INSTITUUT VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE

Rapport 136 juni 1969

Arbeidsorganisatie bij de oogst
van suikerbieten

T. Tanis

4308
48d

Dr. S. L. Mansholtlaan 12 - Wageningen tel. 08370-3041

2287158

Rapport 136 juni 1969

Arbeidsorganisatie bij de oogst van suikerbieten

T. Tanis

Overneming alleen toegestaan na overleg met de schrijver

2287158

I N H O U D

	blz.
INLEIDING	1
1. FORMULES	2
2. BEREKENING VAN DE ROOITIJD (R)	4
3. BEREKENING VAN DE CONSTANTE TRANSPORTTIJD (C)	10
3.1. Verwisselen van wagens op het perceel	10
3.2. Transport over het perceel	11
3.3. Tijd voor lossen en bijkomende handelingen	13
4. FACTOREN DIE DE ROOITIJD BEÏNVLOEDEN	14
5. FACTOREN DIE DE TRANSPORTTIJD BEÏNVLOEDEN	18
6. AFSTEMMING VAN ROOIEN EN TRANSPORT	21
7. BEREKENING VAN DE CAPACITEIT	27
8. BEREKENING VAN DE ARBEIDSBEHOEFTE	29

Stno. 364-125-5-8-'69
vdE.

INLEIDING

Dit rapport kan worden gezien als een vervolg op rapport 99, "Arbeidsorganisatie bij de oogst van aardappelen". In dit rapport zijn een aantal formules ontwikkeld voor de berekening van kritische afstand, capaciteit en arbeidsbehoefte. Deze formules worden nogmaals in hoofdstuk 1 weergegeven. Met behulp van deze formules zal op een aantal facetten van de bietenoogst worden ingegaan. Vooraf zal echter een methode voor de berekening van de rooitijd (R) en de constante transporttijd (C) worden uiteengezet. Deze methode beoogt de gebruiksmogelijkheden van de formules uit te breiden en tevens te vergemakkelijken. Op de formules zelf wordt in dit rapport niet nader ingegaan.

In rapport 99 is voor de berekening van zowel de rooi- als de transporttijd steeds uitgegaan van een standaardperceel van 300 m lengte en 200 m breedte. Dit stuit op bezwaren, omdat de behoefte bestaat ook berekeningen voor andere perceelsafmetingen uit te voeren. Daarom zal eerst een methode worden ontwikkeld waarbij de rooitijden gemakkelijk kunnen worden berekend voor variërende perceelslengten. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van de tabellen ten behoeve van taaktijdenberekeningen, samengesteld door Ir. M.M. de Lint.

Ten aanzien van de perceelsbreedte kan worden opgemerkt, dat het gebruikelijk is bij het rooien van aardappelen en bieten brede percelen te verdelen in een aantal smallere perceelsgedeelten en deze afzonderlijk te rooien. In de tabellen zal onderscheid worden gemaakt tussen perceelsgedeelten van 40 en 60 m breedte. Bij afstemmingsvraagstukken kan men zich naar believen richten op een bepaald perceelsgedeelte. Bij zeer brede percelen is het bijv. denkbaar dat voor het perceelsgedeelte dat het verste weg ligt een transportman meer nodig is dan voor het dichtst bijzijnde perceelsgedeelte. Ook is het mogelijk de berekening uit te voeren voor de gemiddelde situatie, dus voor het perceelsgedeelte dat op de halve perceelsbreedte ligt. Het hangt van de vereiste nauwkeurigheid af of men de berekening op de gemiddelde situatie zal baseren, dan wel een berekening per perceelsgedeelte zal uitvoeren.

Daar het standaardperceel wordt losgelaten is het ook noodzakelijk de constante transporttijd C bij verschillende perceelslengten te kunnen berekenen. Deze perceelslengte heeft nl. invloed op de afstand die bij het transport over het perceel moet worden afgelegd. Een gemakkelijke berekeningswijze van C is bovendien noodzakelijk, omdat het niet mogelijk is voor alle denkbare combinaties van transport en lossen vooraf C-waarden te berekenen en in tabellen te geven.

Bij het samenstellen van dit rapport is medewerking verleend door de heren F.J. Edens, G.H. Kroeze, Ir. M.M. de Lint, R.K. Oving en Ir. H.G. de Wiljes.

1. FORMULES

Bij afstemmingsvraagstukken betrekking hebbende op rooien en transport dienen we de beschikking te hebben over de tijd voor rooien en transport. De rooitijd (R) wordt berekend, zoals in hoofdstuk 2 van dit rapport wordt uiteengezet.

De transporttijd (T) kan worden berekend volgens de formule:

$$T = \frac{V \cdot A + C + q \cdot R}{X} \qquad (1)$$

De wegtijd per 100 m per ha (V) wordt berekend met behulp van het nomogram uit bijlage 1. Voor A wordt de afstand van de losplaats tot de hoek van het perceel (uitgedrukt in 100 meter) ingevuld. Onder perceel kan worden verstaan een perceelsgedeelte waarvoor een berekening wordt uitgevoerd. C wordt berekend zoals in hoofdstuk 3 wordt aangegeven. Bij rooien in een naastrijdende wagen geldt $q = 1$, bij de methode met verzamelbak $q = 0$.
X geeft aan het aantal personen voor transport. Bij de methode met naastrijdende wagen wordt de persoon die het naastrijden uitvoert tot het transport gerekend.

Wanneer rooien en transport gelijktijdig door twee of meer personen worden uitgevoerd, is er bij een bepaalde perceelsafstand evenwicht tussen de rooitijd (R) en de transporttijd (T). Dit punt noemen we de kritische afstand (A_k).

Deze kritische afstand is te berekenen volgens de formule:

$$A_k = \frac{(X - q)\,R - C}{V} \qquad (2)$$

Als we de tijd voor verschillende transportmethoden grafisch weergeven, dan zien we dat onder zekere voorwaarden de lijnen elkaar bij een bepaalde perceelsafstand snijden. Bij deze afstand maakt het voor wat betreft de transporttijd geen verschil welke methode wordt toegepast. Beneden deze afstand verdient de ene methode de voorkeur en boven deze afstand de andere. Deze afstand (A_t) kan met behulp van de volgende formule worden gevonden:

$$A_t = \frac{C2 - C1}{V1 - V2} \qquad (3)$$

Voor de capaciteit geldt dat deze voor perceelsafstanden beneden de kritische afstand wordt bepaald door de rooitijd en voor perceelsafstanden boven de kritische afstand door de transporttijd. De capaciteit wordt in het eerste geval berekend volgens de formule:

$$(A \leqslant A_k);\ \text{capaciteit in ha/uur} = \frac{1}{(1 + p)\,R} \qquad (4)$$

en in het tweede geval met de formule:

$$(A \geqslant A_k);\ \text{capaciteit in ha/uur} = \frac{X}{(1 + p)\,(V \cdot A + C + q \cdot R)} \qquad (5)$$

In rapport 99 is vermeld dat de factor (1 + p) betrekking heeft op het toeslagpercentage voor rust, persoonlijke verzorging, storing en eventueel aan- en aflooptijd. In de tabellen voor de opbouw van rooi- en transporttijd in hoofdstuk 2 en 3 van dit rapport zijn de toeslagen voor rust en persoonlijke verzorging reeds verwerkt. Hier kan dus worden volstaan met een toeslagpercentage dat uitsluitend betrekking heeft op storingen en indien gewenst ook op aan- en aflooptijd. De berekening van de capaciteit voor de eenmansmethode, waarbij de rooimachine tijdens het transport wordt stil gezet, kan ook worden uitgevoerd met formule 5, waarbij geldt $X = q = 1$. Ook t.a.v. de arbeidsbehoefte geldt dat deze bij afstanden beneden de kritische afstand moet worden afgeleid van de rooitijd en bij afstanden boven de kritische afstand van de transporttijd. Hiervoor dienen de formules:

$$(A \leq A_k);\ \text{mu/ha} = (X + Y)\ (1 + p)\ R \qquad (6)$$

$$(A \geq A_k);\ \text{mu/ha} = (X + Y)\ (1 + p)\ \left(\frac{V\ .\ A + C + q\ .\ R}{X}\right) \qquad (7)$$

Hierin is Y het aantal personen voor het rooien. De arbeidsbehoefte voor de eenmansmethode wordt berekend met formule 7. Hierbij geldt $X = q = 1$ en $Y = 0$. Boven een bepaalde perceelsafstand is het uit een oogpunt van arbeidsbehoefte gewenst om het aantal transportpersonen met één uit te breiden. Dit punt (A_a) bevindt zich voorbij de kritische afstand. Bij de afstand A_a zijn beide methoden voor wat betreft de arbeidsbehoefte gelijk. Deze afstand kan worden gevonden met behulp van de formule:

$$A_a = \frac{\left(\frac{X^2 + X\ .\ Y + X}{X + Y} - q\right) R - C}{V} \qquad (8)$$

De capaciteit blijft tot de kritische afstand op hetzelfde niveau om vervolgens te dalen. Uit capaciteitsoverwegingen moet dus bij de kritische afstand een man voor transport worden toegevoegd. Voor de bepaling van deze afstand dient formule 2.

2. BEREKENING VAN DE ROOITIJD (R)

In de eerste plaats dient te worden opgemerkt dat in de berekening van de rooitijd, zoals deze in dit rapport zal worden uiteengezet, niet is begrepen de tijd voor het rooien van wendakkers en hoeken. De hoeken worden steeds vooraf gerooid en het zou dus niet juist zijn deze tijd in de berekening voor de afstemming van rooien en transport op te nemen. Ook de wendakkers worden in veel gevallen eerst gerooid, waarna de resterende oppervlakte in gedeelten wordt gerooid. Bij het machinaal rooien van de wendakkers kan de rooitijd per ha verschillen van die bij het rooien van het resterende deel. Het is dus minder juist de afstemming op het gemiddelde van beide te baseren. Meestal zal men volstaan met een berekening van het perceel minus wendakkers. Indien gewenst, is het natuurlijk ook mogelijk een berekening uit te voeren voor de afstemming bij het rooien van de wendakkers. De rooitijd kan dan echter niet aan dit rapport worden ontleend, maar wel worden berekend met behulp van een computerprogramma, dat op het I.L.R. beschikbaar is.[x)]

De rooitijd kan worden onderscheiden in een hoofd- en een neventijd. De hoofdtijd heeft betrekking op het eigenlijke rooien. Deze tijd is afhankelijk van de werkbreedte van de rooimachine en van de snelheid waarmee wordt gewerkt. De perceelsafmetingen hebben op deze tijd geen invloed.

In de neventijd per werkgang zijn begrepen het in en uit het werk stellen van de machine, het wenden en rijden over de wendakker en het eventueel leegstorten van een verzamelbak of het bijplaatsen van een naastrijdende wagen na het draaien. Het is duidelijk dat het aantal malen dat deze handelingen per ha moeten worden uitgevoerd afhankelijk is van de perceelslengte. Naarmate het perceel langer is hoeft men per ha minder werkgangen uit te voeren, wat dus tevens een lager aantal van bovengenoemde handelingen tot gevolg heeft. Bij de rooimachine met verzamelbak spelen tevens de inhoud van deze bak en de opbrengst een rol, omdat deze mede bepalen of het leegstorten van de verzamelbak per werkgang of eenmaal per twee werkgangen moet plaatsvinden.

De rooitijd wordt nu gevonden door de hoofdtijd (tabel 1) en de neventijd (tabel 2) bij elkaar op te tellen. Tabel 2 geeft tijden per werkgang, zodat we eerst nog het aantal werkgangen per ha moeten vaststellen. Dit is als volgt te berekenen:

$$\frac{10\ 000}{\text{perceelslengte (in m)} \times \text{werkbreedte (in m)}} = \text{aantal werkgangen per ha.}$$

[x)] Ook met behulp van het nieuwe taaktijdenboek kan de rooitijd voor de wendakkers en voor het resterende perceelsgedeelte afzonderlijk worden berekend.

In tabel 3 is voor de meest voorkomende werkbreedten en een aantal perceelslengten het aantal werkgangen per ha reeds gegeven. Dit aantal kan naar boven worden afgerond. Wanneer meer hectaren achtereen worden gerooid, bijv. bij de zesrijige systemen, dan dient de afronding plaats te vinden nadat eerst het aantal werkgangen per ha met het betreffende aantal hectaren is vermenigvuldigd.
Bij tabel 2b is verondersteld dat het verwisselen van een volle voor een lege wagen steeds op de wendakkers plaatsvindt. Wanneer echter met een opraaplader wordt gewerkt, dan wordt meestal gewisseld wanneer de wagen geheel is gevuld en dit is meestal niet op de wendakker. Ook bij het rooien op een naastrijdende wagen komt het voor dat dit systeem wordt toegepast. In dit geval moet nog een extra neventijd per vracht in rekening worden gebracht voor het verwisselen (tabel 4). Het aantal malen dat dan moet worden gewisseld is afhankelijk van de wageninhoud en van de opbrengst. In tabel 4 is deze tijd in uren per ha gegeven bij variatie in wageninhoud en opbrengst.
De tijden in tabel 1 zijn gegeven voor werkbreedten met een veelvoud van 44 en 50 cm, afhankelijk van het feit, of de normalisatie op 11 of 12,5 cm is gebaseerd. In deze tijden is een toeslag van 15% opgenomen voor persoonlijke verzorging en rust. Het traject van werksnelheden is vrij groot genomen, om voor uiteenlopende omstandigheden een keuze mogelijk te maken. Bovendien heeft een bepaalde werkbreedte soms betrekking op verschillende bewerkingen. Bij tweerijig kan worden gedacht aan een tweerijige machine die kopt en rooit in dezelfde werkgang, maar ook aan bijv. de Deense methode waar het koppen en rooien in gescheiden bewerkingen plaatsvindt. Evenzo kan een zesrijige bewerking koppen en rooien in één bewerking (Kuiken) omvatten of betrekking hebben op koppen, rooien en laden afzonderlijk (Franse systemen). De twaalfrijige bewerking heeft betrekking op het laden van zwaden van de zesrijige Kuiken rooimachine.

Tabel 1 Hoofdtijd in uren per ha voor koppen, rooien en/of laden van bieten (inclusief 15% toeslag voor rust en pv).

werkbreedte		snelheid in km per uur														
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	6,00	7,00
eenrijig	0,44 m									8,71	7,47	6,53	5,81	5,23	4,36	3,73
	0,50 m									7,67	6,57	5,75	5,11	4,60	3,83	3,29
tweerijig	0,88 m					6,53	5,81	5,23	4,75	4,36	3,73	3,27	2,90	2,61	2,18	
	1,00 m					5,75	5,11	4,60	4,18	3,83	3,29	2,88	2,56	2,30	1,92	
drierijig	1,32 m					4,36	3,87	3,48	3,17	2,90	2,49	2,18	1,94	1,74		
	1,50 m					3,83	3,41	3,07	2,79	2,56	2,19	1,92	1,70	1,53		
zesrijig	2,64 m	4,36	3,48	2,90	2,49	2,18	1,94	1,74	1,58	1,45	1,24	1,09	0,97	0,87		
	3,00 m	3,83	3,07	2,56	2,19	1,92	1,70	1,53	1,39	1,28	1,10	0,96	0,85	0,77		
twaalfrijig	5,28 m	2,18	1,74	1,45	1,25	1,09	0,97	0,87								
	6,00 m	1,92	1,53	1,28	1,10	0,96	0,85	0,77								

Tabel 2a Neventijd in minuten per werkgang bij het rooien met een machine met verzamelbak (een- of tweerijig) (inclusief toeslag voor rust en pv).

methode	breedte perceelsgedeelte in m	snelheid op wendakker in km per uur	minuten per werkgang
wagen op voorste wendakker	40	3	1,70
		5	1,25
		7	1,00
	60	3	1,95
		5	1,35
		7	1,10
wagen op beide wendakkers	40	3	2,00
		5	1,55
		7	1,30
	60	3	2,25
		5	1,65
		7	1,40

Tabel 2b Neventijd in minuten per werkgang bij het rooien of laden op een naastrijdende wagen (inclusief toeslag voor rust en pv).

methode	breedte perceelsgedeelte in m	snelheid op wendakker in km per uur	minuten per werkgang
rooien met een- of tweerijige rooimachine	40	3	1,70
		5	1,25
		7	1,00
	60	3	1,95
		5	1,35
		7	1,10
machinaal laden van bietenzwaden	40	3	1,65
		5	1,20
		7	1,00
	60	3	1,90
		5	1,35
		7	1,10

Tabel 2c Neventijd in minuten per werkgang bij het rooien op een zwad (inclusief toeslag voor rust en pv).

methode	breedte perceelsgedeelte in m	snelheid op wendakker in km per uur	minuten per werkgang
Kuiken (zesrijig koppen en rooien)	kortom draaien	1,5	1,20
Frans systeem (zesrijig koppen of rooien)	40	3	1,30
		5	0,80
		7	0,60
	60	3	1,50
		5	0,95
		7	0,70

Tabel 3 Aantal werkgangen per ha bij variatie in perceelslengte en werkbreedte.

werkbreedte in		perceelslengte in m									
rijen	m	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
eenrijig	0,44	454,5	227,3	151,5	113,6	90,9	75,8	64,9	56,8	50,5	45,5
	0,50	400,0	200,0	133,3	100,0	80,0	66,7	57,1	50,0	44,4	40,0
tweerijig	0,88	227,3	113,6	75,8	56,8	45,5	37,9	32,5	28,4	25,3	22,7
	1,00	200,0	100,0	66,7	50,0	40,0	33,3	28,6	25,0	22,2	20,0
drierijig	1,32	151,5	75,8	53,2	37,9	30,3	26,6	21,6	18,9	16,0	15,2
	1,50	133,3	66,7	44,4	33,3	26,7	22,2	19,0	16,7	14,8	13,3
zesrijig	2,64	75,8	37,9	25,3	18,9	15,2	12,6	10,8	9,5	8,4	7,6
	3,00	66,7	33,3	22,2	16,7	13,3	11,1	9,5	8,3	7,4	6,7
twaalfrijig	5,28	37,9	18,9	12,6	9,5	7,6	6,3	5,4	4,7	4,2	3,8
	6,00	33,3	16,7	11,1	8,3	6,7	5,6	4,8	4,2	3,7	3,3

Tabel 4 Tijd in uren per ha voor het verwisselen van wagens op een willekeurige plaats op het perceel (inclusief toeslag voor rust en pv).

wageninhoud in tonnen	bruto-opbrengst in tonnen/ha			
	40	50	60	70
3	0,09	0,11	0,13	0,15
4	0,06	0,08	0,10	0,11
5	0,05	0,06	0,08	0,09
6	0,04	0,05	0,06	0,08
8	0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,03	0,03	0,03	0,04

Samenvattend wordt de rooitijd (R) voor onderstaande machines met behulp van de hierachter vermelde tabellen berekend:

rooimachines met verzamelbak - tabel 1 en 2a

rooimachines met naastrijdende wagen:

wisselen op wendakker - tabel 1 en 2b

wisselen op willekeurige plaats - tabel 1, 2b en 4

rooien op zwad - tabel 1 en tabel 2c

laden uit zwad - tabel 1, 2b en 4.

De tijden in tabel 2a, b en c zijn in minuten per werkgang gegeven. Deze moeten dus met het aantal werkgangen uit tabel 3 worden vermenigvuldigd en door 60 worden gedeeld om het aantal uren per ha te berekenen. Deze berekening kan ook op eenvoudige wijze plaatsvinden met behulp van het nomogram uit bijlage 2.

3. BEREKENING VAN DE CONSTANTE TRANSPORTTIJD (C)

Het totale transport bestaat uit:

1. Verwisselen van wagens op het perceel.
2. Transport over het perceel.
3. Lossen en bijkomende handelingen.
4. Het transport vanaf de hoek van het perceel tot de losplaats.

Bij de in rapport nr. 99 ontwikkelde benaderingswijze voor afstemmingsproblemen is de totale transporttijd verdeeld in een constante transporttijd (C) en in een deel dat varieert al naar gelang de afstand tot de losplaats groter of kleiner is. Het constante deel is in die zin constant, dat het niet verandert bij vergroting of verkleining van de transportafstand over de weg. Het is uiteraard wel te beïnvloeden door een andere transport- en/of losmethode te kiezen. C omvat dus uit bovenstaand overzicht de elementen 1 t/m 3. Hierop wordt in het onderstaande nader ingegaan.

3.1. Verwisselen van wagens op het perceel

Het verwisselen van wagens op het perceel is noodzakelijk als wordt gerooid in een verzamelbak die in een wagen op de wendakker wordt geledigd. De lege wagen moet dan meestal van de trekker worden afgekoppeld en de volle worden aangekoppeld. Bij het rooien op een naastrijdende wagen is dit meestal niet het geval, omdat het naastrijden bij toerbeurt door een van de transportmensen wordt uitgevoerd. Er wordt verondersteld dat het verwisselen steeds door één persoon plaatsvindt. In tabel 5 zijn de tijden gegeven, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de twee- en vierwielige wagen, terwijl bij de tweewielige wagen rekening is gehouden met het al of niet aanwezig zijn van een oppikhaak aan de trekker.

Tabel 5 Tijd voor verwisselen van wagens op het perceel in minuten per wagen (inclusief toeslag voor rust en pv).

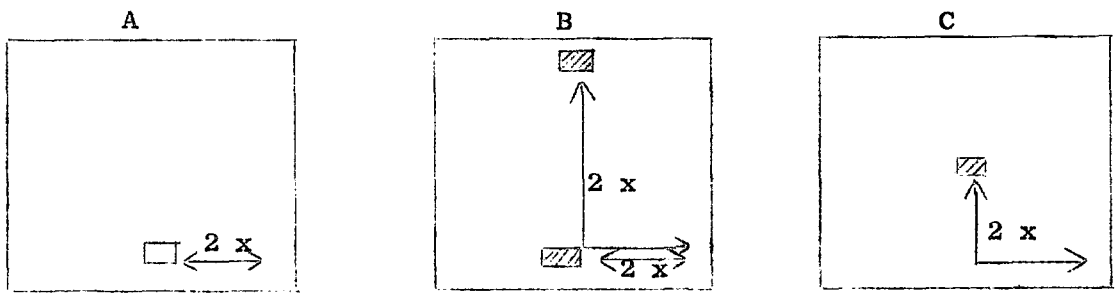
wagentype	minuten per wagen
tweewielige wagen - trekker met oppikhaak	1,8
" " - " zonder "	2,8
vierwielige " -	2,0

De tijden in bovenstaande tabel omvatten de volgende handelingen: afkoppelen van de lege wagen, rijden met de trekker naar de volle wagen (ongeveer 20 m) en het aankoppelen van deze wagen. Bij de tweewielige kip- of loswagen is de tijd voor het af- en aankoppelen van de olieleiding resp. aftakas in de tijd begrepen.

Hiervoor moet van de trekker worden afgestapt. Bij het niet aanwezig zijn van een oppikhaak moet tevens de steunvoet op de juiste hoogte worden gebracht.

3.2. Transport over het perceel

In hoofdstuk 1 is A gedefinieerd als de afstand van de losplaats tot de hoek van het perceel of het perceelsgedeelte waarvoor men een berekening wil uitvoeren. Het transport over het perceel wordt bij C gerekend. Deze transporttijd wordt bepaald door de afstand die over het perceel moet worden afgelegd en de snelheid waarmee dit gebeurt. De afstand is weer afhankelijk van de perceelsafmetingen en van de plaats waar van wagen moet worden gewisseld. We kunnen hierbij drie situaties onderscheiden:



A. In dit geval wordt dus gewisseld op de voorste wendakker. De inhoud van de verzamelbak of, bij rooien op een naastrijdende wagen, de wageninhoud, moet dan toereikend zijn om de opbrengst van twee werkgangen te bevatten. Per wagen moet in dit geval 2 x de halve perceelsbreedte worden afgelegd, nl. 1 x heen en 1 x terug, dus per wagen 1 x de perceelsbreedte.

B. Hier wordt gewisseld op beide wendakkers. Voor de wagen op de voorste wendakker moet weer, evenals in geval A, een afstand gelijk aan de perceelsbreedte worden afgelegd. Voor de wagen op de achterste wendakker moet eveneens deze afstand worden afgelegd, maar bovendien nog 2 x de perceelslengte. Dit laatste behoeft echter slechts om de andere wagen, dus per wagen 1 x de perceelslengte. Gemiddeld moet per wagen in geval B worden afgelegd 1 x de perceelslengte + 1 x de perceelsbreedte.

C. Geval C doet zich voor bij rooien of laden op een naastrijdende wagen, wanneer de wagen wordt gewisseld als deze geheel is gevuld. Bij wisselen op de wendakkers is de wagenvulling veelal niet optimaal. (In rapport nr. 99 is op dit aspect uitvoeriger ingegaan). De plaats waar de wagen geheel vol is wisselt steeds. We veronderstellen dat dit gemiddeld op de halve perceelslengte het geval is. De af te leggen afstand per wagen is nu 2 x de halve perceelslengte + 2 x de halve perceelsbreedte. De afstand per wagen is hier dus gelijk aan die bij B, nl. perceelslengte + perceelsbreedte.

Samenvattend onderscheiden we de volgende situaties:

rooien in verzamelbak
- één werkgang per bak - wisselen op beide wendakkers
  - perceelslengte + perceelsbreedte
- twee werkgangen per bak - wisselen op voorste wendakker
  - perceelsbreedte

rooien of laden op naastrijdende wagen
- wisselen op beide wendakkers
  - perceelslengte + perceelsbreedte
- wisselen op voorste wendakker
  - perceelsbreedte
- wisselen op willekeurige plaats
  - perceelslengte + perceelsbreedte

De plaats van wisselen kan worden vastgesteld aan de hand van de gegevens betreffende opbrengst, werkbreedte, perceelslengte en inhoud van verzamelbak of wagen. Voor elke gewenste perceelslengte en -breedte kan de af te leggen afstand over het perceel worden vastgesteld. Met behulp van de rijsnelheid in minuten per 100 m is de tijd per vracht te berekenen. In tabel 6 wordt deze tijd gegeven voor verschillende rijsnelheden, inclusief 10% voor rust en persoonlijke verzorging.

Tabel 6 Transporttijd over het perceel in minuten per vracht en per 100 m (inclusief toeslag voor rust en pv).

snelheid in km per uur	minuten per 100 m/wagen	snelheid in km per uur	minuten per 100 m/wagen
1	6,6	7	0,9
2	3,3	8	0,8
3	2,2	9	0,7
4	1,7	10	0,7
5	1,3	11	0,6
6	1,1	12	0,6

3.3. Tijd voor lossen en bijkomende handelingen

De handelingen bij de losplaats kunnen worden onderverdeeld in die van het eigenlijke lossen en het bijkomende werk, zoals het plaatsen van de wagen. In tabel 7 zijn de totaaltijden gegeven in minuten per wagen.

Tabel 7 Tijd in minuten per wagen voor lossen en bijkomende handelingen (inclusief toeslag voor rust en pv).

lossysteem	minuten per wagen
Kipwagen:	
- met automatisch openend achterschot	1,2
- niet " " "	2,7
Loswagen:	
- met meenemers en dwarsafvoer (3 à 4 ton)	2,5
- met meenemers, mestverspreidertype (3 à 4 ton)	2,5
- met loskleed (3 à 4 ton)	5-6
Gewone wagen met netten:	
- 2 netten per wagen	3,5
- 3 " " "	4,8
- 4 " " "	6,0

De tijd voor het lossen is afhankelijk van het lossysteem, terwijl ook de aard van de losplaats (verhard of niet verhard, al of niet voldoende ruimte om te manoeuvreren) een rol speelt.
Bovenstaande tijden zijn gebaseerd op een goed bereikbare en verharde losplaats. Indien de bieten met een kipwagen in het schip worden gestort, moet de betreffende tijd nog worden verhoogd met 0,5 - 1,0 minuut voor het plaatsen van de wagen op een laadbrug. Bij de kipwagen is geen onderscheid gemaakt naar de hoeveelheid bieten per wagen. Wanneer de capaciteit van het hydraulische hefsysteem voldoende is, dan oefent de hoeveelheid per wagen weinig of geen invloed uit op de tijd, omdat bij het bereiken van een bepaalde stand alle bieten vrijwel gelijktijdig naar beneden komen. Bij de loswagen is echter gedacht aan een hoeveelheid bieten van 3 à 4 ton. We onderscheiden bij de loswagen met meenemers het type met de opvoer over de gehele breedte aan de achterzijde van de wagen (mestverspreider) en dat met een dwarsafvoer.

Het is duidelijk dat, afhankelijk van de omstandigheden, de lostijd vrij sterk kan afwijken van de tijden die in tabel 7 zijn genoemd. Deze geven dan ook niet meer dan een richtlijn. Bij het lossen op een centrale losplaats, bij een schip of aan de fabriek, moet bovendien rekening worden gehouden met wachttijden. De tijd in minuten per vracht vinden we door de tijden uit de tabellen 5 t/m 7 te sommeren. Om nu de tijd per ha te kunnen berekenen moet het aantal vrachten per ha bekend zijn. Meestal wordt dit berekend door de wageninhoud te delen op de opbrengst per ha. In sommige gevallen is dit niet geheel juist. Indien de volle wagens op de wendakkers voor een lege worden omgewisseld dan zal de wagen, zoals reeds eerder is opgemerkt, meestal niet geheel gevuld zijn, omdat de hoeveelheid per wagen dan een veelvoud is van de opbrengst van een werkgang. Ook bij rooien in een verzamelbak wordt de wageninhoud slechts dan geheel benut, indien de wageninhoud een veelvoud is van de bakinhoud. Als de hoeveelheid per wagen belangrijk onder het laadvermogen van de wagen blijft, leidt dit tot een hoger aantal vrachten per ha. In een dergelijk geval kan men beter het aantal vrachten per ha vaststellen door het aantal werkgangen per wagen te delen op het aantal werkgangen per ha. C wordt nu berekend door de tijden uit de tabellen 5 t/m 7 te sommeren, dit te vermenigvuldigen met het aantal vrachten per ha en te delen door 60. Ook deze berekening kan met behulp van een nomogram worden uitgevoerd (bijlage 3).

4. FACTOREN DIE DE ROOITIJD BEÏNVLOEDEN

In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op de factoren die de tijd voor het rooien beïnvloeden. De belangrijkste zijn hierbij de werkbreedte en de rooisnelheid.

De werkbreedte

De werkbreedte is afhankelijk van het aantal rijen dat de machine per werkgang kan rooien en van de rijenafstand waarop de bieten zijn gezaaid. De meeste thans in gebruik zijnde machines zijn een-, twee- of zesrijig. Het behoeft geen betoog dat het aantal rijen dat per werkgang wordt gerooid van grote invloed is op de rooitijd. De rijenafstand hangt af van het feit of de normalisatie is gebaseerd op een viervoud van 11 of 12,5 cm en deze bedraagt resp. 44 en 50 cm. Dit houdt in dat bij een rijenafstand van 44 cm de rooitijd per ha 14% hoger ligt dan bij 50 cm, er van uitgaande dat de rijsnelheid in beide gevallen gelijk zal zijn. De invloed van de werkbreedte op de hoofdtijd voor rooien of machinaal laden wordt geïllustreerd in figuur 1.

De rooisnelheid

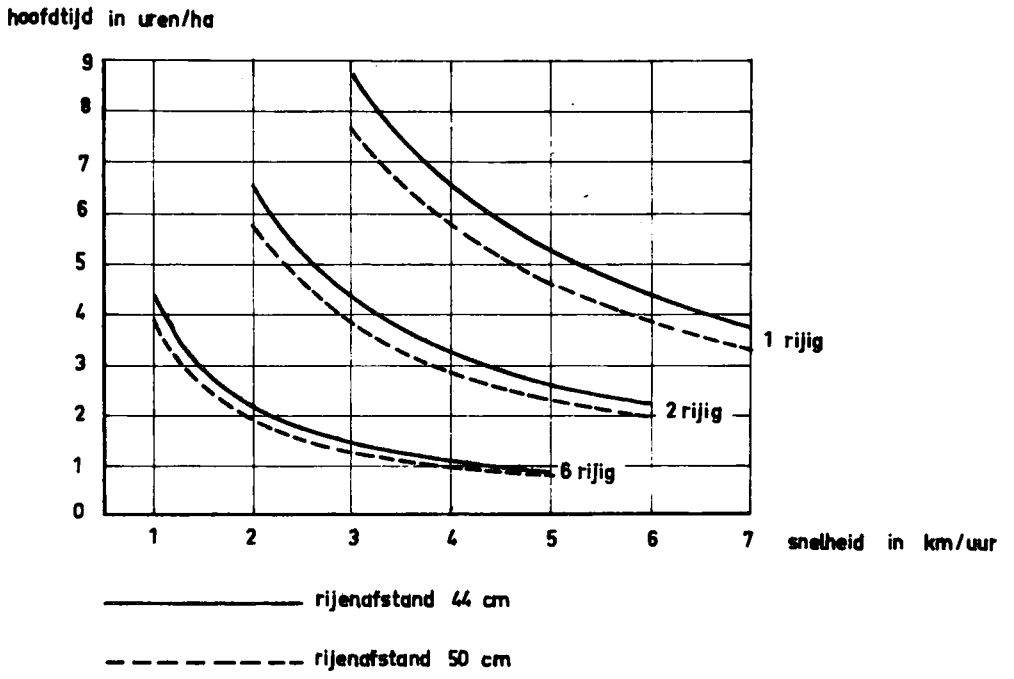
Evenals de werkbreedte is ook de rooisnelheid van grote invloed op de rooitijd. Deze rooisnelheid hangt af van het type machine, de grondsoort, de weersomstandigheden, de eisen die men stelt t.a.v. de kwaliteit van het werk en ook van de opbrengst aan bieten en loof. Naar het verband tussen deze factoren en de rooisnelheid wordt onderzoek verricht door de afdeling Arbeidsstudie Akkerbouwbewerkingen van het I.L.R. In figuur 1 is tevens weergegeven hoe de hoofdtijd voor rooien verloopt bij verschillende snelheden. De invloed van de snelheid op de hoofdtijd is aanvankelijk groot, maar neemt af bij toename van de snelheid.

De perceelsafmetingen

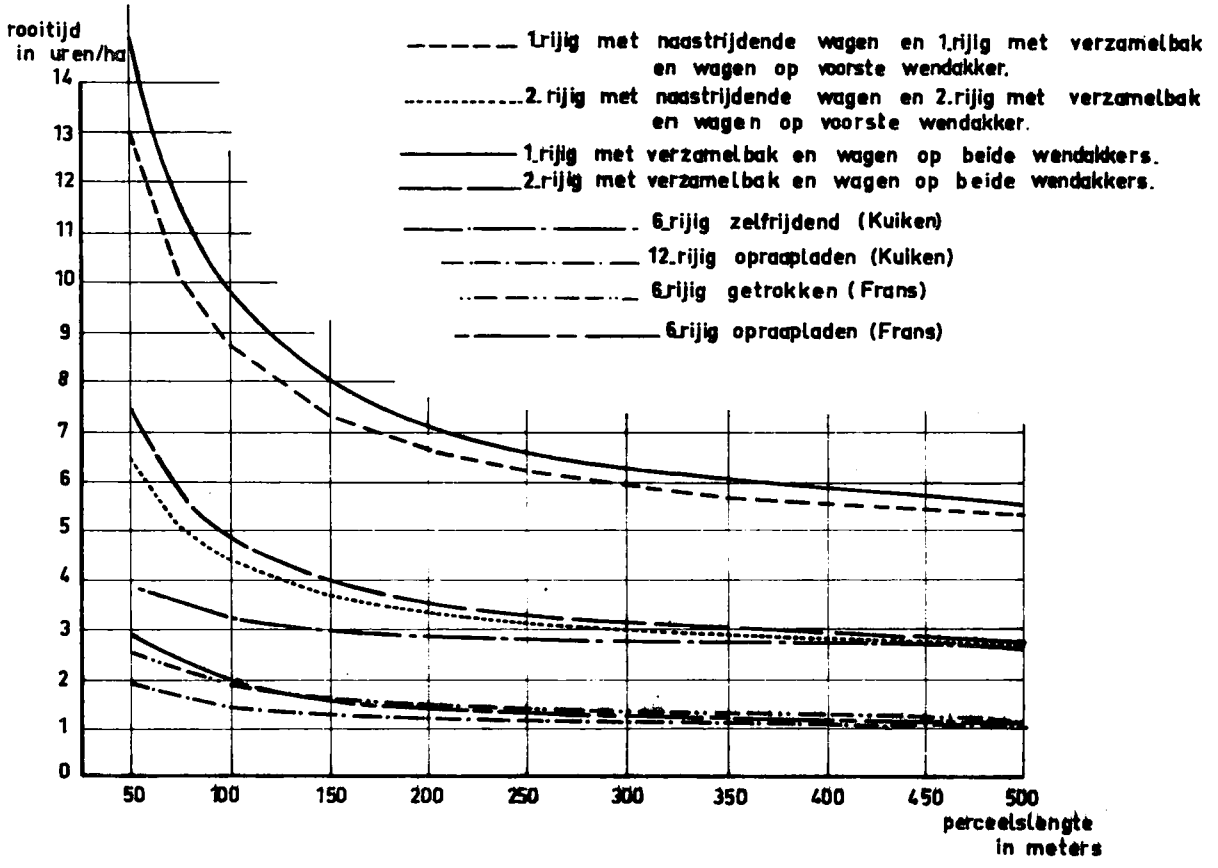
De lengte van het perceel is niet van invloed op de hoofdtijd, maar wel op de neventijd, dus de tijd voor het in en uit het werk stellen van de machine, het draaien, het rijden over de wendakker en eventueel het leegstorten van de verzamelbak of het bijplaatsen van een naastrijdende wagen na het draaien. De perceelsbreedte is van invloed doordat deze bepalend is voor de afstand die over de wendakker moet worden afgelegd (althans wanneer niet kortom wordt gedraaid, zoals bijv. bij de Kuiken rooimachine). Het is gebruikelijk om brede percelen te rooien in een aantal afzonderlijke perceelsgedeelten om daardoor het rijden over de wendakkers te beperken. Bij de voorbeelden in dit rapport gaan we er van uit dat deze perceelsgedeelten 40 m breed zijn en dat deze steeds achter elkaar worden afgewerkt. We zullen ons dus beperken tot een beschouwing over de invloed van de perceelslengte bij een breedte van 40 m.
Het is duidelijk dat het aantal werkgangen per ha en dus het aantal malen dat de neventijd in rekening moet worden gebracht sterk afhankelijk is van de werkbreedte van de machine. In tabel 3 is het aantal werkgangen per ha bij verschillende werkbreedten en perceelslengten gegeven. We zullen nu nagaan wat de invloed hiervan is op de rooitijd per ha, uitgaande van de volgende veronderstellingen:

rooisnelheid:	een- en tweerijige machines	5 km per uur
	zesrijige zelfrijdende machine	1,5 km per uur
	" getrokken "	3,5 " " "
	" opraaplader (Frans)	4,0 " " "
	twaalfrijige " (Kuiken)	2,0 " " "

In figuur 2 is weergegeven hoe het verloop is van de rooi- resp. laadtijd bij toename van de perceelslengte.



Figuur 1 - Hoofdtijd voor rooien, bij variatie in werkbreedte en snelheid



Figuur 2 - Rooitijd per ha, bij variatie in perceelslengte

Voor de machine met verzamelbak is de rooitijd zowel gegeven voor leegstorten van deze bak op de voorste, als op beide wendakkers en wel over het gehele traject van perceelslengten. Het is duidelijk dat bij korte percelen het leegstorten op beide wendakkers niet nodig is en dat bij lange percelen het niet mogelijk is dit slechts op de voorste wendakker te doen. Om echter geen uitspraak te moeten doen over de opbrengst en de inhoud van de verzamelbak, is de rooitijd over het gehele traject van perceelslengten berekend.
Wanneer de verzamelbak op de voorste wendakker wordt gelost is de neventijd per werkgang gelijk aan die bij het rooien op een naastrijdende wagen (tabellen 2 a en 2b) en dan is uitgaande van dezelfde rijsnelheid ook de totale rooitijd gelijk. De omstandigheid of de wagen wordt gewisseld op de voorste of op beide wendakkers is bij de methode met naastrijdende wagen niet van invloed op de rooitijd. Bij het werken met een opraaplader (soms ook bij het rooien op een naastrijdende wagen) wordt gewisseld op een willekeurige plaats op het perceel. Hiervoor moeten de tijden uit tabel 4 in rekening worden gebracht. Dit is bij de berekening van de tijd in figuur 2 niet gebeurd, omdat hier geen rekening is gehouden met opbrengst en wageninhoud. Het is echter duidelijk dat de invloed hiervan praktisch is te verwaarlozen, omdat deze tijden slechts een klein deel van de totale tijd uitmaken. Voor een gegeven wageninhoud en opbrengst kunnen de tijden uit figuur 2 echter met de tijd voor wisselen worden verhoogd.
Uit de figuur blijkt dat de invloed van de perceelslengte op de rooitijd bij korte percelen groot is. Bij toename van de perceelslengte neemt deze invloed echter snel af. Tevens blijkt dat de invloed van de perceelslengte groter is naarmate de werkbreedte van de machine afneemt.
In tabel 8 is de invloed van de perceelslengte op de rooitijd uitgedrukt in percentages. Hierbij is de perceelslengte van 200 m op 100% gesteld.

Tabel 8 Invloed van de perceelslengte op de rooitijd, bij verschillende rooimethoden (uitgedrukt in procenten).

methode	perceelslengte in meters				
	100	200	300	400	500
eenrijig met naastrijdende wagen	131	100	90	85	81
tweerijig " " "	131	100	90	85	81
eenrijig " verz.bak, wagen op voorste wendakker	131	100	90	85	81
tweerijig " " , " " " "	131	100	90	85	81
eenrijig " " , " " beide wendakkers	136	100	88	82	78
tweerijig " " , " " " "	136	100	88	82	78
zesrijig zelfrijdend	112	100	97	94	93
" getrokken	125	100	91	87	85
" laden	136	100	90	84	80
twaalfrijig laden	121	100	96	91	88

Wanneer voor een gegeven situatie de rooitijd bekend is, kan met behulp van deze tabel snel de rooitijd voor andere perceelslengten worden berekend.

De inhoud van de verzamelbak en de opbrengst

Uit het voorgaande is al gebleken, dat de inhoud van de verzamelbak in combinatie met de opbrengst, invloed uitoefent op de rooitijd. Het aantal malen per ha dat deze bak moet worden geledigd is hier namelijk van afhankelijk. We kunnen hierbij de volgende situaties onderscheiden.

a) De bak kan de opbrengst van één werkgang bevatten. Er moet dan op beide wendakkers een wagen worden geplaatst en de verzamelbak moet na elke werkgang worden geledigd.

b) De bak kan de opbrengst van twee werkgangen bevatten. Er behoeft dan slechts een wagen op de voorste wendakker te worden geplaatst en de bak wordt na twee werkgangen geledigd.

c) De bak kan de opbrengst van meer dan twee werkgangen bevatten. Wanneer dit aantal oneven is, dus bijv. drie, dan behoeft de bak slechts eenmaal per drie werkgangen te worden geledigd, wat echter wel inhoudt dat ook in dit geval op beide wendakkers een wagen moet worden geplaatst, wat weer leidt tot meer transport over het perceel. In een dergelijke situatie zal men daarom meestal de inhoud van de bak niet volledig benutten en deze toch op de voorste wendakker, dus na twee werkgangen, leegstorten.

Het is ook denkbaar dat de inhoud van deze bak voldoende groot is om bijv. de opbrengst van vier werkgangen te bevatten. Hiervan zou men gebruik kunnen maken wanneer bij korte transportafstanden slechts één wagen bij het transport zou worden gebruikt.

De transportman zou hierdoor namelijk in vergelijking met de situatie bij twee werkgangen per bak de dubbele tijd beschikbaar krijgen voor transport en lossen. Meestal zal echter na twee werkgangen de bak worden geledigd, omdat men daardoor de hoeveelheid bieten die moet worden meegenomen halveert, wat gunstig kan zijn voor de structuur van de grond, terwijl de invloed op de rooitijd slechts gering is.
De inhoud van de verzamelbak ligt momenteel tussen 1 en 2,5 ton. Het is echter te verwachten dat bij het gebruik van meerrijige rooiers deze inhoud sterk zal toenemen. Om te kunnen bepalen waar het leegstorten van de verzamelbak moet plaatsvinden, wordt in tabel 9 aangegeven hoeveel meter lengte maximaal kan worden gerooid, bij variatie in bakinhoud en opbrengst. Hierbij is uitgegaan van een eenrijige rooimachine. Bij gebruik van een tweerijige machine met verzamelbak moeten deze afstanden worden gehalveerd.

Tabel 9 Maximaal te rooien lengte in meters bij variatie in opbrengst, bakinhoud en rijenafstand.

opbrengst in tonnen per ha	rijenafstand 50 cm						rijenafstand 44 cm					
	inhoud verzamelbak in kg						inhoud verzamelbak in kg					
	1500	2000	2500	3000	3500	4000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
40	750	1000	1250	1500	1750	2000	852	1136	1420	1704	1988	2272
50	600	800	1000	1200	1400	1600	681	909	1136	1363	1590	1818
60	500	667	833	1000	1167	1333	568	757	946	1136	1325	1515
70	429	571	714	857	1000	1143	487	649	811	974	1136	1298

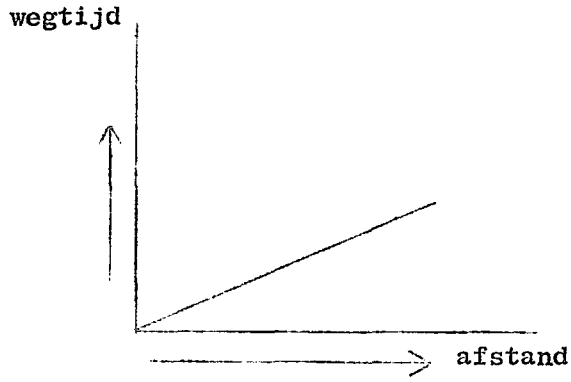
5. FACTOREN DIE DE TRANSPORTTIJD BEÏNVLOEDEN

Zoals in hoofdstuk 2 reeds is uiteengezet bestaat de transporttijd uit een constant deel en een variabel deel. Wanneer met een naastrijdende wagen wordt gewerkt bevat de transporttijd nog een element en wel de tijd die nodig is voor dit naastrijden. Daardoor is bij machines met een zelfde werkbreedte de arbeidsbehoefte voor het transport bij deze methode aanmerkelijk hoger dan bij rooien in een verzamelbak.
Het variabele deel van de transporttijd, ook wel de wegtijd genoemd, heeft betrekking op het eigenlijke transport vanaf het perceel tot aan de losplaats. Van invloed op deze tijd zijn:

De af te leggen afstand

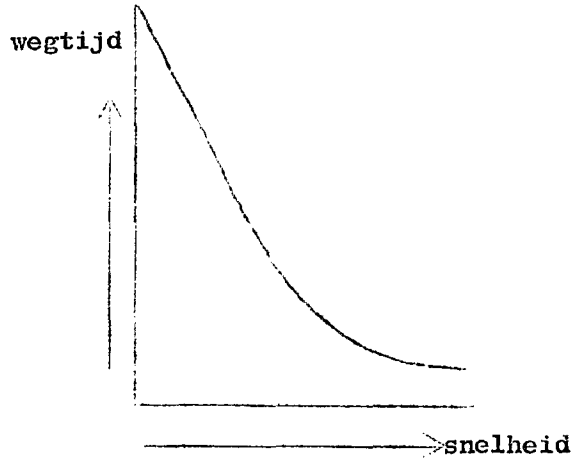
Deze af te leggen afstand per ha wordt bepaald door de afstand tot de losplaats en door het aantal vrachten per ha, terwijl dit aantal weer afhankelijk is van de verhouding van opbrengst en wageninhoud.

De wegtijd neemt recht evenredig toe met de af te leggen afstand (zie afbeelding).



De transportsnelheid

Het is duidelijk dat ook de snelheid, waarmee het transport plaatsvindt, een grote invloed uitoefent op de wegtijd. De invloed die de snelheid uitoefent is aanvankelijk groot, maar neemt af naarmate de snelheid verder toeneemt (zie afbeelding).



Het constante deel van de transporttijd omvat het verwisselen van de wagens op het perceel, het transport over het perceel en het lossen. De hiervoor benodigde tijd wordt beïnvloed door:

De rooimethode

Het verwisselen van volle wagens voor lege op de wendakker vraagt alleen tijd wanneer in een verzamelbak wordt gerooid. Dan moet namelijk de lege wagen van de trekker worden afgekoppeld en de volle worden aangekoppeld. Bij de naastrijdende wagen is dit niet nodig, omdat de persoon die het naastrijden heeft uitgevoerd de wagen ook naar de losplaats brengt. De invloed van het verwisselen van wagens op de totale transporttijd is echter niet groot, vooral niet indien bij gebruik van tweewielige wagens de trekker is voorzien van een inrichting om dit af- en aankoppelen gemakkelijk en snel te doen verlopen.

De transportafstand over het perceel

De transportafstand die over het perceel moet worden afgelegd is afhankelijk van de plaats waar van wagen wordt gewisseld en van de afmetingen van het perceel. Uit datgene wat in het voorgaande hoofdstuk is opgemerkt is duidelijk, dat deze plaats van wisselen wordt bepaald door een combinatie van factoren, zoals perceelslengte, opbrengst en inhoud van wagen of verzamelbak.

Het aantal vrachten

Het aantal vrachten oefent evenals op het variabele deel van de transporttijd ook grote invloed uit op de constante transporttijd, omdat het bepalend is voor het aantal malen dat het verwisselen van wagens, het transport over het perceel en het lossen moet plaatsvinden. Dit aantal vrachten is, zoals reeds eerder opgemerkt, afhankelijk van opbrengst en wageninhoud.

De lossnelheid

De lossnelheid kan, afhankelijk van het lossysteem en van de aard van de losplaats, vrij sterk uiteenlopen. In tabel 7 varieert de lostijd van 1,2-6 minuten per wagen. Voor kipwagens en ook voor loswagens met meenemers komt deze echter meestal niet boven 3 minuten per wagen. De invloed van de lossnelheid op de transporttijd is bij deze moderne transportmiddelen bij bieten dan ook minder groot dan bijvoorbeeld bij aardappelen.
Samenvattend kan worden opgemerkt dat de hoogte van de transporttijd vooral wordt bepaald door de perceelsafstand, het aantal transporten, de transportsnelheid op de weg en de lossnelheid. Het is in zijn algemeenheid niet te zeggen welke factor de grootste rol speelt, omdat dit sterk afhankelijk is van de perceelsafstanden. Dit zal worden aangetoond door voor enkele situaties nu de transporttijd te berekenen. Hierbij zal worden ingegaan op de invloed van de wageninhoud en de transport- en de lossnelheid bij verschillende perceelsafstanden. Om het aantal mogelijke combinaties niet te groot te maken zal worden uitgegaan van een opbrengst van 60 ton bruto per ha. Er wordt verondersteld dat de volle wagens op de voorste wendakker staan. Voor het verwisselen van deze wagens wordt 1,3 minuut gerekend en voor het transport over het perceel 0,44 minuut per wagen (40 m à 6 km per uur). De verdere uitgangspunten zijn:

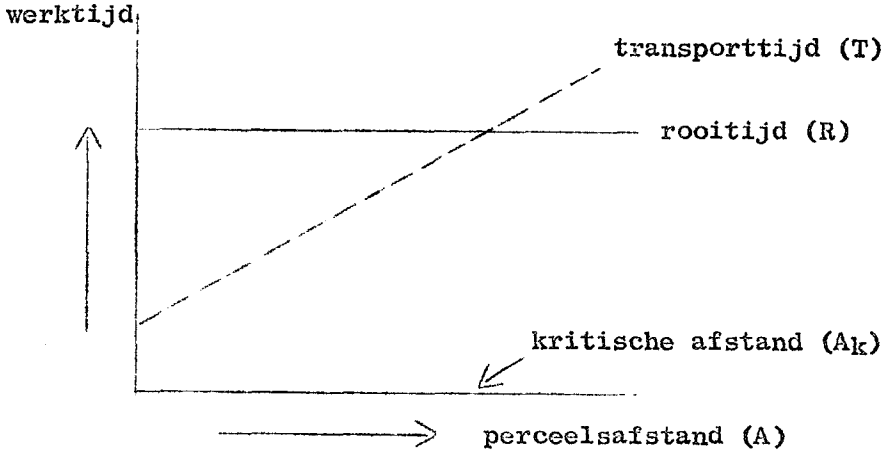
wageninhoud 3 ton - 20 vrachten per ha;
" 5 " - 12 " " ";
transportsnelheid 10 en 15 km per uur (gemiddelde snelheid voor belast en onbelast transport);
lossnelheid 1,5 en 5 minuten per wagen.

De transporttijd is volgens formule (1) $T = \frac{V \cdot A + C + q \cdot R}{X}$

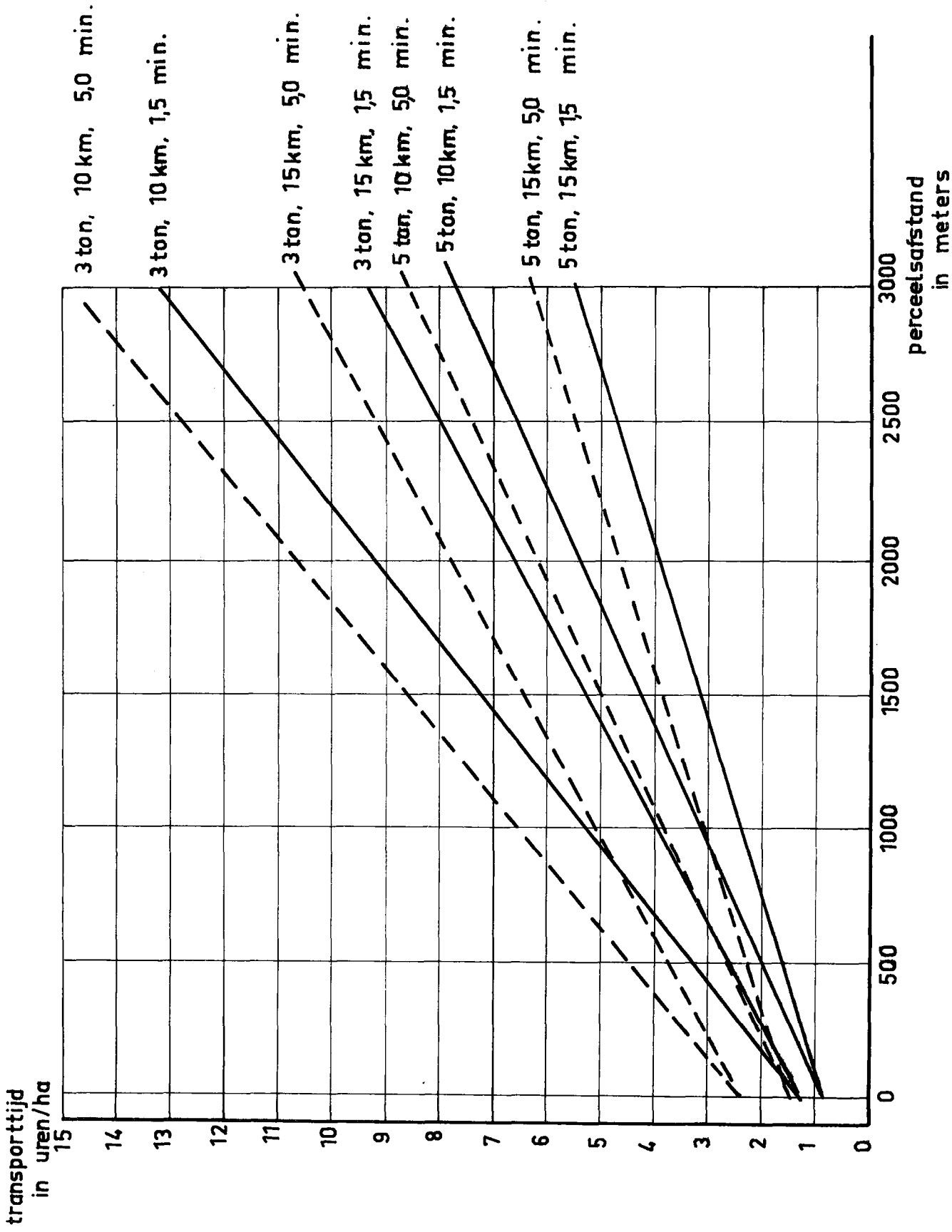
We gaan uit van rooien in een verzamelbak, dus q = 0 en transport door één persoon. Met behulp van bovenstaande gegevens kan V worden vastgesteld met het nomogram uit bijlage 1 en C, zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven. De aldus berekende tijden zijn weergegeven in figuur 3.
Bij een perceelsafstand van 0 m, bijv. bij opslag op de hoek van het perceel, bestaat de transporttijd slechts uit het constante deel. De verschillen worden dan vooral veroorzaakt door de inhoud van de wagen en door de lossnelheid. Naarmate de perceelsafstand toeneemt en daarmede ook het eigenlijke transport, wordt de transportsnelheid belangrijker en neemt de invloed van de lossnelheid (relatief) af. De inhoud van de wagen blijft van grote invloed. We zien dat bij een bepaalde perceelsafstand sommige lijnen elkaar kruisen. De afstanden waarbij dit gebeurt zijn te berekenen met behulp van formule
Uit figuur 3 kan worden geconcludeerd dat bij perceelsafstanden tot ongeveer 1 km de transporttijd voornamelijk wordt beïnvloed door wageninhoud en lossnelheid en boven deze afstand vooral door wageninhoud en transportsnelheid.

6. AFSTEMMING VAN ROOIEN EN TRANSPORT

We hebben gezien dat de transporttijd evenredig toeneemt met de perceelsafstand. De rooitijd is, wanneer we de af- en aanlooptijden buiten beschouwing laten, niet afhankelijk van de perceelsafstand. Bij een bepaalde perceelsafstand zullen de lijnen van rooi- en transporttijd elkaar dus snijden (zie afbeelding).



De afstand waarbij dit plaatsvindt noemen we de kritische afstand. Beneden deze afstand treden wachttijden op bij het transport en boven deze afstand bij het rooien. Bij de kritische afstand bestaat een evenwicht tussen rooi- en transporttijd en treden geen verliestijden op. Het is zaak door een juiste combinatie van rooien en transport deze wachttijden zo laag mogelijk te houden.



Figuur 3 - Transporttijd per ha, bij variatie in wageninhoud, transportsnelheid en lossnelheid

In hoofdstuk 3 van rapport nr. 99 is hierop uitvoerig ingegaan en is tevens formule 2 ontwikkeld om de kritische afstand te berekenen. Wanneer we de afbeelding bekijken dan is het duidelijk dat we de kritische afstand kunnen beïnvloeden door de rooi- en/of de transporttijd te wijzigen. Voor de belangrijkste rooi- en transportmethoden zullen de kritische afstanden in tabellen worden gegeven. Hierbij zal worden uitgegaan van een drietal perceelslengten en van verschillende wageninhouden en snelheden van transport en lossen. In alle gevallen is uitgegaan van een bruto-opbrengst van 60 ton per ha. Het transport over het perceel vindt steeds plaats met een snelheid van 6 km per uur. De in tabel 10 gegeven afstanden zijn gebaseerd op een rooisnelheid van 5 km per uur. Voor het verwisselen van de volle wagen voor een lege op de wendakker is 1,8 minuut gerekend. Er is aangenomen dat op een perceel van 200 m lengte de verzamelbak de opbrengst van twee werkgangen kan bevatten, zodat uitsluitend op de voorste wendakker een wagen moet worden geplaatst. Voor percelen van 300 en 400 m is de kritische afstand ook berekend, wanneer op beide wendakkers een wagen staat. Uit tabel 9 is af te leiden waar, bij verschillende opbrengsten en inhouden van de verzamelbak, de wagen moet worden geplaatst.

Tabel 10 Kritische afstanden in meters voor eenrijige rooimachine met verzamelbak.

perceels-lengte in meters	plaats van de wagen	totaal aantal pers.	transportsnelheid in km per uur											
			10						15					
			lossnelheid in minuten per wagen						lossnelheid in minuten per wagen					
			2			5			2			5		
			wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud		
			3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton
200	voorste	2	1197	1703	2242	970	1475	2011	1756	2554	3238	1423	2213	2905
	wendakker	3	2715	3727	4811	2488	3500	4580	3983	5590	6950	3650	5250	6616
300	voorste	2	1040	1493	1976	813	1266	1746	1526	2240	2855	1193	1900	2522
	wendakker	3	2402	3308	4280	2175	3081	4050	3523	4963	6183	3190	4622	5850
	beide	2	865	1342	1850	638	1115	1619	1270	2013	2672	936	1672	2338
	wendakkers	3	2302	3257	4280	2075	3030	4050	3376	4886	6183	3043	4545	5850
400	voorste	2	961	1387	1842	743	1160	1611	1410	2081	2661	1076	1740	2327
	wendakker	3	2243	3096	4011	2015	2869	3780	3290	4665	5794	2956	4304	5461
	beide	2	684	1130	1600	456	903	1369	1003	1695	2311	670	1354	1977
	wendakkers	3	2022	2915	3865	1795	2687	3634	2966	4372	5583	2633	4031	5233

Naarmate de percelen langer worden zien we in tabel 10 een daling van de kritische afstand. Dit wordt veroorzaakt doordat de rooitijd op lange percelen lager ligt dan op kortere.

Wanneer op beide wendakkers een wagen moet worden geplaatst neemt op langere percelen tevens de transportafstand over het perceel toe, wat ook weer de kritische afstand doet afnemen.
De transporttijd per ha is afhankelijk van de hoeveelheid die per keer wordt meegenomen, de snelheid waarmee het transport plaatsvindt en de snelheid waarmee de wagen wordt gelost. De beide eerstgenoemde factoren oefenen de grootste invloed uit. Hoewel een hoge lossnelheid natuurlijk belangrijk blijft, is de invloed hiervan toch aanmerkelijk minder groot dan bijv. bij het transport van aardappelen.
De transportsnelheid kan worden beïnvloed door zorg te dragen voor kavelwegen die in goede toestand verkeren. In dat geval is een gemiddelde transportsnelheid van 10 km per uur wel haalbaar. Het transport over kavelwegen vindt meestal plaats over afstanden die beneden 1 km liggen. Wanneer de transportafstand aanmerkelijk groter is en bijv. enkele km's bedraagt, dan hebben we veelal te maken met transport over de openbare, verharde weg en dan zal de gemiddelde snelheid ook hoger kunnen zijn.
Indien de tweemansmethode wordt toegepast, waarbij dus één man rooit en de tweede persoon het transport uitvoert met een snelheid van 10 km per uur, dan kan het werk blijkens de in tabel 10 vermelde resultaten met een 3 tons wagen worden "rondgezet" voor perceelsafstanden tot 1 km. Voor een 4 tons wagen mag de afstand 1 tot 1,5 km en voor een 5 tons wagen 1,5 tot 2 km bedragen. Voor de driemansmethode bedragen deze afstanden resp. 2 tot 2,5 3 tot 3,5 en 4 tot 4,5 km.

In tabel 11 zijn de kritische afstanden gegeven voor een tweerijige machine met verzamelbak. De uitgangspunten zijn gelijk aan die van tabel 10.

Tabel 11 Kritische afstanden in meters voor tweerijige rooimachine met verzamelbak.

perceels-lengte in m	plaats van de wagen	totaal aantal pers.	transportsnelheid in km per uur											
			10						15					
			lossnelheid in minuten per wagen						lossnelheid in minuten per wagen					
			2			5			2			5		
			wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud		
			3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton
200	voorste	2	438	690	957	211	463	726	643	1036	1383	310	695	1050
	wendakker	3	1197	1703	2242	970	1475	2011	1759	2554	3238	1423	2213	2905
		4	1956	2715	3526	1729	2487	3296	2870	4072	5094	2536	3731	4761
300	voorste	2	x	584	823	x	357	592	x	877	1188	x	536	855
	wendakker	3	x	1490	1973	x	1263	1742	x	2236	2850	x	1895	2516
		4	x	2396	3123	x	2169	2892	x	3595	4511	x	3254	4177
300	beide	2	147	384	634	--	157	403	216	577	916	--	236	583
	wendakkers	3	865	1342	1850	638	1115	1619	1270	2013	2672	936	1672	2338
		4	1584	2300	3056	1356	2072	2834	2323	3450	4427	1990	3109	4094
400	beide	2	15	239	469	--	12	23	23	359	677	--	18	34
	wendakkers	3	686	1133	1603	459	906	1373	1006	1700	2316	673	1359	1983
		4	1356	2027	2738	1129	1800	2507	1990	3040	3955	1656	2700	3622

x Bij een opbrengst van 60 ton per ha is een wageninhoud van 3 ton niet toereikend voor de opbrengst van twee werkgangen.

Duidelijk blijkt uit de tabellen 10 en 11 dat de tweerijige machine aanmerkelijk zwaardere eisen aan het transport stelt dan de eenrijige.

Tabel 12 Kritische afstanden in meters voor tweerijige rooimachine met naastrijdende wagen.

perceels-lengte in m	totaal aantal pers.	transportsnelheid in km per uur											
		10						15					
		lossnelheid in minuten per wagen						lossnelheid in minuten per wagen					
		2			5			2			5		
		wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud		
		3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton	3 ton	4 ton	5 ton
200	3	406	660	946	179	433	715	596	990	1366	263	650	1033
	4	1195	1793	2261	968	1475	2030	1753	2554	3266	1420	2213	2933
	5	1984	2746	3576	1756	2518	3346	2910	4118	5166	2576	3777	4833
300	3	245	472	707	18	242	477	360	709	1022	27	363	688
	4	954	1409	1888	727	1178	1657	1400	2113	2727	1066	1768	2394
	5	1663	2345	3069	1436	2115	2877	2440	3518	4433	2106	3172	4155
400	3	122	336	558	--	109	326	180	504	805	--	163	472
	4	793	1221	1673	565	994	1442	1163	1831	2416	830	1490	2083
	5	1454	2106	2788	1236	1878	2557	2146	3159	4027	1813	2818	3694

Tabel 12 bevat de kritische afstanden voor de tweerijige machine met naastrijdende wagen. Bij de berekening is verondersteld dat de wagens steeds geheel worden gevuld. Het verwisselen van de wagens vindt dus niet plaats op de wendakker, maar op een willekeurige plaats op het perceel. De overige uitgangspunten zijn gelijk aan die bij tabel 10 en 11. De kritische afstanden wijken slechts weinig af van die voor de tweerijige machine met verzamelbak. Bij dezelfde kritische afstand is echter wel een man meer nodig.

Tabel 13 Kritische afstanden in meters, voor laden van bieten uit zwaden van twaalf rijen.

perceels-lengte in m	totaal aantal pers.	transportsnelheid in km per uur											
		10						15					
		lossnelheid in minuten per wagen						lossnelheid in minuten per wagen					
		2			5			2			5		
		wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud		
		4 ton	6 ton	8 ton	4 ton	6 ton	8 ton	4 ton	6 ton	8 ton	4 ton	6 ton	8 ton
200	3	87	308	460	--	81	238	131	484	691	--	127	357
	4	556	994	1294	329	767	1071	835	1563	1941	494	1206	1608
	5	1026	1681	2127	798	1453	1905	1540	2642	3191	1199	2285	2858
	6	1496	2368	2961	1269	2140	2738	2244	3721	4441	1903	3363	4108
300	3	--	199	349	--	--	128	--	313	525	--	--	191
	4	444	863	1155	214	635	932	667	1356	1733	321	999	1399
	5	898	1526	1960	668	1299	1738	1349	2399	2941	1004	2042	2608
	6	1354	2190	2766	1124	1963	2544	2031	3442	4150	1685	3085	3816
400	3	--	99	249	--	--	27	--	156	374	--	--	41
	4	335	744	1032	108	517	810	503	1170	1549	162	813	1216
	5	777	1390	1816	550	1162	1594	1167	2185	2725	826	1828	2391
	6	1221	2036	2600	993	1809	2372	1831	3199	3900	1490	2842	3566

Tabel 14 Kritische afstanden in meters, voor laden van bieten uit zwaden van zes rijen.

perceels-lengte in m	totaal aantal pers.	transportsnelheid in km per uur											
		10						15					
		lossnelheid in minuten per wagen						lossnelheid in minuten per wagen					
		2			5			2			5		
		wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud			wageninhoud		
		4 ton	6 ton	8 ton	4 ton	6 ton	8 ton	4 ton	6 ton	8 ton	4 ton	6 ton	8 ton
200	3	135	381	549	--	154	325	203	550	783	--	242	449
	4	653	1140	1471	426	913	1249	981	1743	2166	640	1435	1833
	5	1171	1899	2394	944	1672	2171	1758	2936	3549	1417	2627	3216
	6	1690	2658	3316	1462	2431	3094	2535	4128	4933	2195	3820	4599
300	3	21	245	405	--	18	183	31	385	608	--	28	275
	4	506	954	1266	275	727	1044	759	1500	1900	413	1142	1566
	5	990	1663	2127	760	1436	1905	1486	2614	3191	1140	2257	2858
	6	1475	2372	2988	1245	2145	2766	2213	3728	4483	1868	3371	4150
400	3	--	140	300	--	--	77	--	221	450	--	--	116
	4	390	827	1133	163	600	911	586	1300	1700	245	942	1366
	5	860	1513	1966	633	1286	1744	1290	2378	2950	950	2021	2616
	6	1330	2200	2800	1103	1972	2577	1995	3457	4200	1654	3100	3866

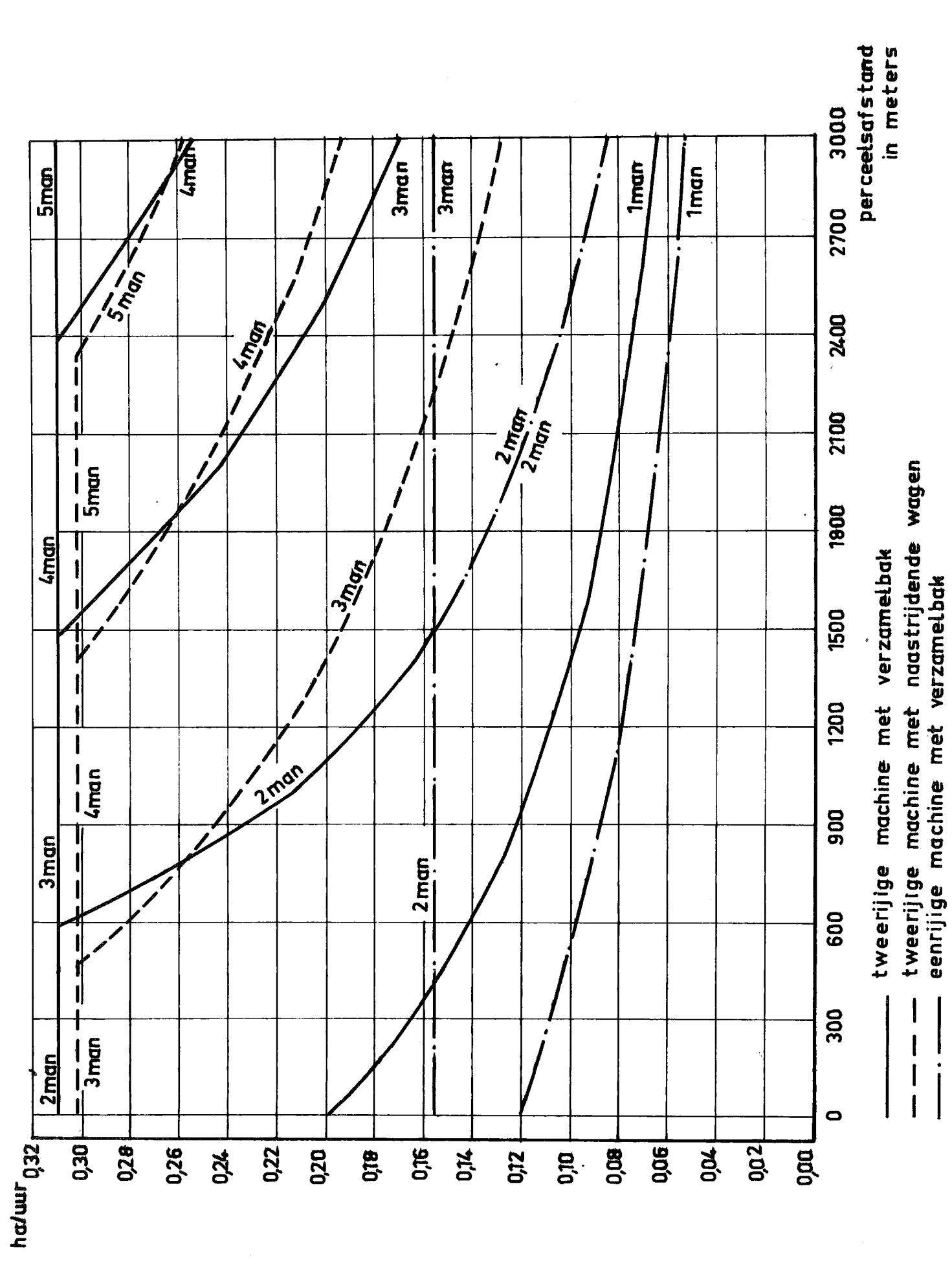
De kritische afstanden voor het laden van bieten uit zwaden zijn weergegeven in de tabellen 13 en 14. Tabel 13 heeft betrekking op zwaden van twaalf rijen (Kuiken) en tabel 14 op zwaden van zes rijen (Franse machines). Aangenomen is dat in beide gevallen per tijdseenheid even veel bieten worden geladen, wat dus betekent dat bij zwaden van zes rijen tweemaal zo snel wordt gereden met de opraaplader als bij zwaden van twaalf rijen. De hierbij veronderstelde snelheid is resp. 1,5 en 3 km per uur. Naast de 4 tons wagen is voor deze systemen ook de 6 en 8 tons wagen in de beschouwing betrokken. Wanneer wordt aangenomen dat per tijdseenheid bij zes en twaalf rijen even veel bieten worden geladen, ontstaat hierdoor slechts een klein verschil in kritische afstand. Bij zwaden van zes rijen is het aantal malen wenden per ha en daarmee ook de wendtijd iets hoger, hetgeen resulteert in een wat hogere laadtijd per ha. Dit heeft weer een iets hogere kritische afstand tot gevolg. Wanneer men de capaciteit van de opraaplader volledig wil benutten, dan vraagt het transport een vrij groot aantal personen, vooral als wordt gewerkt met wagens met een inhoud van 4 ton. Door het gebruik van een 6 tons wagen bespaart men in veel gevallen 1 man, in vergelijking met een 4 tons wagen. Bij afstanden boven 1 km zijn bij de 8 tons wagen zelfs 2 man minder nodig.

7. BEREKENING VAN DE CAPACITEIT

Reeds eerder is opgemerkt dat de capaciteit bij afstanden beneden de kritische afstand wordt bepaald door de rooitijd en boven de kritische afstand door de transporttijd. Bij het overschrijden van de kritische afstand moet een man aan het transport worden toegevoegd, indien men capaciteitsdaling wil voorkomen. Wanneer de kritische afstand slechts in geringe mate wordt overschreden, zal men meestal genoegen nemen met een kleine daling van de capaciteit. Ook komt het dikwijls voor dat de transportcapaciteit niet kan worden uitgebreid, omdat niet meer mensen, wagens en trekkers beschikbaar zijn. Het is interessant te weten welke capaciteitsverliezen hierbij optreden. Voor een aantal veel voorkomende combinaties van rooien (of laden) en transport zal het capaciteitsverloop in enkele grafieken worden weergegeven.

Een- en tweerijige machines

In figuur 4 is het capaciteitsverloop weergegeven voor de eenrijige machine met verzamelbak en voor de tweerijige machine met verzamelbak en met naastrijdende wagen bij een rooisnelheid van 5 km per uur. De capaciteitsberekeningen hebben betrekking op een perceel van 300 m lengte en een opbrengst van 60 ton bruto produkt per ha. Het transport vindt plaats met 4 tons wagens terwijl de lostijd 2 minuten bedraagt. De transportsnelheid is 10 km per uur. Zowel bij de een- als bij de tweerijige machine met verzamelbak is verondersteld, dat de wagens op de voorste wendakker staan. Bij de tweerijige machine betekent dit dat de bak een inhoud moet hebben van 3600 kg. Bij de eenmansmethode wordt tijdens het transport de rooimachine stil gezet. Er is aangenomen dat dan steeds twee wagens worden gevuld en dat daarna de trekker van de rooimachine wordt afgekoppeld, waarna de twee wagens met deze trekker worden weggebracht.
Bij niet al te grote perceelsafstanden geeft de eenmansmethode nog een behoorlijke capaciteit. Wanneer bij de tweerijige machine deze methode wordt toegepast, dan blijkt het capaciteitsverlies in procenten uitgedrukt aanmerkelijk groter te zijn dan bij de eenrijige machine. Bij een perceelsafstand van 1,5 km zien we een gelijke capaciteit voor de een- en tweerijige machine met verzamelbak, indien in beide gevallen met twee man wordt gewerkt. Bij een afstand van ruim 3 km is dit het geval voor de driemansmethode. In figuur 4 ligt de capaciteit van de tweerijige machine met naastrijdende wagen iets beneden die van de machine met verzamelbak. Dit komt doordat is aangenomen dat de wagens niet op de wendakker maar tijdens een werkgang worden gewisseld. Tijdens dit wisselen moet de machine even stilstaan. Bovendien is verondersteld dat aan het begin van elke werkgang even moet worden gewacht op het bijplaatsen van de wagen.

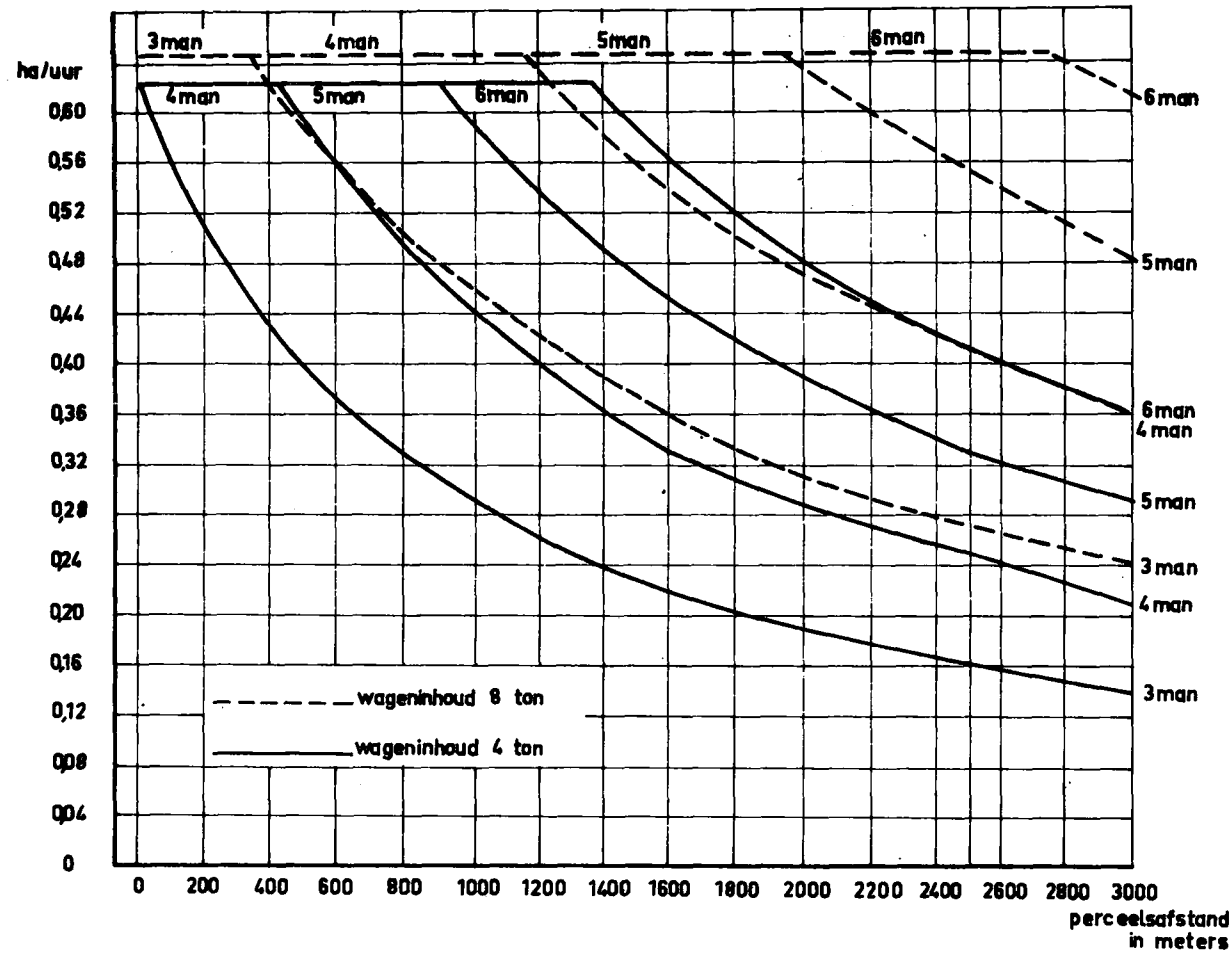


Figuur 4 - Capaciteitsverloop voor twee rooimethoden, bij variatie in perceelsafstand en aantal personen

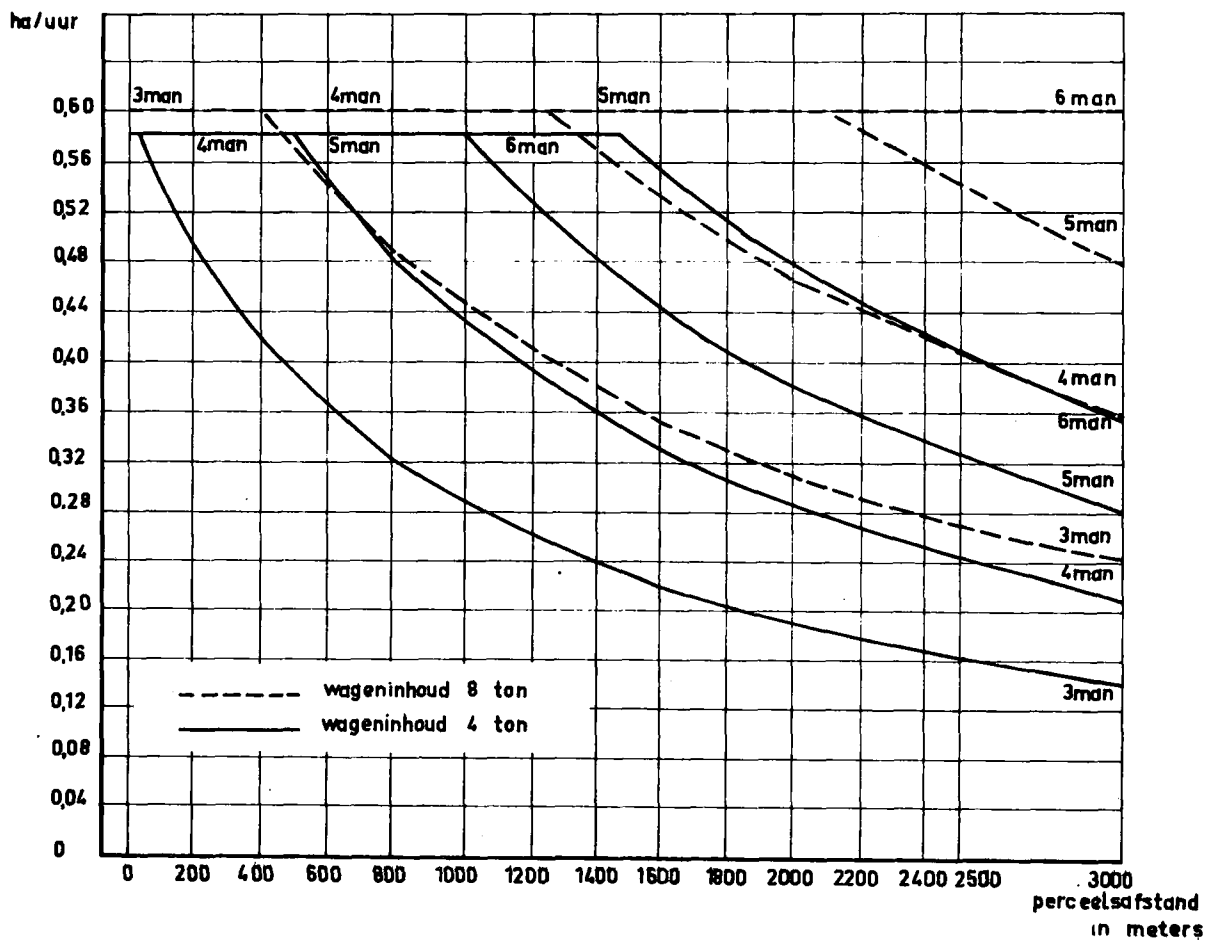
Deze beide wachttijden vragen iets meer tijd dan het leegstorten van de verzamelbak. Dit laatste vraagt in dit geval per ha zeer weinig tijd, omdat het een tweerijige machine betreft en het leegstorten uitsluitend op de voorste wendakker plaats heeft. Voor het behalen van dezelfde capaciteit is bij de machine met naastrijdende wagen steeds een man meer nodig. Het valt op dat na het overschrijden van een kritische afstand bij een gelijkblijvend aantal personen de capaciteitslijn bij de machine met verzamelbak een aanmerkelijk steiler verloop heeft dan bij de machine met naastrijdende wagen. Dit komt doordat bij de methode met naastrijdende wagen tijdelijk een extra man aan het transport gaat deelnemen. Indien op het moment waarop van wagen moet worden gewisseld nog geen lege wagen aanwezig is, dan gaat nl. de man die het naastrijden uitvoert reeds met de volle wagen op weg naar de losplaats.

Zesrijige machine

De capaciteit voor de machines die de bieten op een zwad brengen is steeds, ongeacht de perceelsafstand, te berekenen met behulp van de rooitijd. Het afstemmingsvraagstuk doet zich hier voor bij het laden en het transport. In figuur 5 en 6 is voor het laden van zwaden van resp. twaalf en zes rijen dit capaciteitsverloop weergegeven. De uitgangspunten zijn gelijk aan die bij de een- en tweerijige machines met uitzondering van de wageninhouden. Hier is uitgegaan van 4 en 8 tons wagens en de reeds eerdergenoemde laadsnelheden. Wanneer we de afbeeldingen 5 en 6 met elkaar vergelijken dan blijkt dat er niet veel verschil bestaat in capaciteit tussen het oprapen van zwaden van twaalf en van zes rijen. Dit wordt weer veroorzaakt door het feit dat is aangenomen dat in beide gevallen per tijdseenheid een gelijke hoeveelheid bieten wordt geladen. Bij zwaden van twaalf rijen ligt de capaciteit iets hoger en als gevolg daarvan de kritische afstand voor een bepaalde transportmethode iets lager, doordat het draaien op de wendakkers per ha iets minder tijd vraagt.
Het capaciteitsverschil tussen de 4 en 8 tons wagen is eveneens slechts gering, indien in beide gevallen de lader volledig wordt benut. Dit geringe verschil is een gevolg van het feit dat bij een grote wagen het aantal malen dat deze wagen moet worden omgewisseld voor een lege, lager is. We zien echter wel een groot verschil in capaciteit tussen beide wageninhouden, wanneer we ervan uitgaan dat bij dezelfde perceelsafstand in beide gevallen hetzelfde aantal mensen betrokken is. Over het gehele afstandstraject ligt de capaciteit voor 3 man en 8 tons wagens ongeveer gelijk met 4 man en 4 tons wagens. Bij 4 man en 8 tons wagens wordt een zelfde capaciteit behaald als bij 6 man en 4 tons wagens. Bij dit aantal mensen is ook de persoon inbegrepen die de opraaplader bedient.



Figuur 5 - Capaciteitsverloop voor opraapladen van bieten uit zwaden van twaalf rijen, bij variatie in perceelsafstand, wageninhoud en aantal personen



Figuur 6 - Capaciteitsverloop voor opraapladen van bieten uit zwaden van zes rijen, bij variatie in perceelsafstand, wageninhoud en aantal personen

Indien we de capaciteit van de opraaplader volledig willen benutten, dan vraagt dit bij een 4 tons wagen een man, een trekker en een wagen extra t.o.v. een 8 tons wagen bij perceelsafstanden tot ongeveer 1 à 1,5 km. Boven deze afstand bedraagt het verschil twee man, twee wagens en twee trekkers.

8. BEREKENING VAN DE ARBEIDSBEHOEFTE

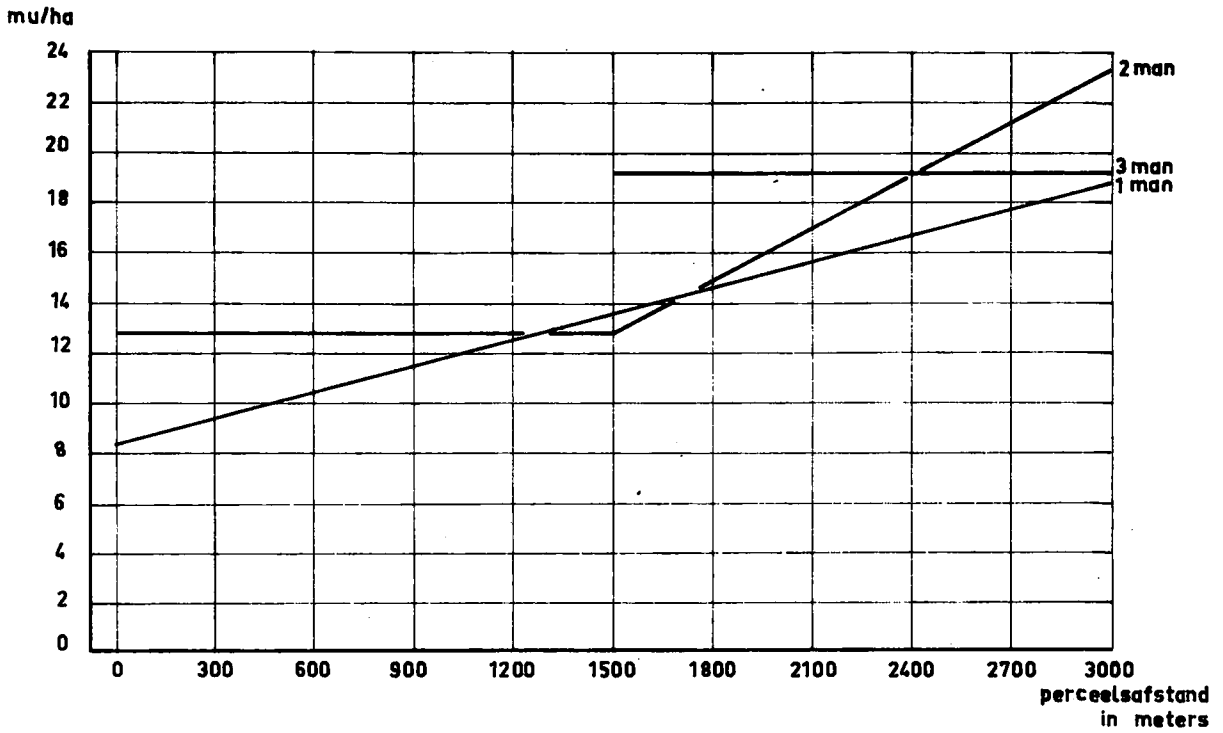
Voor die gevallen waarvan in hoofdstuk 6 de capaciteit is berekend, zal in dit hoofdstuk worden ingegaan op de arbeidsbehoefte.

Een- en tweerijige machines

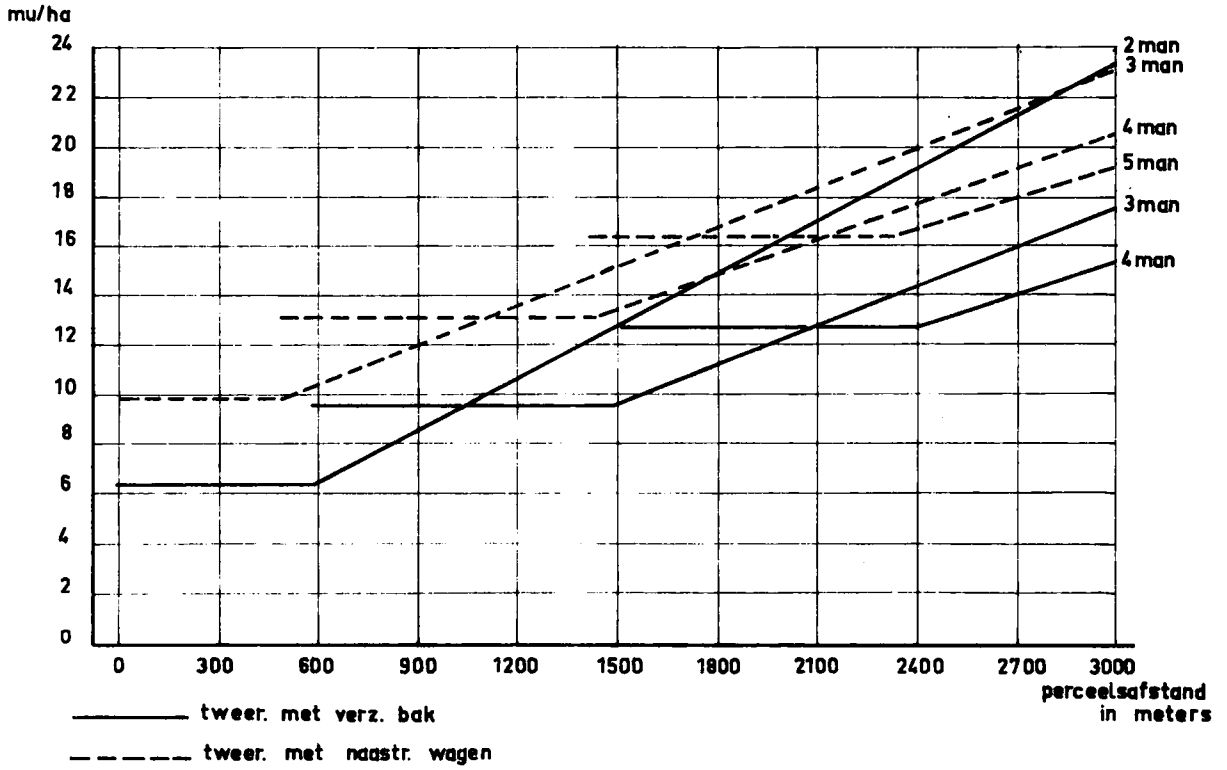
De arbeidsbehoefte voor de een- en tweerijige machines is af te lezen uit de figuren 7 en 8. Bij de eenrijige machine blijkt de eenmansmethode bij de meeste perceelsafstanden tot de laagste arbeidsbehoefte te leiden. Wanneer de perceelsafstand de kritische afstand voor de tweemansmethode dicht benadert, dan blijkt deze methode iets minder tijd te vragen.
De arbeidsbehoefte van de tweerijige machine met verzamelbak ligt behoudens een enkele uitzondering beneden die van de tweerijige machine met naastrijdende wagen. In het traject van 0-1 km vraagt bij de machine met verzamelbak de tweemansmethode de minste arbeid, tussen 1 en 2 km de driemansmethode en boven 2 km de driemansmethode. Bij de machine met naastrijdende wagen is dit voor dezelfde trajecten eveneens het geval bij resp. 3, 4 en 5 personen.

Zesrijige machines

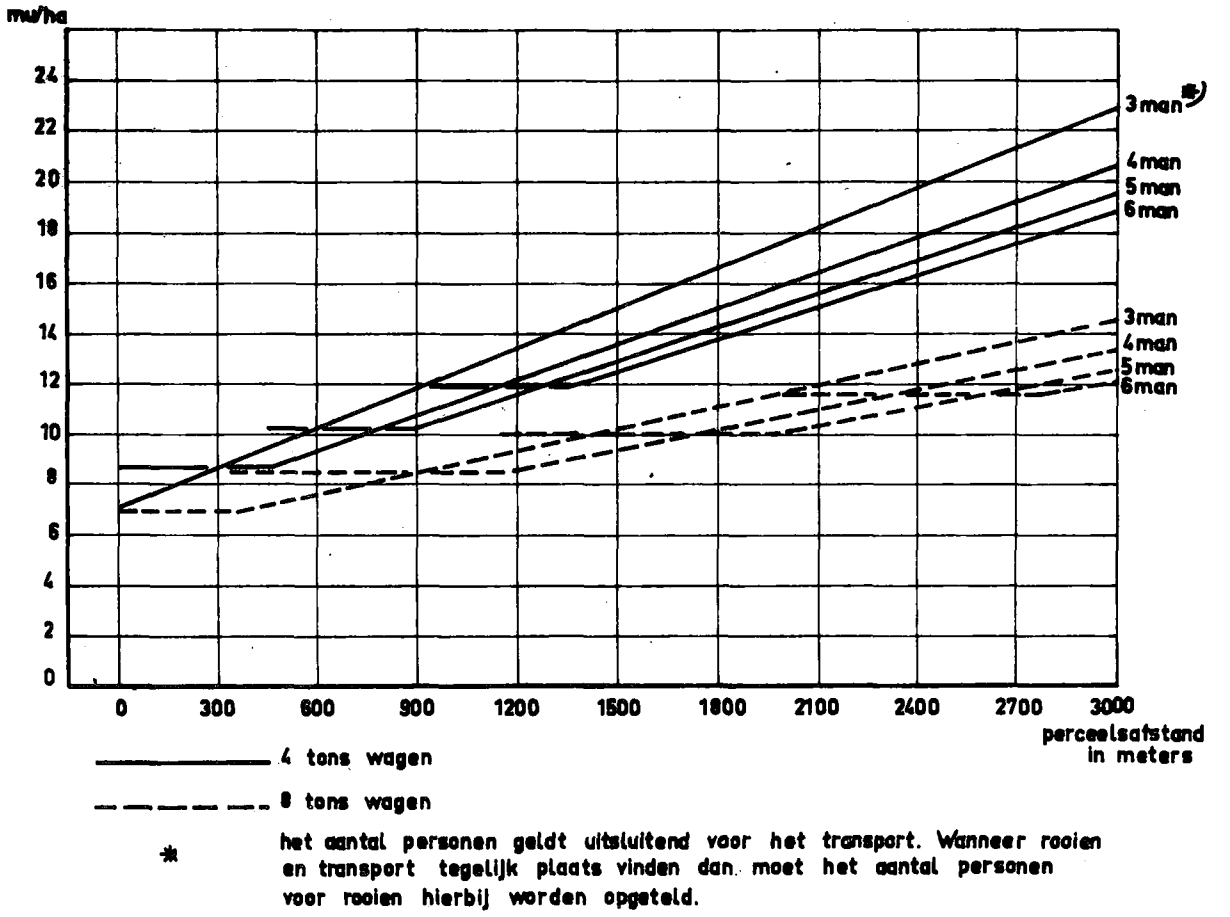
De capaciteitsberekeningen in het vorige hoofdstuk hebben uitsluitend betrekking op het laden en het transport. Voor de berekening van de arbeidsbehoefte moet hierbij de tijd voor het rooien worden opgeteld. Hiervoor gaan we weer uit van een perceel van 300 m. Als rooisnelheid veronderstellen we 2 km per uur voor de Kuiken en 4 km per uur voor het koppen en rooien met de Franse machines. In de figuren 9 en 10 is de totaaltijd voor rooien en transport voor beide systemen weergegeven. Het aantal personen dat in de figuur is vermeld heeft echter alleen betrekking op het laden en het transport. Het rooien hoeft namelijk niet altijd op hetzelfde moment plaats te vinden als het transport. De arbeidsbehoefte voor het systeem Kuiken is nagenoeg gelijk aan die van de Franse methode. Wel blijkt er een duidelijk verschil te zijn tussen de 4 en de 8 tons wagen, vooral bij wat grotere perceelsafstanden.



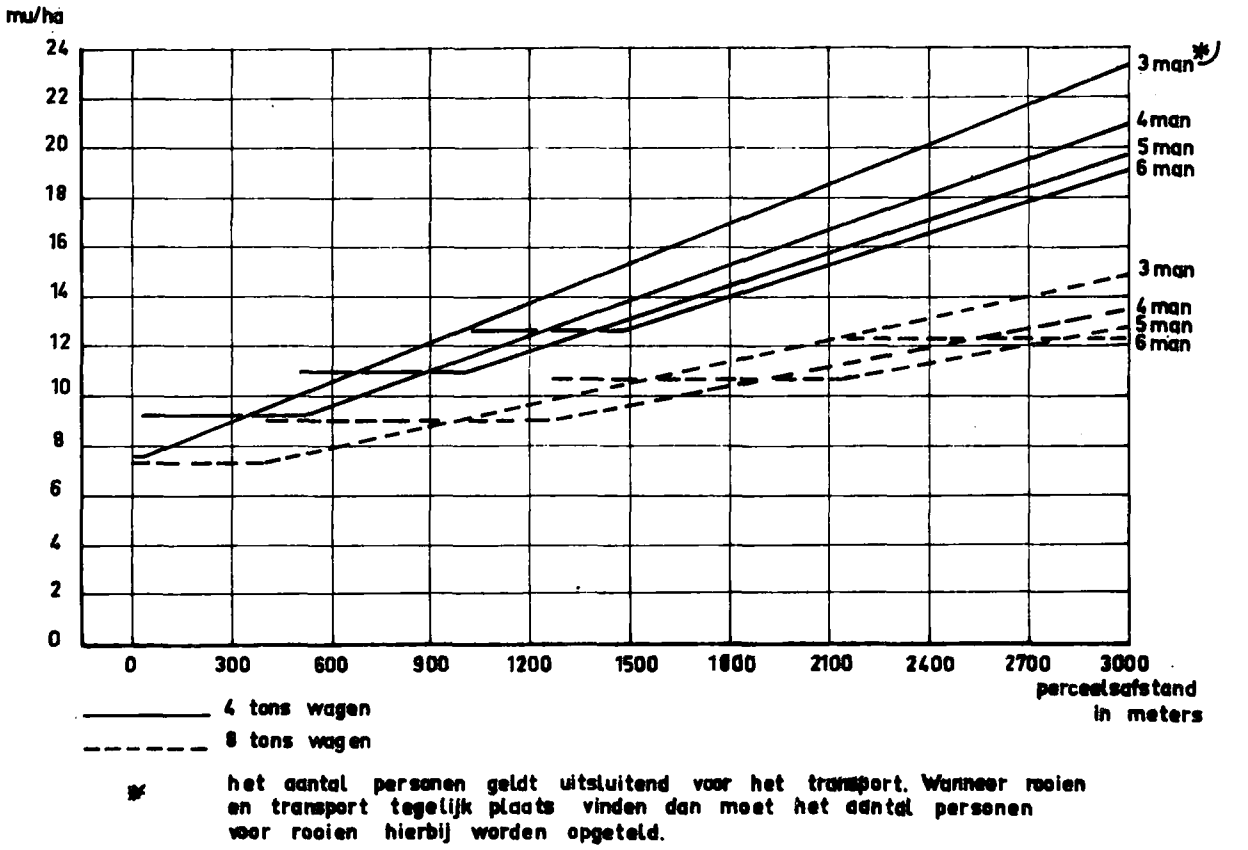
Figuur 7 - Arbeidsbehoefte voor rooien en transport, voor eenrijige machine met verzamelbak



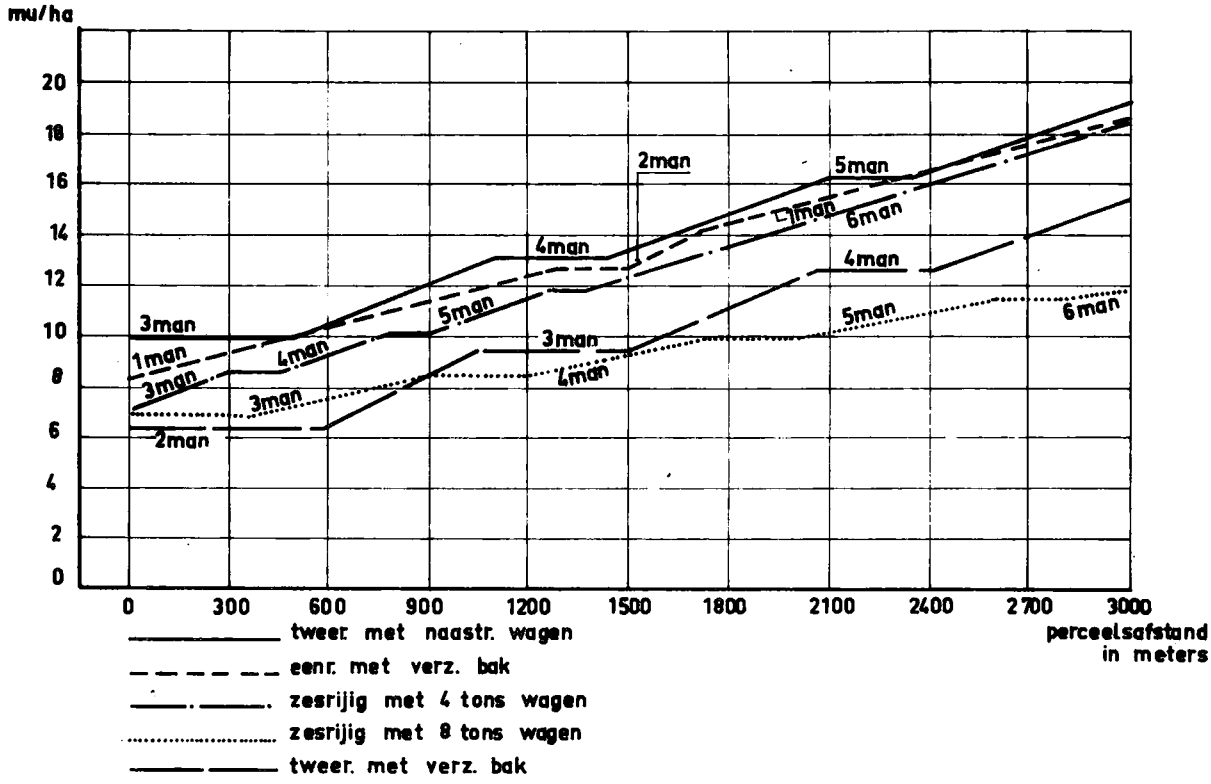
Figuur 8 - Arbeidsbehoefte voor rooien en transport, voor tweerijige machine met verzamelbak en met naastrijdende wagen



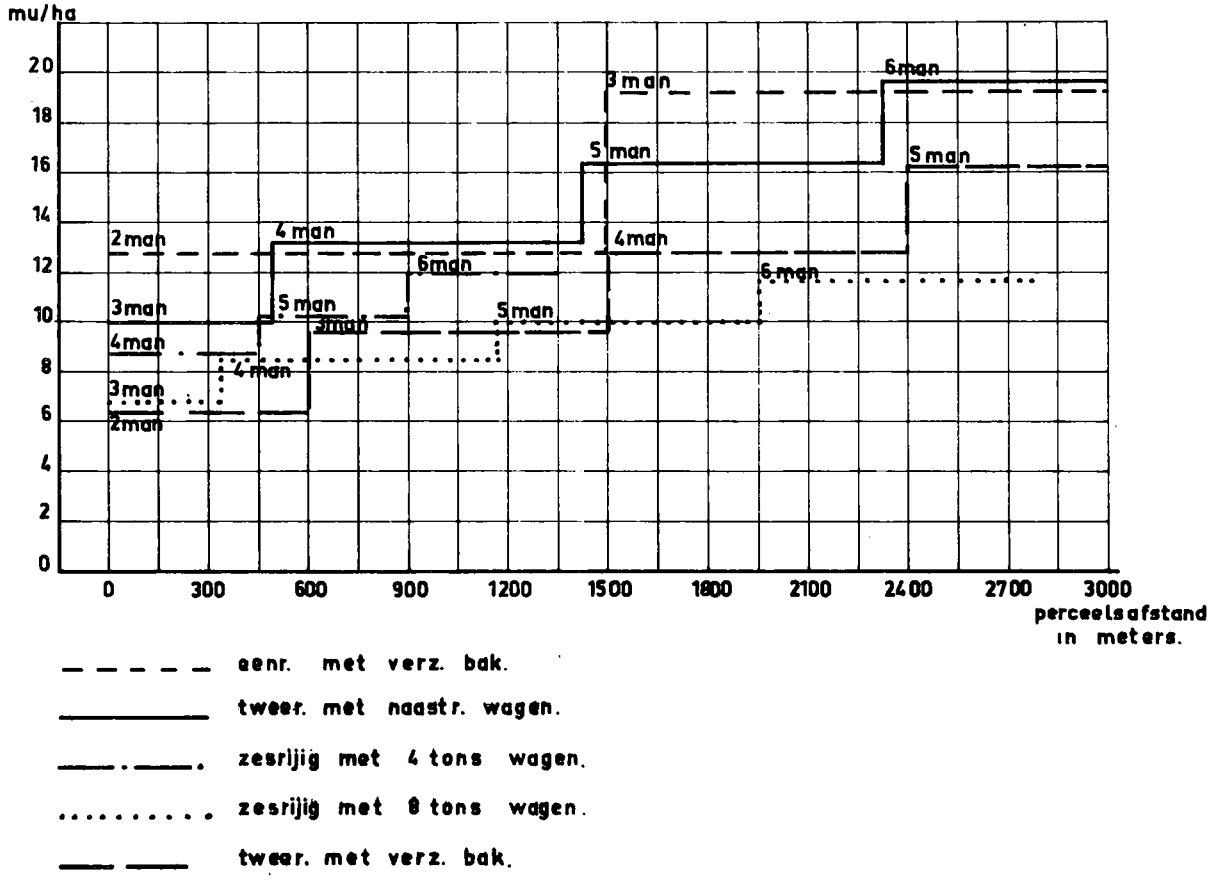
Figuur 9 - Arbeidsbehoefte voor rooien met zesrijige machine in één bewerking en opraapladen en transport van zwaden van twaalf rijen (systeem Kuiken)



Figuur 10 - Arbeidsbehoefte voor rooien met zesrijige machine in twee bewerkingen en opraapladen en transport van zwaden van zes rijen (Frans systeem)



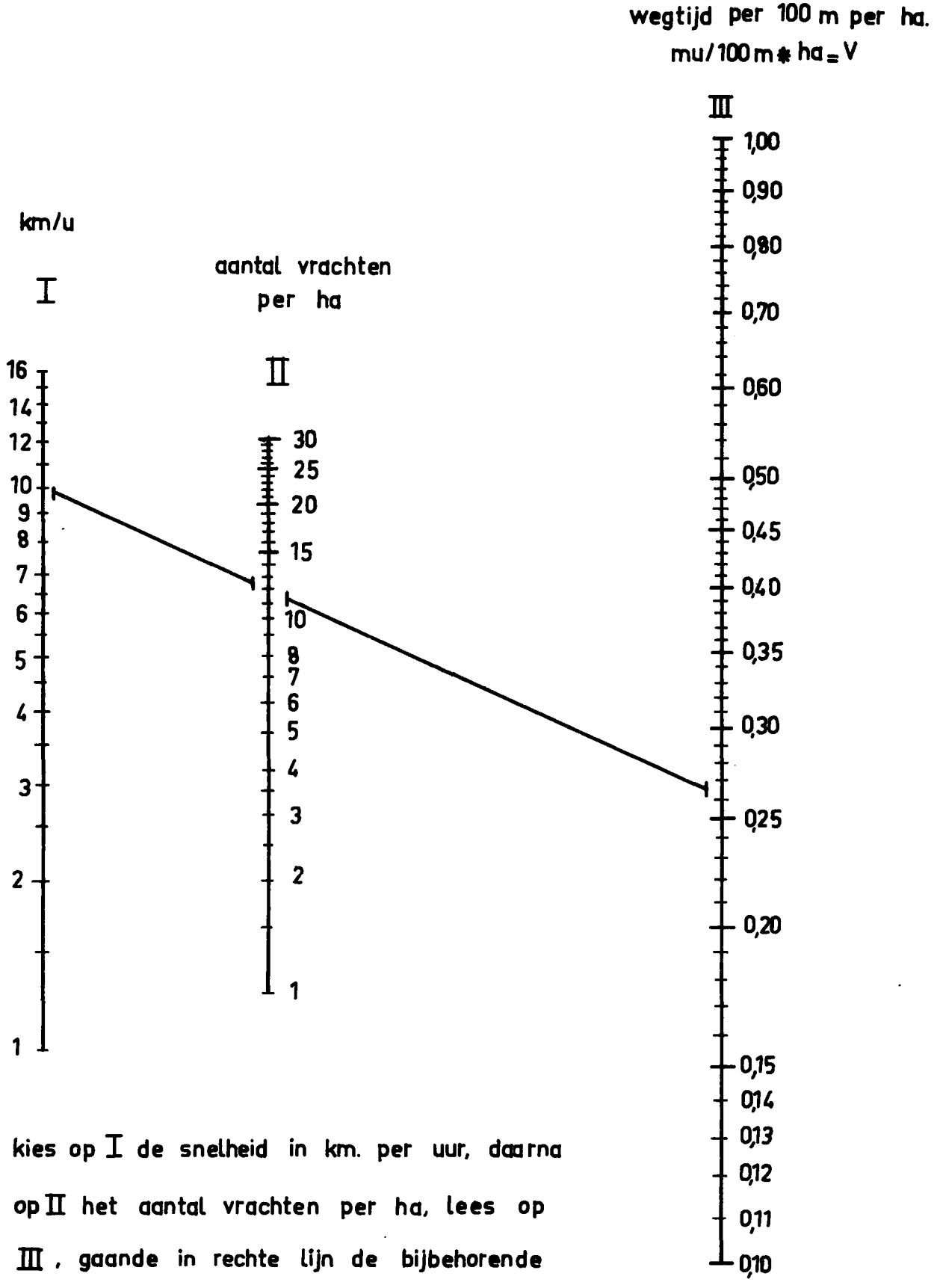
Figuur 11 - Arbeidsbehoefte voor rooien en transport, indien wordt gestreefd naar de laagste arbeidsbehoefte per methode



Figuur 12 - Arbeidsbehoefte voor rooien en transport, indien wordt gestreefd naar volledige benutting van de rooicapaciteit

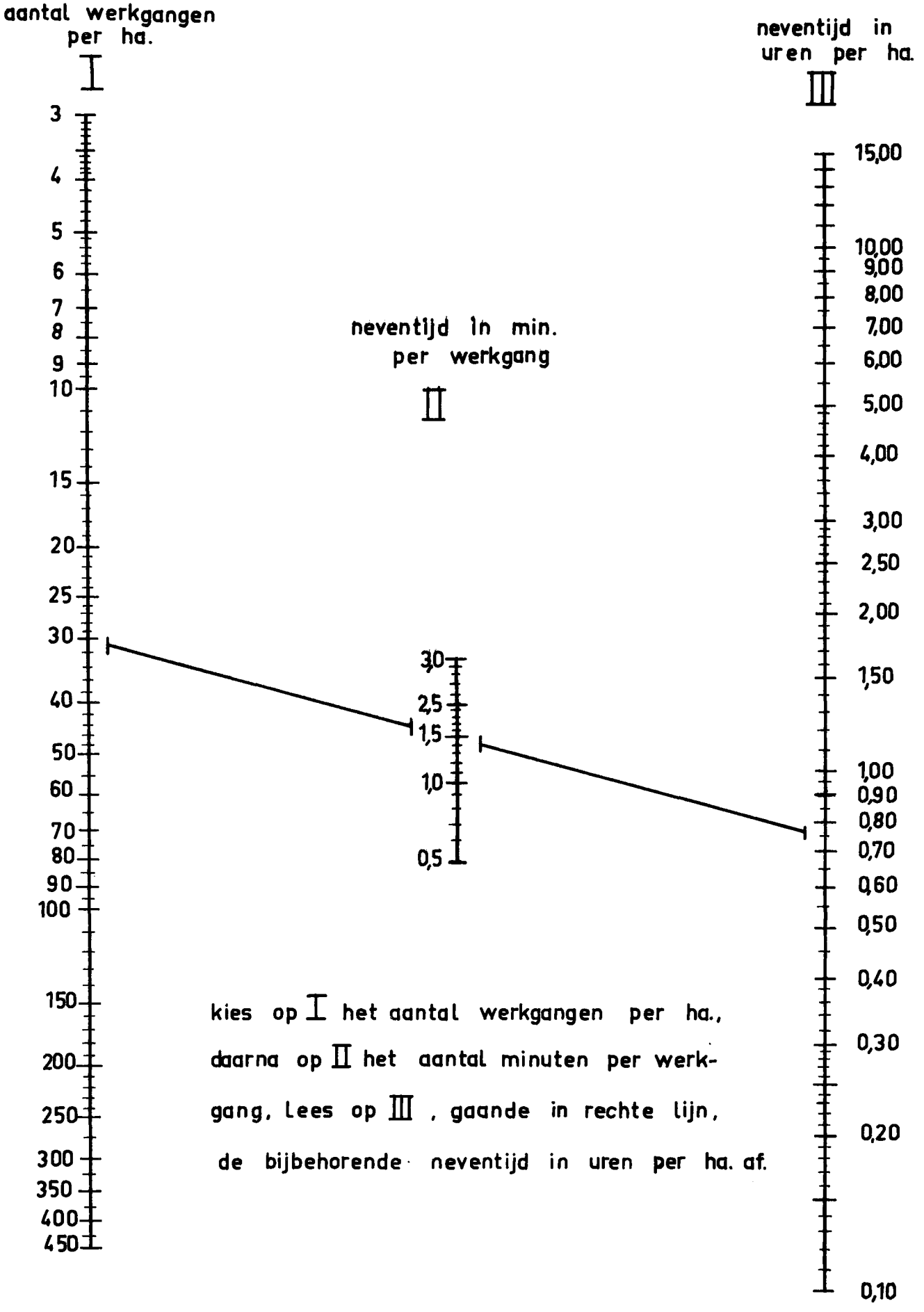
Uit de figuren 7 t/m 10 is wel duidelijk geworden dat de vraag, welke methode de minste arbeid vraagt, in zijn algemeenheid niet te beantwoorden is. Het antwoord hangt nl. af van de perceelsafstand, van het aantal personen en van het transportmateriaal dat bij het werk kan worden ingeschakeld. In figuur 11 is de arbeidsbehoefte weergegeven, waarbij uit de figuren 7 t/m 9 steeds het aantal personen is gekozen dat leidt tot de laagste arbeidsbehoefte voor die methode (figuur 10 is buiten beschouwing gelaten,omdat deze weinig verschilt van fig. 9). Wanneer we uitgaan van 4 tons wagens dan blijkt bij de gekozen uitgangspunten de tweerijige machine met verzamelbak, waarbij één man rooit en de tweede het transport verzorgt, steeds de laagste arbeidsbehoefte te geven. De tweerijige machine met naastrijdende wagen geeft steeds de hoogste arbeidsbehoefte. Duidelijk blijkt dat de zesrijige machine leidt tot een arbeidsbehoefte die aanmerkelijk hoger is dan die van de tweerijige machine met verzamelbak. Wanneer 8 tons wagens worden gebruikt dan komt de arbeidsbehoefte van deze methode eerst onder die van de tweerijige machine bij perceelsafstanden die groter zijn dan 1 km. Van de arbeidsbesparing die de zesrijige methoden opleveren, moet men zich dan ook geen al te grote voorstelling maken.
In het afstandstraject dat wordt aangegeven door de gedeelten van de lijnen die horizontaal verlopen, wordt de volledige rooi- of laadcapaciteit behaald. Het punt waarbij de lijn overgaat in een schuin oplopende lijn geeft de kritische afstand aan. Voor een volledige benutting van de rooi- of laadcapaciteit moet hier een man aan het transport worden toegevoegd. Voor wat de arbeidsbehoefte betreft moet dit echter eerst bij een grotere afstand plaatsvinden. Deze afstand kan worden berekend met behulp van formule 8. De wachttijden die bij het toevoegen van een "transportman" optreden zijn nl. aanvankelijk groter dan de wachttijden voor de "rooiman". Indien steeds bij de kritische afstand een man wordt toegevoegd, dan vertoont de arbeidsbehoefte een trapsgewijze stijging, zoals in figuur 12 is weergegeven. De hoogte van de arbeidsbehoefte van de verschillende methoden ten opzichte van elkaar vertoont in grote lijnen echter hetzelfde beeld als in figuur 11.

totale kostprijs kan ook op een dergelijke manier in beeld worden gebracht.

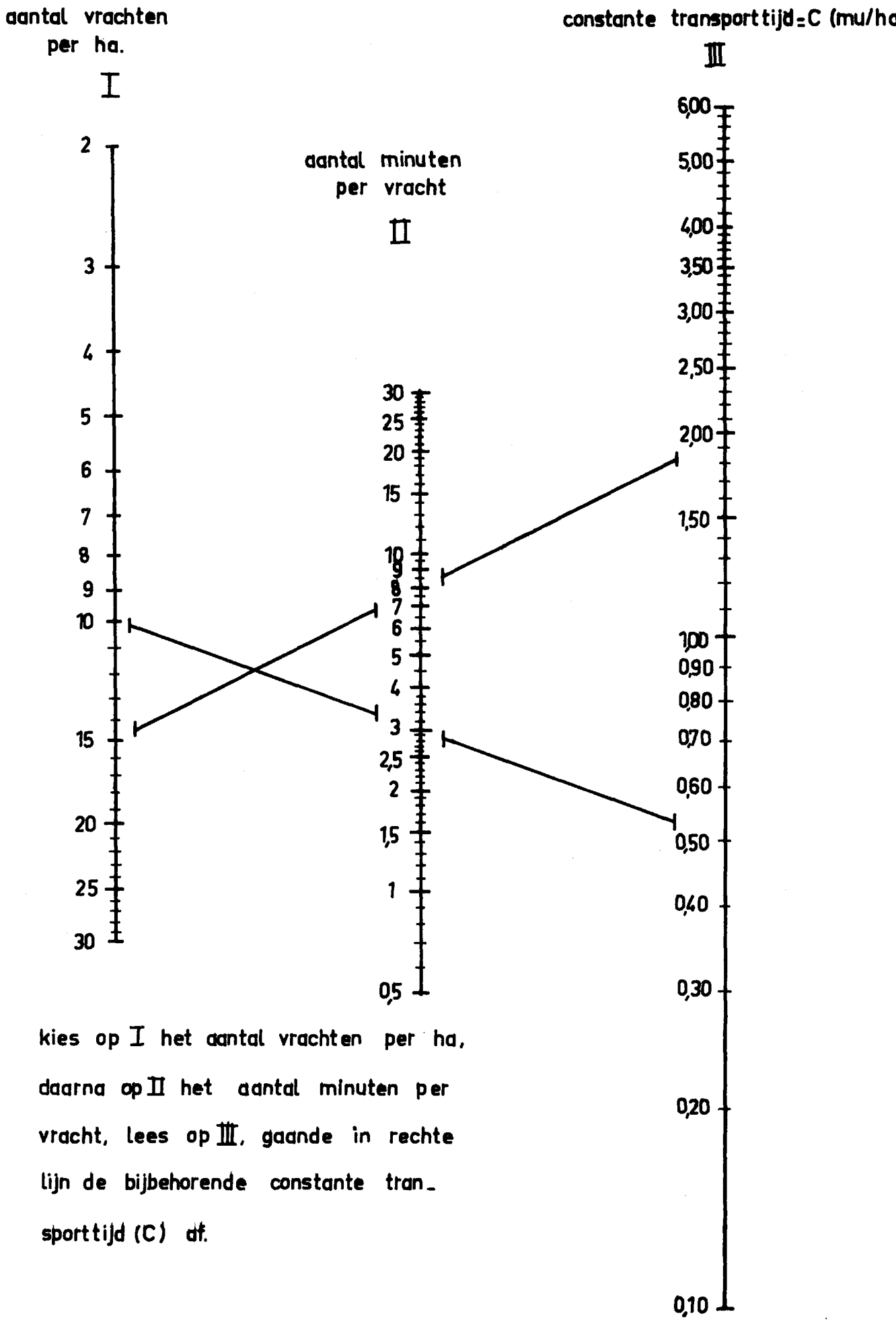


kies op I de snelheid in km. per uur, daarna op II het aantal vrachten per ha, lees op III, gaande in rechte lijn de bijbehorende waarde voor V af.

Bijlage 1 - Berekening van de wegtijd per 100 m perceelsafstand per ha (V).
(Inclusief 10% toeslag voor rust en p.v.)



Bijlage 2 - Berekening van de neventijd in uren per ha



kies op I het aantal vrachten per ha, daarna op II het aantal minuten per vracht, lees op III, gaande in rechte lijn de bijbehorende constante transporttijd (C) af.

Bijlage 3 - Berekening van de constante transporttijd