttoestand). Van de in 1978 geëgaliseerde percelen (tabel 4) zijn van de eerste drie factoren gemiddelde waarden per perceel bekend. De bewerkte grond is nagenoeg op alle percelen gelijk (zware zavel tot lichte klei). De directie beoordeelde de bewerkbaarheid van de grond. Als de grond 'versmeerde' (na regenval) werd het werk stilgelegd. Dit werd gedaan om structuurbederf te voorkomen. Uit bijlage 1 blijkt dat bij een neerslaghoeveelheid van 10 à 15 mm in 24 uur het werk werd stilgelegd. De bewerkbaarheid van de grond zal daarvoor nagenoeg niet van invloed zijn geweest op de produkties van 1978.

De gemiddelde dikte van de afgeschoven laag varieert van 10-25 cm. De geringe spreiding zal weinig invloed op de produkties hebben gehad.

Het is duidelijk dat machines met zwaardere motoren een grotere produktie hebben dan machines met lichtere motoren. De hoeveelheid grond die per transport verplaatst wordt is sterk afhankelijk van de afmetingen van het blad. De fabrikanten of importeurs geven de afmetingen van de standaardbladen die bij de machines horen (MACHINEPARK, 1978).

Met de formule van Nichols (MIJNLIEFF, 1973) kan uit de breedte en de hoogte van een blad de te vervoeren hoeveelheid grond per transport worden berekend (bladinhoud).

$$Q = 0,98 \cdot h^2 \cdot b \quad (1)$$

waarin: Q = bladinhoud in m^3 losse grond

h = hoogte van het blad in m

b = breedte van het blad in m

Van een aantal merken zijn de met deze formule berekende bladinhouden uitgezet tegen het motorvermogen (aan vliegwiel) (fig. 5).

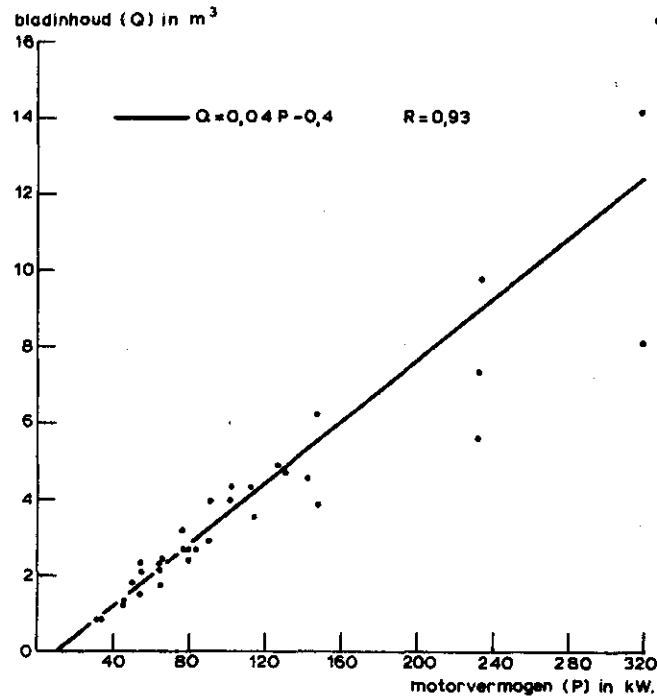


Fig. 5. De relatie tussen de inhoud van standaardbladen en het motorvermogen bij bulldozers

De relatie tussen het motorvermogen en de bladinhoud laat zich het beste beschrijven door:

$$Q = 0,04P - 0,4 \quad r = 0,93 \quad (2)$$

waarin: P = motorvermogen aan vliegwiel in kW

De hoeveelheid grond die per transport (schuifbaan) kan worden verschoven is gelijk aan de bladinhoud of $0,04 (P - 10)$. Indien de rijsnelheid met vol blad en terug voor de diverse machines gelijk is kunnen de gerealiseerde produkties bij de diverse motorvermogens als volgt naar een produktie bij een standaard motorvermogen worden omgerekend:

$$C_s = \frac{C_i \times (P_s - 10)}{(P_i - 10)} \quad (3)$$

waarin: C_s = produktie van machines met standaardvermogens (P_s) in m^3/uur

C_i = produktie voor machines met motorvermogen P_i in m^3/uur

De in tabel 4 gegeven produkties zijn op deze manier omgerekend naar produkties voor machines met een standaard motorvermogen van 100 kW. In fig. 6 zijn deze omgerekende produkties uitgezet tegen de transportafstand uit tabel 4.

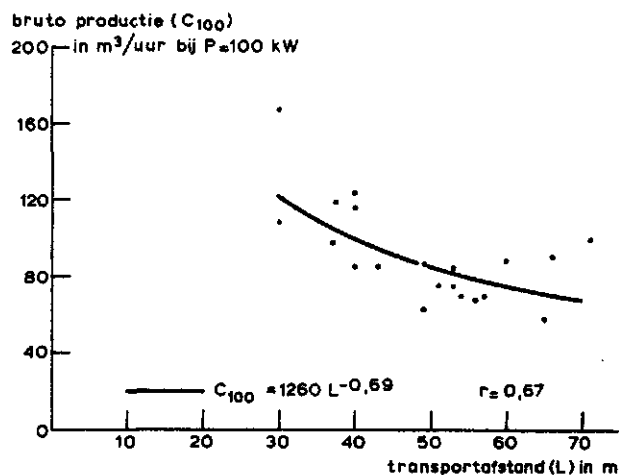


Fig. 6. De bruto produktie voor machines met een standaard motorvermogen van 100 kW uitgezet tegen de afstand waarover de grond is verplaatst

De spreiding van de punten is vrij groot en de gegevens beperken zich tot de transportafstanden 30-70 meter. Wordt desondanks toch een regressielijn door de punten berekend dan lijkt het verband tussen de transportafstand en de produktie het best te worden beschreven door de formule:

$$C_{100} = 1260 L^{-0,69} \quad r = 0,67 \quad (4)$$

waarin: C_{100} = produktie bij een motorvermogen van 100 kW in m^3 /uur
L = transportafstand in m

Gezien de correlatiecoëfficiënt ($r = 0,67$) is de betrouwbaarheid niet groot.

Met de bovengegeven relatie tussen motorvermogen en produktie

(formule 3) kan ook de produktie voor machines met andere motorvermogens worden berekend. De resultaten van deze berekeningen moeten wel met de nodige voorzichtigheid worden beoordeeld en kunnen slechts als voorlopige resultaten worden beschouwd. Ze steunen namelijk op metingen van slechts één jaar en bij transportafstanden van 30 tot 70 m. Voor meer betrouwbare resultaten zullen naast continue tijdregistraties ook detailmetingen moeten worden verricht. Detailmetingen ten aanzien van rijsnelheden, schakeltijden, laad- en lostijden, bladvullingen enz. kunnen meer inzicht verschaffen in de produktiebepalende factoren en hun invloed op de produktie. Als de relaties tussen de produktiebepalende factoren en de produktie beter berekend zijn kunnen ook voor grotere transportafstanden en afwijkende motorvermogens produktiecapaciteiten worden berekend.

6. SAMENVATTING

Voor het opstellen en beoordelen van kostenramingen van egalisatiewerkzaamheden door bulldozers moet men beschikken over produktiecapaciteiten van deze machines. Omdat de meest recente normen dateren uit de zestiger jaren, is in overleg met de Landinrichtingsdienst besloten gedurende 3 jaren tijdstudies bij bulldozerwerk te doen. Als gebied voor het doen van waarnemingen is gekozen de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel in Friesland. In deze ruilverkaveling worden met bovengeploegd ondergrond egalisatiewerkzaamheden uitgevoerd door bulldozers. In deze nota zijn de resultaten van 1978 vermeld.

De tijdwaarnemingen hadden hoofdzakelijk betrekking op een tijdregistratie van 's morgens vroeg, als de machine werd gestart, tot 's avonds als de machine werd stilgezet. Van alle handelingen die met een bulldozer werden verricht zijn de tijden genoteerd. Deze tijdbestedingen zijn in de volgende groepen ingedeeld: Het eigenlijke werk, bijkomende handelingen (overleg, stagnatie en toe te rekenen diversen), te betalen verlet-uren (tanken en onderhoud, kleine reparaties en het transport op het werk) en persoonlijke verzorging (pauze en praatje). Wordt de netto werktijd op 100% gesteld dan

blijkt gemiddeld 8,8% van de tijd aan bijkomende handelingen, 8,1% aan te betalen verlet-uren en 8,8% aan de persoonlijke verzorging te worden besteed (hoofdstuk 3, tabel 1).

Naast de continue tijdregistratie zijn ook de verwerkte hoeveelheden grond bepaald. Uit een voor- en nameting is per nieuw gevormd perceel een grondbalans opgesteld. Hieruit is de verschoven hoeveelheid grond en de afstand waarover de grond is verplaatst berekend. Omdat meerdere machines met verschillend motorvermogen op een nieuw gevormd perceel hebben gewerkt zijn de produkties voor een gemiddeld motorvermogen berekend (hoofdstuk 4, tabel 4).

De grote spreiding in de produkties wordt grotendeels veroorzaakt door de verschillende motorvermogens, waarmee deze produkties zijn behaald, en de verschillen in afstand, waarover de grond is verschoven. Middels een relatie tussen motorvermogen en bladinhoud zijn de produkties uit tabel 4 omgerekend naar produkties voor machines met een motorvermogen van 100 kW. Deze omgerekende produkties zijn uitgezet tegen de transportafstand (fig. 6). Voor het beter onderbouwen van de gevonden relaties zijn naast meer gelijksoortige waarnemingen ook detailmetingen nodig waarmee meer inzicht in de relaties tussen de produktiebepalende factoren en de produktiecapaciteit van de machines kan worden verkregen.

LITERATUUR

CENTRALE CULTUURTECHNISCHE COMMISSIE, 1970. Rapport voor de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel. Utrecht.

GILST, W.J. VAN, 1963. Machines op cultuurtechnische werken in Nederland. ILR 75, Wageningen.

KONINKLIJKE NEDERLANDSE HEIDEMAATSCHAPPIJ, 1963. Calculatie-vademecum. Arnhem.

K.N.M.I., 1978. Hoeveelheid neerslag in 1978.

MACHINEPARK, 1978. Overzicht van rupsdozers en wieldozers. Jrg. 13 nr 11.

MIJNLIEFF, A.W., 1973. Analyse en kostenminimalisering van grondverzet. Mededeling Landbouwhogeschool 73-10, Wageningen.

Neerslag tijdens de tijdwaarnemingen bij bulldozers

Datum	Juni		Juli	
	neerslag mm/dag*	tijdwaarneming op percelen	neerslag mm/dag*	tijdwaarneming op percelen
1			3,8	zaterdag
2			1,0	zondag
3			13,4	te nat
4			0,9	te nat
5			12,9	te nat
6			15,3	te nat
7			4,6	te nat
8			0,2	zaterdag
9			4,3	zondag
10			1,2	te nat
11			0	te nat
12			0	14, 41, 44, 55
13			0	5, 14, 40, 41, 44, 55
14			0	5, 40
15	0		0	zaterdag
16	0		1,5	zondag
17	3,7	zaterdag	0,2	bouwakvakantie
18	0	zondag	0	bouwakvakantie
19	0	3	0,8	bouwakvakantie
20	0	3	1,8	bouwakvakantie
21	0	3	1,3	bouwakvakantie
22	0,5	1, 2, 3, 51	0,1	zaterdag
23	8,9	3, 49, 50, 51	0	zondag
24	18,0	zaterdag	0	bouwakvakantie
25	0,5	zondag	0,2	bouwakvakantie
26	12,6	te nat	0	bouwakvakantie
27	4,0	1, 52, 53, 54	0,1	bouwakvakantie
28	0	54	0	bouwakvakantie
29	1,0	14, 55, 56, 57, 58, 59	0	zaterdag
30	9,3	te nat	0	zondag
31			0	5

*Gemiddelde waarden van de stations Dokkum en Ternaard (bron: KNMI, 1978)

Bijlage 1 vervolg

Neerslag tijdens de waarnemingen bij bulldozers

Datum	augustus		september	
	neerslag mm/dag*	tijdwaarneming op percelen	neerslag mm/dag*	tijdwaarneming op percelen
1	0	4	5,1	20
2	15,0	32, 39, 40	8,6	zaterdag
3	1,0	32, 39	10,2	zondag
4	15,5	te nat	0	20
5	0,3	zaterdag	0,1	19, 20
6	0,1	zondag	0,1	19, 20
7	2,0	24, 37	0	19, 20
8	4,1	24, 25, 33, 35, 37, 39	0	14, 19, 20
9	0	15, 23, 32, 33, 34, 35, 39	6,8	zaterdag
10	0	15, 18, 22, 23	5,3	zondag
11	0,1	9, 15, 18, 22	4,5	14
12	0	zaterdag	3,8	4, 6
13	0,1	zondag	1,8	
14	1,7	8, 9	7,4	
15	0,7	8, 9	7,7	
16	2,8	6, 7, 9	0	zaterdag
17	5,1	6, 7	0	zondag
18	4,3	53	0	
19	0	zaterdag	1,3	
20	0	zondag	0,6	
21	0		0,1	20
22	0		2,9	20
23	6,1		7,3	zaterdag
24	0		0,2	zondag
25	0	25	2,6	19
26	0,2	zaterdag	2,2	14, 20
27	0,8	zondag	4,8	14, 19
28	0,7		11,5	te nat
29	1,8		11,6	te nat
30	4,2		9,7	zaterdag
31	3,9	20		

*Gemiddelde waarden van de stations Dokkum en Ternaard (bron: KNMI, 1978)