

# INSTITUUT VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE

Rapport 199

april 1972

WAT BEPAALT DE PRIJS VAN EEN HYDRAULISCH  
KIPPENDE LANDBOUWVAGEN?

Ir. K. de Koning

H.B. Leeuwerke

Rapport 199

april 1972

WAT BEPAALT DE PRIJS VAN EEN HYDRAULISCH  
KIPPENDE LANDBOUWWAGEN?

Ir. K. de Koning

H.B. Leeuwerke

Overneming alleen toegestaan na overleg met de schrijvers

## INLEIDING

In ons land worden 31 merken met tezamen 108 typen hydraulisch kippende landbouwwagens verkocht. Dit zijn alleen nog maar de eenassers en tandemassers. In deze groep worden echter ook de meeste wagens verkocht. De vierwielige landbouwwagens met draaischamel- of fuseebesturing zijn hierbij buiten beschouwing gelaten, evenals de niet hydraulisch kippende wagens. De eenassige wagens en de tandemassers zijn ook het goedkoopst per ton laadvermogen. Om voor allerlei berekeningen een goed hanteerbare gemiddelde prijs te vinden, hebben we de prijs en het laadvermogen van deze wagens verwerkt om het verband tussen deze gegevens vast te stellen. We hebben tevens getracht om de invloed van de kwaliteit van banden en freem op de prijs te bepalen. Vaak stelt men dat de wagens die in grotere series worden gefabriceerd goedkoper kunnen zijn. Dit is ongetwijfeld het geval indien we alleen kijken naar de fabrieksprijs. Bij grotere series moet de verkoop worden overgelaten aan een grote en duurere organisatie, die weer een deel van de lagere produktiekosten zal opnemen.

### Standaardwagens

Bij de opgaven van de prijzen wordt meestal uitgegaan van een zo simpel mogelijke uitvoering om die prijs zo laag mogelijk te kunnen stellen. Nu is het echter wel zo dat deze wagens vrijwel altijd worden gekocht voor gebruik op een akkerbouwbedrijf, voor het vervoeren van aardappelen, bieten en granen, terwijl met deze wagens ook op de openbare weg moet worden gereden. Verlichting lijkt ons dan ook geen overbodige luxe. Mede in verband met de komende verzwaring van de veiligheidsvoorschriften is het voor deze landbouwwagens noodzakelijk dat ze zijn voorzien van een goede rem. We hebben aangenomen dat de door de fabrikant aangeboden rem ook aan de gestelde eisen voldoet. (Meestal wordt dat in de folders vermeld.) De prijs voor verlichting en rem hebben we bij de prijs van de standaardwagen gevoegd.

De inhoud van de laadbak, berekend uit de lengte en breedte van de laadvloer, en de hoogte van de zijschotten is voldoende voor een lading bieten of aardappelen met een gewicht, gelijk aan het opgegeven laadvermogen. Om hiervoor enige uniformiteit te geven zijn we uitgegaan van een volumegewicht van  $800 \text{ kg/m}^3$ .

Het zal in de praktijk tijdens de oogst vrijwel nooit mogelijk zijn om de wagen tot aan de bovenkant van de zijschotten vol te laten lopen. Hier staat tegenover dat in het midden van de laadvloer boven de schotten kan worden geladen.

Dit is voor schone bieten te hoog, maar voor bieten met grond wel een redelijke benadering.

We hebben de prijs van de noodzakelijke opzetstukken bij de standaardprijs gevoegd. Omdat deze wagens worden gebruikt om de genoemde producten te kippen hebben we ook een zelfopenend en -sluitend achterschot als standaarduitvoering beschouwd. Dit achterschot moet voor een aantal producten voorzien zijn van een doseerschuiif, zodat ook de prijs hiervan werd toegevoegd.

Ook bij de op deze wijze uitgeruste wagens zijn er nog vrij grote verschillen in prijs. Een deel van deze verschillen is te verklaren uit de kwaliteit van de banden en het eigen gewicht van de wagen, terwijl het belangrijkste deel uiteraard door het laadvermogen wordt verklaard.

### Banden

Er is bij de banden een grote verscheidenheid aan merken en typen. In het algemeen verschilt het draagvermogen dat de fabrikanten voor een bepaald type band opgeven weinig, zodat we zonder meer van het type band kunnen uitgaan. Om de banden op een uniforme manier te kwalificeren, zijn we uitgegaan van de, voor het te leveren draagvermogen, benodigde bandenspanning. In grafiek 1 is het verband tussen draagvermogen en bandenspanning voor een aantal in de landbouw gebruikte banden uitgezet.

We hebben aangenomen dat de gewichtsoverdracht op de achterwielen van de trekker niet groter zal zijn dan het eigen gewicht van de agen. Deze aanname zal bij een volbeladen wagen weinig van de werkelijkheid afwijken. Bij grote gewichtsoverdracht zullen de trekkerbanden vrij spoedig overbelast worden.

Indien we dus het opgegeven laadvermogen gelijk stellen aan het benodigde draagvermogen van de banden, kunnen we voor een bepaald type band in de grafiek de bandenspanning vinden, die nodig is om deze lading te kunnen dragen. Deze spanning is hoger naarmate we uitgaan van een kleinere band. Een grotere (en duurdere) band kan een bepaalde lading bij een lagere

spanning dragen, zodat het niet onredelijk lijkt om de benodigde bandenspanning bij een bepaalde belasting als maat te nemen voor de kwalificatie van de banden van die wagen.

We krijgen dan een waarderingsgetal van de band voor een bepaald laadvermogen, lopend van 1 t/m 4 voor de landbouwbanden.

Indien de band te weinig draagvermogen heeft voor het opgegeven laadvermogen, hebben we het waarderingsgetal met een punt verhoogd. Ook wanneer de ply-rating van de band te laag was, hebben we hiervoor een punt extra genomen. We komen zo maximaal tot de kwalificatie 6 voor die banden die zwaar overlast zijn. Een apart hoofdstuk vormen de vliegtuigbanden. Indien we de specificatie van de fabrikant aanhouden, is het draagvermogen altijd ruim voldoende (zie grafiek 2). Deze banden zijn echter afgekeurd voor gebruik onder vliegtuigen en soms al enkele jaren oud. Er is wel duidelijk verschil in afmeting tussen deze banden. We hebben ze daarom ingedeeld naar hun dragend oppervlak. Dit oppervlak is berekend uit de belaste straal van de band en de, op grond hiervan door de fabrikant toegestane afplatting van de band.

De op deze wijze berekende koorde vermenigvuldigd met de breedte van de band in het raakvlak, geeft het belaste raakvlak. We hebben op deze wijze twee groepen banden gekregen, waarvan de ene groep een belast raakvlak van ca. 2000 cm<sup>2</sup> en een tweede groep met een belast raakvlak van ca. 1500 cm<sup>2</sup>. Altijd zal echter de druk van de vliegtuigbanden hoger moeten zijn dan de druk in een soepele landbouwband met nauwelijks de halve ply-rating, zodat we toch in een hogere spanningsklasse zullen moeten blijven. De grote vliegtuigbanden hebben we daarom de kwalificatie 4 gegeven en de kleinere de kwalificatie 5.

#### De stevigheid van de constructie

Dit deel is minder goed te karakteriseren. We zien dat de wagen met een groter laadvermogen naar verhouding zwaarder geconstrueerd is. Gemiddeld blijkt het gewicht van de wagen per ton laadvermogen 250 kg te zijn. We hebben de afwijking van dit globale gewicht als factor voor de stevigheid genomen, hierbij er van uitgaande dat een steviger constructie gebruik moet maken van zwaardere balken en materiaal, kortom dat er meer materiaal in is verwerkt. We zijn ons echter wel bewust dat een dergelijke classificatie gevaarlijk is, en dat meestal de afwerking en de speciale constructie de prijs bepalen.

Het aantal uren aan de afwerking besteed of de bij de bouw toegepaste speciale constructie bepalen een belangrijk deel van de prijs. Omdat dit vrijwel niet in een cijfer is uit te drukken, hebben wij ons hier beperkt tot het nagaan van een mogelijk aanwezig verband tussen gewicht en prijs.

#### De resultaten van de berekeningen

De prijzen voor de standaardwagens met het daarbij behorende laadvermogen, de bandenkwalificatie en de gewichtsklasse, werden in een multiple regressieberekening verwerkt.

Bij deze berekening werd tevens onderzocht of er soms sprake was van enige interactie tussen laadvermogen en banden zowel als laadvermogen en gewichtsklasse.

Er werd nagegaan welke termen het beste kunnen worden gemist, waarna de term die het minste bijdraagt wordt weggelaten.

Voor geen van de combinaties bleken de interactie-termen van enige betekenis te zijn. Dit wil zeggen dat er maar weinig verschil is bij de banden voor grote en kleine wagens. Ook bij de gewichtsklasse bleek bij de hogere laadvermogens geen extra afwijking op te treden.

Het laadvermogen blijkt voor alle berekeningen een significante bijdrage te leveren tot de prijs, hetgeen reeds te voren duidelijk was.

Voor de eenassers is ook de invloed van de bandkwalificatie significant. Bij de tandemassers is de regressiecoëfficiënt voor de banden groter maar niet significant. De grotere regressiecoëfficiënt is verklaarbaar uit het feit dat aan een tandemasser ook het dubbele aantal banden moet worden gemonteerd. Dat deze regressiecoëfficiënt niet significant is zal vermoedelijk moeten worden toegeschreven aan het geringere aantal wagens in deze groep (29 stuks) en de montage van vliegtuigbanden bij deze zware wagens. Bij de berekeningen hebben we ons beperkt tot het directe verband tussen de prijs enerzijds en het laadvermogen, de banden en het gewicht anderzijds.

Voor de beide groepen wagens en voor alle hydraulisch kippende wagens zien de berekende formules er als volgt uit:

Eenassers :  $Y_e = 1,60 + 0,70 L - 0,11 B + 0,07 G$  ( $r=0,86;n=79$ )  
 Tandemassers :  $Y_t = 1,53 + 0,89 L - 0,35 B + 0,08 G$  ( $r=0,89;n=29$ )  
 Eenassers + Tandemassers:  $Y = 0,67 + 0,92 L - 0,12 B + 0,12 G$  ( $r=0,94;n=108$ )

Y = prijs voor de complete wagen (begin 1971, excl. BTW).

L = laadvermogen van de wagen in tonnen.

B = bandenkwalificatie (voor de landbouwbanden overeenkomend met de bandenspanning), waarbij het opgegeven laadvermogen door de banden kan worden gedragen.

G = de afwijking van het gemiddelde gewicht per ton laadvermogen in (250 kg/ton) 100 kg.

Bij de berekening is gewerkt met de gemiddelde waarden van G en B als nulpunt, zodat bij weglaten één van deze beide termen met de gemiddelde waarde hiervan wordt gewerkt.

Uit de formule valt af te lezen dat gemiddeld de volgende invloed op de prijs valt te constateren.

	Eenassers	Tandemassers	Beide typen
Laadvermogen (per ton)	f 700	f 890	f 920
Bandenkwalificatie per eenheid	f 110	f 350	f 190
Gewichtsklasse per 100 kg afwijkend van 250 kg/ton	f 70	f 80	f 120

Deze berekening geldt uiteraard alleen voor het gebied waarvoor de berekening werd uitgevoerd, dus bij de eenassers van 3 tot 10 ton, bij de tandemassers van 5 tot 15 ton en voor de beide typen tezamen van 5 tot 10 ton.

Voor de controle op de verschillen bij de banden kunnen we ook gebruik maken van de prijzen van de bandenfabrikanten.

Voor een 5 tons wagen kunnen we een 16-20/6 pr-band nemen die f 514,50 kost.

Bij 1,80 ato kan deze band 2500 kg dragen. Deze zelfde last kan ook door een 13,5-17/10 pr band gedragen worden, echter bij 3,05 ato bandenspanning.

Deze laatste band kost maar f 356,-. We krijgen dan de volgende vergelijking voor een 5 tons eenasser en een 10 tons tandemasser.

	Eenassers		Tandemassers	
	16 - 20/6	13,5-17/10	16 - 20/6	13,5-17/10
Bandenmaat	16 - 20/6	13,5-17/10	16 - 20/6	13,5-17/10
Prijs voor de banden excl. BTW	f 1.029,-	f 712,-	f 2.058,-	f 1.424,-
Binnenbanden	<u>f 126,-</u>	<u>f 108,-</u>	<u>f 252,-</u>	<u>f 216,-</u>
	f 1.155,-	f 820,-	f 2.310,-	f 1.640,-
Prijsverschil	f 335,-		f 670,-	

Drukverschil 3.05 - 1.80 ato = 1.25 ato

Prijsverschil per ato per wagen

f 268,-

f 536,-

Berekend verschil per ato f 120,-

f 377,-

De afwijking van het berekende en het uit de prijslijsten geconstateerde gemiddelde prijsverschil is o.m. verklaarbaar uit de geringere prijsverschillen voor de banden bij eerste montage bij de fabrikant, terwijl ook de vliegtuigbanden voor de nodige afwijkingen in prijs zorgen.

### Normalisatie

Bij een zo universeel werktuig als de landbouwwagen zou onderlinge uitwisseling onbelemmerd moeten kunnen plaatsvinden. De verbinding tussen de trekker en de wagen moet dus liefst zo zijn, dat er zonder bezwaar een andere trekker voor de wagen kan. Van belang zijn: 1. verlichting, 2. snelkoppeling voor de hydraulische leiding, 3. olie in de leiding, 4. spoorbreedte en 5. de beremming van de wagen.

1. Verlichting geeft gelukkig weinig problemen meer, omdat de steker/contactdoos genormaliseerd is. De aansluiting van de verschillende polen kan via het schema van afb. 1 worden uitgevoerd (dit schema zal in de toekomst internationaal worden ingevoerd).

2. Snelkoppelingen zijn er voorlopig nog zoveel dat elk bedrijf zich nog de luxe permitteert om een eigen koppeling te verlangen. Enige beperking en aanpassing zou hier gewenst zijn. Aanpassing aan de trekkerkoppeling zal op den duur wel mogelijk zijn, mits de trekkerfabrikanten tot een universeel systeem kunnen komen.

3. Het probleem van de olie in het hydraulische systeem is inmiddels door samenwerking tussen de trekkerfabrikanten en de olieleveranciers voor een belangrijk deel opgelost, zodat men één universeel type olie kon toepassen.

4. De spoorbreedte van de wagens geeft bij de grotere laadvermogens wel problemen. Wagens met een laadvermogen van 10 ton en meer moeten eigenlijk op een spoorbreedte van meer dan 1,50 m staan. Een spoorbreedte van 1,80 m lijkt ook internationaal een goede norm. Bij de overgang op een grotere spoorbreedte blijft echter wel het probleem bestaan dat de wagenwielen niet meer in het spoor van de trekker lopen. De oplossing zal dan moeten zijn om de meestal voor deze wagen gebruikte trekker op breed spoor te zetten.



5. De beremming van de wagens wordt, in verband met de grotere rijshnelheden die in de toekomst toegelaten zullen worden, van groot belang. De noodzakelijke remvertraging van  $2,5 \text{ m/sec}^2$  is met de op de markt zijnde systemen zonder meer te realiseren. De hydraulisch bekrachtigde rem lijkt voorlopig de beste kansen te hebben, omdat een hydraulisch systeem op vrijwel alle trekkers aanwezig is.

Voor de luchtdrukrem moet het gehele systeem extra worden aangebracht, wat uiteraard aanzienlijk duurder is. Het lijkt ons belangrijk dat ook hier enige normalisatie kan plaatsvinden, zodat de onderlinge verwisseling van trekkers en wagens zonder gevaar kan plaatsvinden. Daarnaast lijkt het ons belangrijk dat de beremming van de aanhangwagens wordt uitgevoerd via het rempedaal, zodat de beremming van de beide voertuigen op elkaar kan worden afgestemd.

#### Samenvatting

Van 108 landbouwwagens met hydraulisch achterover kippende laadbak werd begin 1971 de prijs voor een complete wagen berekend (inclusief rem, verlichting en doseerschuiif en met opzetstukken voor voldoende laadruimte bij het opgegeven laadvermogen)

De banden van de wagen werden gekwalificeerd, waarbij werd nagegaan bij welke spanning deze banden volgens de fabrikant het gewenste draagvermogen hebben. Voor de gewichtsklasse werd de afwijking van het gemiddelde van 250 kg per ton als maat genomen. Het laadvermogen blijkt de belangrijkste bijdrage te leveren voor de prijs, direct gevolgd door de banden. Per ato lagere bandenspanning betaalt men gemiddeld f 120,- extra bij de eenassers en f 378,- bij de tandemassers (voor vier banden). Het verschil tussen de beide uitersten in de klassificatie is resp. f 600,- en f 1.890,- per wagen.

Het gewicht levert ook een positieve bijdrage tot de prijs, echter niet significant.

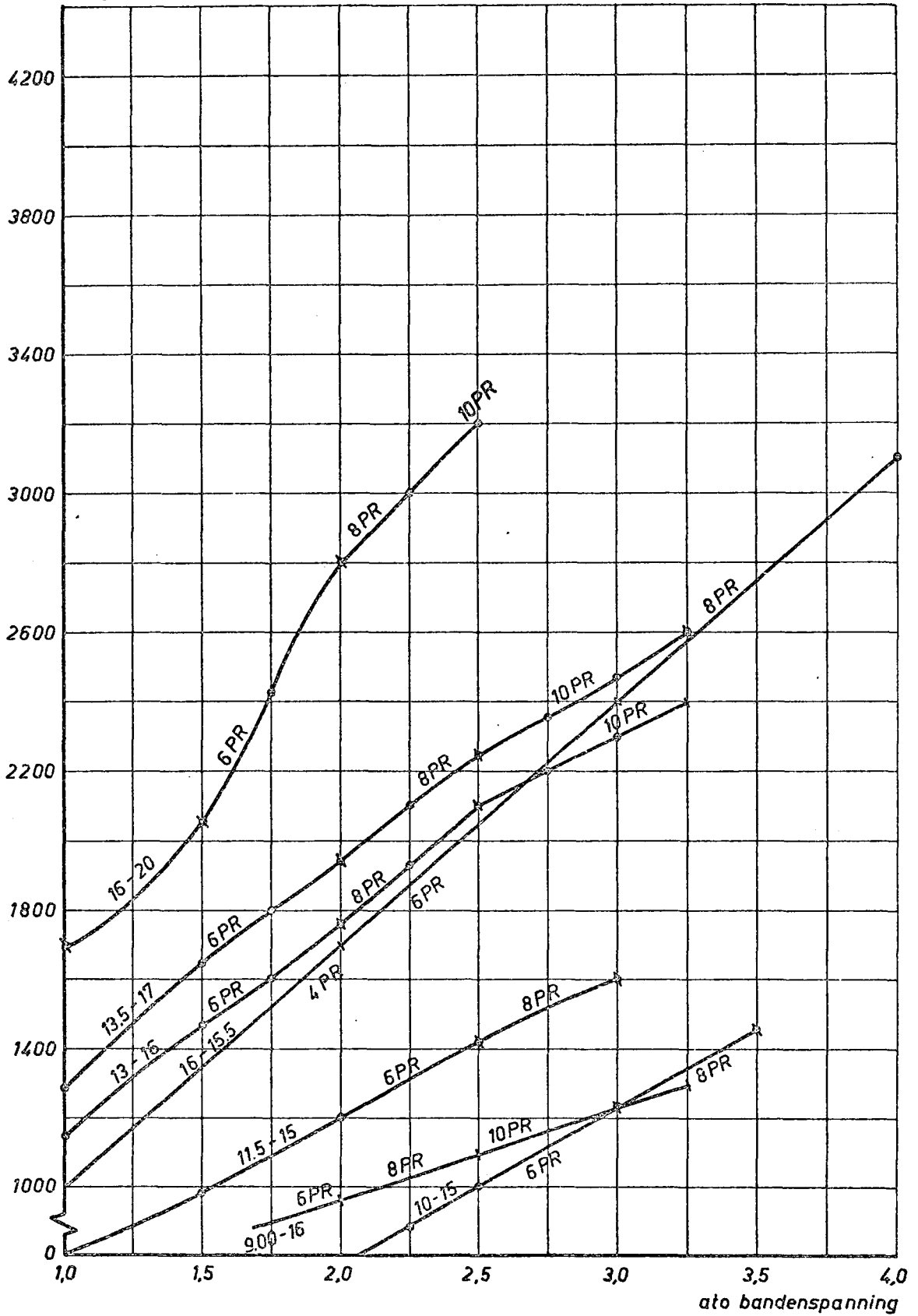
De prijzen voor de speciale uitvoeringen worden in een grafiek vergeleken met de gemiddelde prijzen.

De gemiddelde prijs per ton lag begin 1971 tussen f 1.000,- en f 1.100,-, exclusief BTW of f 1.100 tot f 1.250,- inclusief BTW.

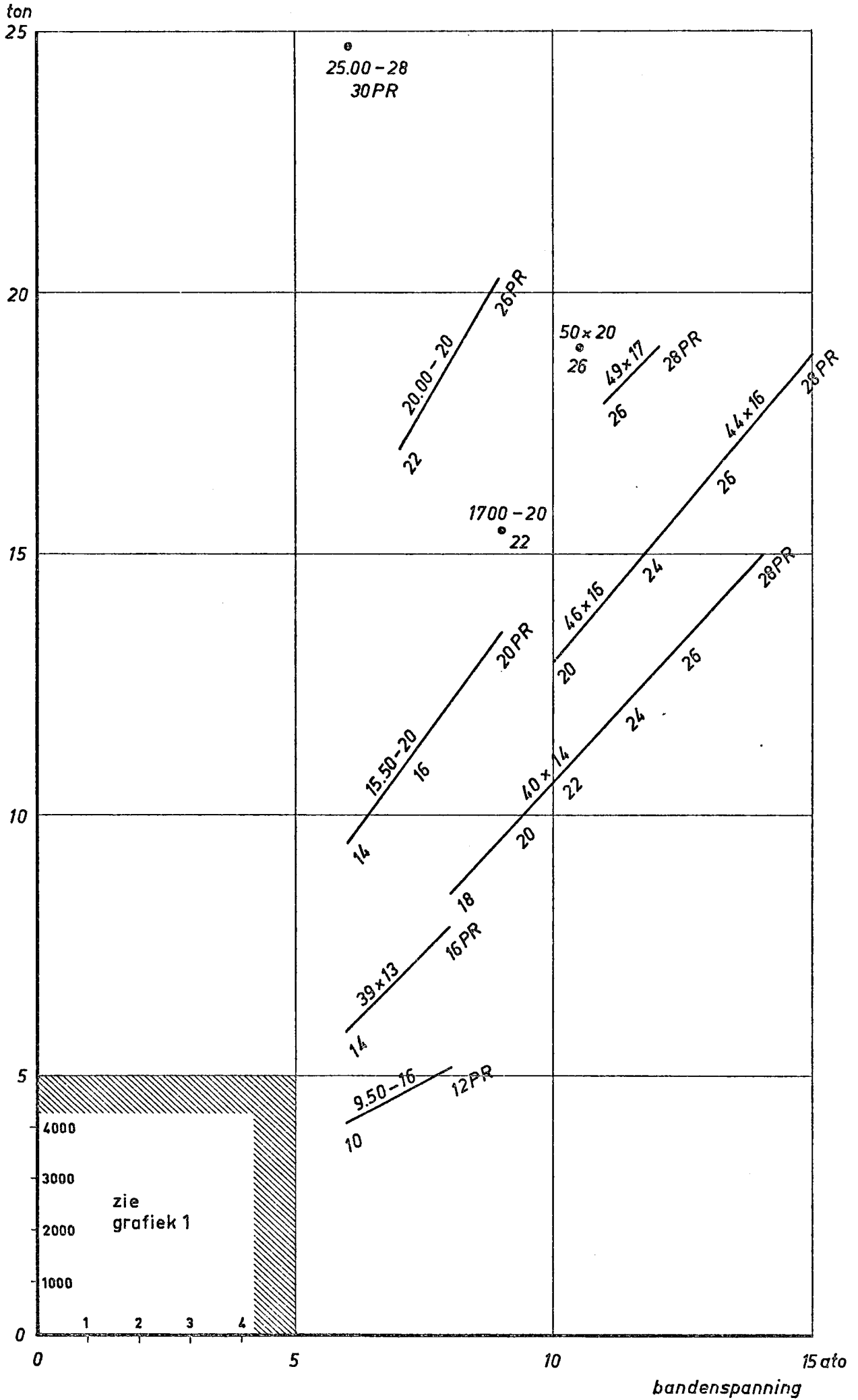
Met het stijgen van het laadvermogen wordt de gemiddelde prijs per ton lager.

Tijdens de RAI-tentoonstelling in januari 1972 bleken de prijzen van de wagens gemiddeld met 10% te zijn gestegen.

draagvermogen per  
band in kg bij 30 km/u

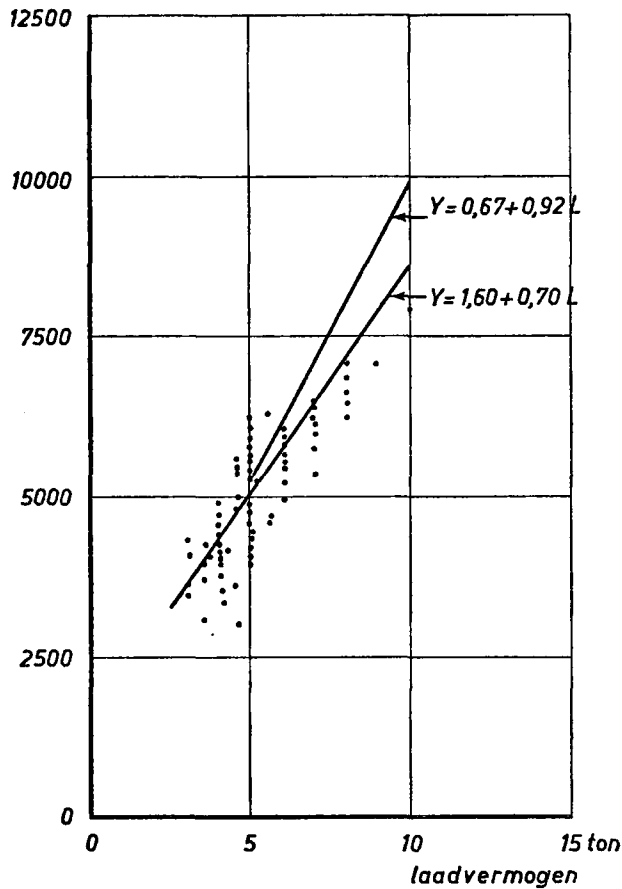


grafiek 1 Draagvermogen uitgezet tegen de bandenspanning  
(opgaven van de fabrikant)

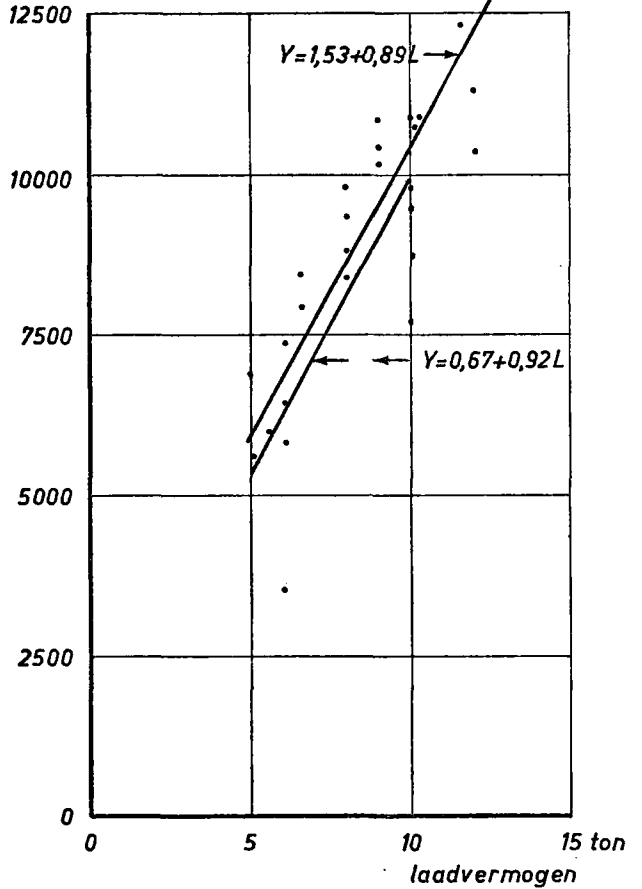


grafiek 2 Draagvermogen van vliegtuigbanden per band  
(volgens fabrieksopgaven)

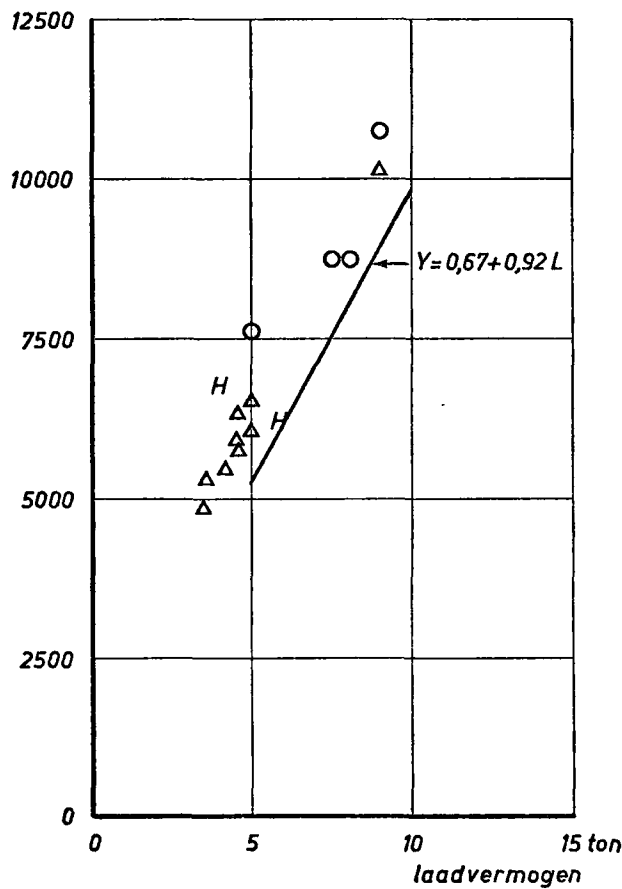
prijs excl. BTW **eenassige wagens**



prijs excl. BTW **tandemmassers**

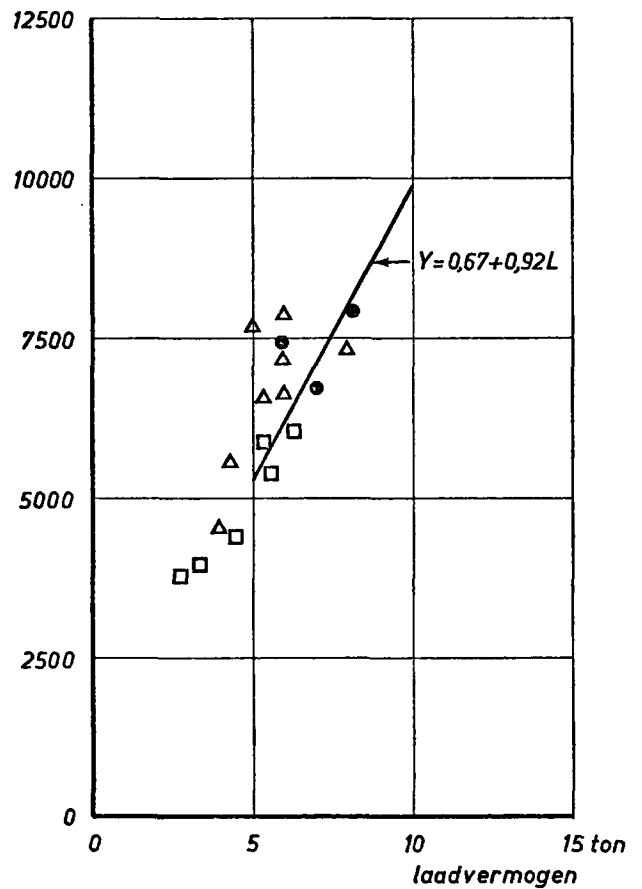


prijs excl. BTW **speciale uitvoering**



- = tandem
- △ = driezijdig
- H = hoogkipper

prijs excl. BTW **vierwielige wagens**

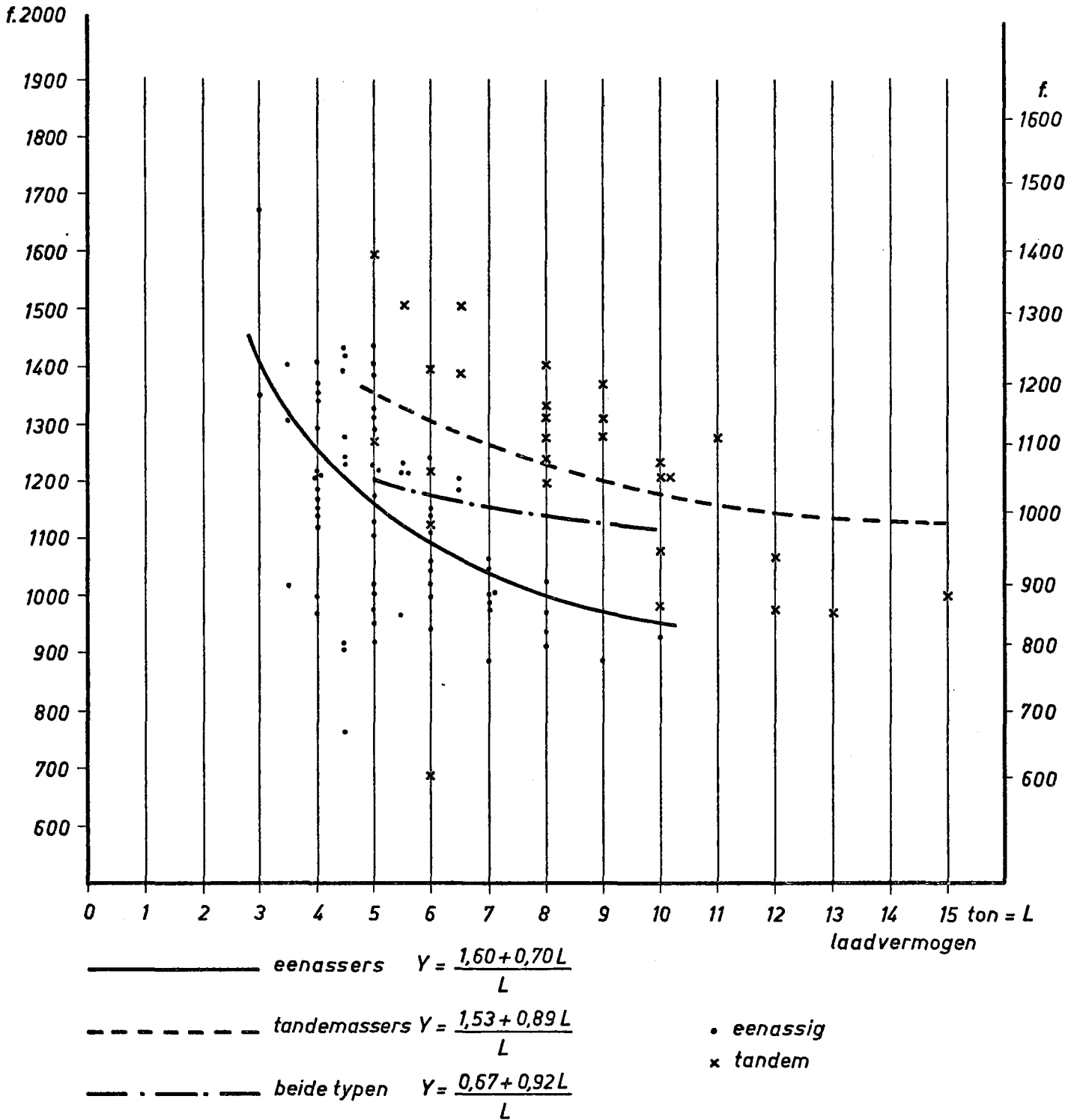


- △ = driezijdig
- = tweezijdig
- = achter

**grafiek 3** Prijs van hydraulisch kippende landbouwwagens excl. BTW (begin 1971) compleet met remyerlichting en doseerschuij

prijs per ton  
incl. BTW

prijs per ton  
excl. BTW



grafiek 4 Prijs per ton laadvermogen voor hydraulisch kippende landbouwwagens