

Rijksinstituut voor Visserijonderzoek

Afdeling Technisch Onderzoek

Netherlands Institute for Fishery Investigations

Technical Research Department

Een analyse van de prestaties van
de voortstuwingsinstallatie en de
vislier van een 2000 RPK hektrawler

71 - 4

40 71-04

bl. 14 ontbreekt
bl. 14 ontbreekt

Een analyse van de prestaties van
de voortstuwingsinstallatie en de
vislier van een 2000 RPK hektrawler

71 - 4

E. J. de Boer

2285411

Me 14 onbrekt

Overzicht gebruikte symbolen

b	- aantal lagen vislijn op de trommels
D	- diameter van de schroef (m)
F_T	- trossentrek in de vislijnen (kgf)
J	- snelheidsgradiënt
K_q	- askoppelconstante
K_T	- stuwkrachtconstante
N	- toerental van de schroef per minuut (min.^{-1})
n	- toerental van de schroef per seconde (sec.^{-1})
P	- speed van de schroef (m)
P_B	- nominaal vermogen dat een motor bij nominaal toerental kan leveren (PK)
P_D	- aan de schroef toegevoerd vermogen (PK)
P_W	- vermogen door de aandrijvende eenheid aan de vislier geleverd (PK)
P_{WR}	- vermogen aan de aandrijvende eenheid door de vislier teruggeleverd (PK)
Q	- schroefaskoppel (kgfm)
T	- stuwkracht (kgf)
t	- zoggetal
V_a	- intreesnelheid van het water in de schroef in m/sec.
v_g	- snelheid van het vistuig (m/min.)
V_s	- snelheid van het vaartuig (mijl/uur)
v_s	- snelheid van het vaartuig (m/min.)
v_w	- snelheid van de vislijnen (m/min.)
W_o	- weerstand van het vaartuig (kgf)
w	- volgstroomgetal
z	- aantal bladen van de schroef
η	- rendement
ρ	- soortelijke massa van zeewater ($\text{kgfm}^{-4} \text{ sec.}^2$)

Rapport 71 - 4

Een analyse van de prestaties van de voortstuwingsinstallatie en de vislier van een 2000 RPK hektrawler

Inleiding: Door het beschikbaar komen van steeds meer informatie over de bedrijfsomstandigheden van vissersvaartuigen is het mogelijk geworden reeds in het ontwerpstadium een prognose te maken van de prestaties van de voortstuwingsinstallatie tijdens het beoefenen van de visserij met een bepaald type vistuig. Tevens is door het beschikbaar komen van weerstands-krommen van gesleepte vistuigen ook het samenspel tussen de voortstuwingsinstallatie en de vislier bij de verschillende handelingen met het vistuig in een prognose tot uitdrukking te brengen.

Het doel van deze analyse is een methode aan te geven met behulp waarvan men reeds bij het voorontwerp een prognose kan maken van de prestaties van de voortstuwingsinstallatie en de vislier, en de samenwerking van deze onderdelen.

Object van analyse: Als object van analyse zal fungeren één van de hektrawlers die op dit moment (februari.1971) in het kader van het vlootplan gebouwd wordt.

Beschrijving van het vaartuig:

Het vaartuig is een hektrawler, waarvan de hoofdafmetingen als volgt zijn:

Lengte over alles	54,16 meter
Lengte tussen de loodlijnen	48,45 meter
Lengte op constructie waterlijn	51,15 meter
Breedte op spanten	9,20 meter
Holte tot shelterdek	6,45 meter
Holte tot hoofddek	4,20 meter
Diepgang (gemiddeld)	± 4,00 meter
Waterverplaatsing	920 ton

Het vaartuig heeft geen slipway, hetgeen normaal is voor de Nederlandse hektrawlers. De vangst komt over het achterschip aan boord waarbij grote vangsten in gedeelten aan boord gebracht worden, het z.g. maken van "pakken".

Voor opslag van de vangst zijn twee ruimen beschikbaar. Een gekoeld visruim met een inhoud van ca. 270 m^3 voor de vis, die vers aangevoerd wordt, en een diepvriesruim met een inhoud van ca. 235 m^3 voor diepvriesprodukten.

Voor het invriezen van de vangst of een gedeelte hiervan zijn vier verticale plaatvriezers met elk 20 stations aanwezig. Het gewicht van de vis per charge per plaatvriezer is ca. 900 kg. Tevens is een vriestunnel met een capaciteit van 1630 kg vis per dag geïnstalleerd. De totale invriescapaciteit bedraagt ca. 28 ton vis per etmaal.

Voortstuwingsinstallatie: De voortstuwingsinstallatie bestaat uit een 8 cilinder viertakt dieselmotor, die bij 265 omwentelingen per minuut een vermogen van 2000 RPK kan leveren. Deze dieselmotor heeft drukvulling door middel van een uitlaatgassenturbine en tussenkoeling. De hoofdmotor drijft via een flexibele koppeling een verstelbare schroef aan.

De technische gegevens van deze c.p. schroef zijn:

toerental schroef (N)	265 omw./min.
diameter schroef (D)	2,600 m.
aantal bladen (z)	4
bladoppervlak verhouding (A_E/A_0)	0,4639
constructiespoed op 0,7 R (P) _{0.7}	2136 mm

Tevens dient de hoofdmotor voor aandrijving van een 300 kVA algemene dienst draaistroomgenerator (220/380 V, 50 Hz) en een 286 kW visliergenerator (440 V=, 1500 omw./min.) in Krämer schakeling.

Het aandrijven van de draaistroomgenerator door de hoofdmotor heeft tot gevolg dat deze motor een constant bedrijfstoerental heeft van 265 omw./min.. Teneinde overbelasting van de motor, en dus een toerenvariatie, te voorkomen is een enkelvoudige overbelastingsbeveiliging aangebracht.

Bij overbelasting van de motor wordt de speed van de schroef automatisch verminderd. Een overbelastingschakelaar is gemonteerd op de brandstofregelas. Zodra de motor overbelast raakt, dat wil zeggen de brandstofinspuiting wordt meer dan 100%, zal de overbelastingschakelaar via een relais in het elektrische gedeelte van de speedbediening de speed terugnemen tot de overbelasting opgeheven wordt.

Als hulpmotor is een 6 cilinder viertakt dieselmotor voor generatoraandrijving geïnstalleerd, die bij 1500 omw./min. een vermogen van 400 RPK kan leveren. Deze motor heeft drukvulling en tussenkoeling. Aangedreven worden een 300 kVA draaistroomgenerator (220/380 V, 50 Hz) voor algemene dienst en een 50 kW noodgenerator voor de vislier (110 V=).

De havenset bestaat uit een twee cilinder viertakt dieselmotor, die bij 1500 omw./min. een vermogen van 30 PK kan leveren. Deze motor zorgt voor aandrijving van een 20 kVA draaistroomgenerator (220/380 V, 50 Hz).

Figuur 1 geeft het principeschema van de voortstuwings- en boordnetinstallatie.

Het beschikbare vermogen voor de voortstuwing:

Bij de voortstuwing van vissersvaartuigen die een visserij-methode toepassen waarbij van gesleepte vistuigen gebruik wordt gemaakt, dient men onderscheid te maken in:

- de voortstuwing tijdens de vrije vaart, en
- de voortstuwing tijdens het vissen.

In het kader van deze analyse is slechts de voortstuwing tijdens de uitoefening van de visserij van belang.

De uitoefening van de visserij kan in hoofdzaak onderverdeeld worden in:

- het uitzetten van het vistuig;
- het vissen, d.w.z. het slepen van het vistuig door het water en over de zeebodem, waarbij het laatste afhankelijk is van de toegepaste visserijmethode;
- het inhalen van het vistuig.

De bovengenoemde bedrijfsomstandigheden bepalen de vermogensbehoefte of de vermogenteruglevering van de visliergenerator.

Verwijzend naar het principeschema van figuur 1 bestaan nu de volgende mogelijkheden:

- het boordnet wordt gevoed door de draaistroomgenerator die aangedreven wordt door de hoofdmotor;
- het boordnet wordt gevoed door de draaistroomgenerator die aangedreven wordt door de hulpmotor.

N.B. Het voeden van het boordnet door beide generatoren is niet mogelijk, daar de installatie niet geschikt is voor parallel bedrijf.

De vermogensbehoefte van het boordnet blijkt in het vanggebied ca. 297 PK te bedragen. Hiervan is ca. 210 PK benodigd voor de diepvriesinstallatie (plaatvriezers, tunnelvriezer en vriesruim).

Rekening houdend met het rendement van de electromotor, dat - afhankelijk van de grootte van de machine en de belasting varieert tussen 0,75 en 0,90, en het rendement van de generator (0,90-0,92) zal ca. 375 PK aan de generator toegevoerd moeten worden. Tevens wordt een constant verlies van 15 PK in de tandwielkast aangenomen, terwijl 5 PK benodigd is voor wrijvingsverliezen van de visliergenerator. Concluderend kan gesteld worden dat aan de voorkant van de hoofdmotor $375 + 15 + 5 = 395$ PK afgenomen wordt, onder de aanname dat de visliergenerator geen vermogen levert.

Stelt men de schroefasverliezen op 2% van het nominale vermogen van de hoofdmotor (40 PK) dan is voor de aandrijving van de schroef beschikbaar $2000 - (375 + 15 + 5 + 40) =$
1565 APK.

In het geval dat het boordnet gevoed wordt door de tweede draaistroomgenerator (achter de 400 PK hulpmotor), is het voor aandrijving van de schroef beschikbare vermogen $2000 - (15 + 5 + 40) = 1940 \text{ APK}$.

In het bovenstaande is steeds uitgangspunt geweest dat de vislier niet gebruikt wordt, d.w.z. het vaartuig is vis-sende.

De beschikbare trossentrek: Voor de uitoefening van visserijmetho-den met gesleepte vistuigen is van belang de trossentrek, welke door het vaartuig bij verschillende snelheden geleverd kan worden. Voor deze voortstuwingsinstallatie zijn de dia-grammen bepaald die de relatie aangeven tussen de trossen-trek en het vermogen dat aan de schroef geleverd wordt voor verschillende snelheden tijdens het vissen.

Hiervoor werden van de fabrikant van de c.p. schroef de computersheets ontvangen die de waarden aangeven van de askoppelconstante ($10 K_q$), de stuwkrachtconstante (K_T) en het rendement van de schroef (ETA) voor verschillende hoekverdraaiingen ten opzichte van de ontwerpspoedhoek op $0,7 R$ ($FI = 20^\circ 29'$) en voor verschillende waarden van de snelheidsgradiënt (J).

Ter bepaling van de snelheidsgradiënt "J" is gerekend met een constant schroeftoerental van 265 omw./min. en een ge-middeld volgstroomgetal "w" van 0,20.

De snelheidsgradiënt "J" is gedefinieerd door

$$J = \frac{V_a}{n \cdot D} = \frac{V_s (1 - w)}{n \cdot D}$$

hierin is V_a - intreesnelheid van het water in de schroef in m./sec,

n - toerental van de schroef in omw./sec.

D - diameter van de schroef in meters

V_s - snelheid van het vaartuig in m/sec.

w - volgstroomgetal.

De berekeningsmethode van de trossentrek is als volgt:
Bij een hoekverdraaiing (DFI) ten opzichte van de ontwerp-spoedhoek zijn voor waarden van de snelheidsgradiënt "J" overeenkomend met scheepssnelheden van 0, 1, 2, 3, 4 en 4,5 knoop bekend de waarden $10 K_q$, K_T en ETA.

Het voor deze bedrijfstoestanden benodigde schroefaskoppel (Q) en de door de schroef geleverde stuwkracht (T) worden berekend volgens:

$$Q = K_Q \times \rho \times n^2 \times D^5 \text{ kgfm, en}$$

$$T = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4 \text{ kgf}$$

hierin is: K_Q - askoppelconstante

K_T - stuwkrachtconstante

ρ - soortelijke massa van zeewater
($104,5 \text{ kgf sec.}^2 \text{ m}^{-4}$)

n - omwentelingen van de schroef per seconde

D - diameter van de schroef in meters.

Het schroefasvermogen (P_D) is te berekenen uit:

$P_D = \frac{Q \times N}{716,2} \text{ APK}$, waarin N het aantal omwentelingen van de schroef per minuut is.

De trossentrek F_T is nu gelijk aan $T(1-t)-W_0$,

waarin T - stuwkracht van de vrijvarende schroef in kgf

t - zoggetal

W_0 - weerstand van het vaartuig in kgf.

Het zoggetal "t" heeft voor de scheepssnelheid $V_s = 0$, dit is de z.g. paaltoestand, een waarde die ligt tussen 0,03 en 0,05. Voor de vrijvarende toestand is de waarde van het zoggetal 0,18 - 0,22. In de berekening is als waarde voor het zoggetal bij de paaltoestand 0,04 aangenomen; voor de vrijvarende toestand (ca. 14,5 knoop) is de waarde 0,20 verondersteld. Verder is een lineair verband tussen het zoggetal en de scheepssnelheid aangenomen.

De weerstand W_0 is bepaald uit de weerstandskromme van een vrijwel identiek vaartuig. In het gebied van de vissende snelheden zal de weerstand van het vaartuig zeer klein zijn ten opzichte van de weerstand van het vistuig, doordat alleen wrijvingsweerstand optreedt (golfweerstand te verwaarlozen).

In figuur 2 zijn de diagrammen weergegeven die het verband aangeven tussen het vermogen beschikbaar voor aandrijving van de schroef (P_D) en de trossentrek voor de scheepssnelheden 0, 1, 2, 3, 4 en 4,5 knoop. Indien van een vistuig de benodigde trossentrek bij een gegeven snelheid bekend is, kan met behulp van dit diagram bepaald worden het voor aandrijving van de schroef benodigde vermogen. Uit metingen verricht aan boord van het visserij-onderzoekingsvaartuig "Tridens" is bekend dat de weerstand van een pelagisch net met een omtrek van 868 mazen van 40 cm bij 4,5 knoop een waarde heeft van ca. 13.000 kgf. Uit figuur 2 blijkt nu dat om deze toestand te bereiken voor deze voortstuwer een aandrijvend vermogen benodigd is van ca. 1400 APK.

Tevens blijkt uit grafiek 2 dat bij een vissende snelheid van 4,5 knoop, hetgeen een in de praktijk voorkomende waarde is, met een beschikbaar schroefasvermogen van 1565 APK een trossentrek geleverd kan worden ter grootte van 14.300 kgf. Bij dezelfde snelheid, echter met 1940 APK beschikbaar, is de maximale trossentrek 16.700 kgf.

De weerstand van het vistuig:

In het kader van deze analyse is als keuze voor het vistuig een pelagisch net genomen dat een omtrek heeft van 868 mazen met een maaslengthe van 40 cm (gestrekt). De tekening van dit net is weergegeven in figuur 3.

Dit net is aan boord van het visserij-onderzoekingsvaartuig "Tridens" onderzocht met de volgende opbouw:

Lengte voorlopers	150 meter
Lengte vislijn	200 vadem
Borden	6 m ² Süberkrüb
Nokgewicht	500 kgf.

Voor verschillende snelheden zijn van dit net bepaald:

de weerstand

de verticale netopening

de horizontale netopening

de diepteloop van de bovenpees

de diepteloop van de borden.

Van interesse voor deze analyse is vooral de weerstand als functie van de scheepssnelheid, hetgeen in figuur 4 is weergegeven. Hierbij dient men zich wel te realiseren dat de vertikale netopening, e.d. sterk afhankelijk zijn van de snelheid waarmee het vistuig door het water getrokken wordt. Dit betekent dat de getekende grafiek geen beeld geeft van het weerstandsverloop van het vistuig met constante horizontale en vertikale netopening, etc..

In figuur 4 is voor de hier besproken voortstuwingsinstallatie tevens aangegeven de relatie tussen de trossentrek en de scheepssnelheid voor verschillende waarden van het schroefasvermogen. Met behulp van deze grafieken is het mogelijk, indien de weerstandskromme van een vistuig bekend is, de maximaal te bereiken vissende snelheid te bepalen bij een gegeven beschikbaar schroefasvermogen.

Het uitzetten van het vistuig:

In figuur 5 is weergegeven de grafiek van de netweerstand tijdens het uitzetten van het 868 x 40 cm mazen pelagisch vistuig bij verschillende scheepssnelheden.

Tijdens het uitzetten is het noodzakelijk dat het vistuig tenminste met een minimale snelheid door het water getrokken wordt, dit om te voorkomen dat het vistuig onklaar raakt. Voor het handhaven van deze snelheid is een zekere trossentrek benodigd, welke slechts verkregen kan worden door de trommels waarop zich de vislijnen bevinden af te remmen. Vroeger werd deze trossentrek verkregen door de continue werking van de mechanische remmen (grote slijtage, koeling).

Tegenwoordig wordt de trossentrek bij elektrisch aangedreven vislieren in stand gehouden door het z.g. "elektrisch remmend vieren" (regenerative braking).

Hierbij werkt de electromotor, aangedreven door de vislier, als generator en voert elektrisch vermogen toe aan de visliergenerator. Deze gaat als electromotor werken en geeft vermogen af aan de dieselmotor.

Uit de praktijk is bekend dat, teneinde de tijdsduur van het uitzetten zoveel mogelijk te bekorten, gedurende het uitzetten het vaartuig een snelheid kan bereiken variërend tussen 7 en 9 knoop. De benodigde trossentrek bedraagt ca. 5 - 7 tonf.

Uitgaande van deze praktijkwaarden is in figuur 5 het gebied aangegeven waarbinnen de vislier zal werken tijdens het uitzetten van het 868 x 40 cm mazen pelagisch vistuig (arceering). Hieruit blijkt dat de vislijnsnelheid tijdens het uitzetten een waarde zal hebben van ca. 122 - 200 meter per minuut. Gezien het feit dat de visserij door Nederlandse schepen beoefend wordt in relatief ondiep water, waardoor de uit te vieren lengte aan vislijn klein is, is de verwachting dat de werkelijke vislijnsnelheid zich in het gebied van 120 - 150 meter per minuut bevindt.

Een beperkende faktor tijdens het elektrisch remmend uitvieren is het maximaal toelaatbare toerental van de electromotor. Dit toerental dient beneden een zekere waarde te blijven in verband met de centrifugaal krachten, welke door de bandages van de wikkelingen worden opgenomen. Het maximaal toelaatbare toerental van de electromotor bedraagt 2100 omwentelingen per minuut, hetgeen bij een momentaan aantal lagen vislijn op de trommels $b = 10$ resulteert in een maximale vislijnsnelheid van ca. 175 meter per minuut. Indien $b = 13$ is de maximaal toelaatbare vislijnsnelheid ca. 203 meter per minuut.

Verwijzend naar figuur 5 kan gesteld worden dat onder normale bedrijfsomstandigheden slechts indien veel vislijn uitgevierd wordt, d.w.z. vissend in diep water, het toerental van de electromotor een te hoge waarde kan krijgen. Teneinde voor een te hoog toerental te waarschuwen is op het bedieningspaneel een optische en akoestische alarmering aangebracht.

In figuur 5 zijn tevens de lijnen van constant teruggeleverd vermogen weergegeven.

Hierbij is het teruggeleverd vermogen gedefinieerd als het vermogen dat door de vislier geleverd wordt aan de electromotor, volgens de gelijkheid:

$$P_{WR} = \frac{F_T \times v_w \times \eta}{60 \times 75} \quad (\text{PK})$$

hierin is: F_T - totale trossentrek in de vislijnen (kgf)
 v_w - uitviersnelheid van de vislijnen (m/min.)
 η - mechanisch rendement van de vislier
($\eta = 0,80$).

Uit figuur 5 blijkt dat het aan de electromotor teruggeleverde vermogen een waarde zal hebben van 125 (punt A) - 230 (punt B) PK, een en ander afhankelijk van de momentane bedrijfsomstandigheden.

Tengevolge van de rendementen van "electromotor" en "generator" en andere verliezen zal het aan de hoofdmotor teruggevoerde vermogen slechts ca. 77% van de bovengenoemde waarden bedragen. Tengevolge van dit teruggevoerde vermogen zal de hoofdmotor enigszins ontlast worden en zal een brandstofbesparing verkregen worden.

Het vissen:

Zoals eerder aangetoond, bedraagt het beschikbare vermogen voor aandrijving van de schroef respectievelijk 1565 APK of 1940 APK. Deze waarden in afhankelijkheid welke draaistroomgenerator het boordnet voedt.

In het geval dat 1565 APK beschikbaar is, zal met het besproken vistuig, onder goede weersomstandigheden, een snelheid van 4,7 knoop bereikt kunnen worden.

Indien 1940 APK ter beschikking staat, bedraagt de maximale vissende snelheid 5,1 knoop.

Het inhalen van het vistuig:

Het inhalen van het vistuig kan onderscheiden worden in:

a). het inhalen van het vistuig aan het einde van de trek.

b). het inhalen van een gedeelte van de lengte aan vislijn teneinde het vistuig op een hoger niveau in de waterkolom te brengen bij de uitoefening van de pelagische visserij of om het vistuig over een obstakel op de zeebodem te halen (rotspunt, onderwaterverheffing, wrak, etc.) tijdens het vissen met een semi-pelagisch vistuig.

ad a). Tijdens het inhalen van het vistuig aan het einde van de trek zal de vaart van het vaartuig verminderd worden door de spoed van de verstelbare schroef terug te nemen tot een zodanige waarde dat het vaartuig nog enigermate vaart blijft lopen (0 - 1 knoop). Dit is enerzijds noodzakelijk om druk op het roer te houden, terwijl anderzijds de stuwving van de schroef het vistuig van het achterschip vrij houdt.

ad b). Het inhalen van een gedeelte van de vislijnen tijdens bijvoorbeeld de uitoefening van de pelagische visserij kan op drie manieren geschieden. In Nederland is de gebruikelijke methode dat men eerst de stuwkracht van de schroef, en dus de vissende snelheid, vermindert en vervolgens de vislijnen inhaalt onder deze verminderde belasting. Het nadeel van deze methode is dat men de stabiele uitgangspositie van het vistuig verliest doordat het vistuig in eerste instantie naar een dieper niveau zakt, en vervolgens weer omhoog komt. Aan het einde van de inhaalprocedure treedt dit weer op bij de overgang van "einde halen" naar "vissende snelheid". De reden dat deze methode in Nederland wordt toegepast wordt veroorzaakt door het onvoldoende beschikbare vermogen voor aandrijving van de vislier, terwijl in bepaalde gevallen tevens het vermogen van de hoofdmotor een rol kan spelen.

De tweede methode voor het op een hoger niveau brengen van het vistuig is bij handhaving van de vissende snelheid - het vistuig door de vislier omhoog te trekken tegen de stuwdruk van de schroef in.

Later zal worden aangetoond dat hiervoor naast een groot vermogen voor de aandrijving van de vislier, tevens een groot schroefasvermogen beschikbaar moet zijn.

De derde methode is het op een hoger niveau brengen van het vistuig door het vergroten van de vissende snelheid. Hierbij wordt de vislier dus niet gebruikt. Hiervoor is, gelet op de weerstandskromme van het vistuig, een groot schroefasvermogen noodzakelijk.

Teneinde enig inzicht te krijgen in de krachten, optredend tijdens het inhalen van het vistuig, is in figuur 6 de relatie aangegeven tussen de weerstand van het vistuig en de vislijnsnelheid met als parameter de scheepssnelheid. Tevens zijn in figuur 6 de lijnen van constant aandrijvend vermogen van de vislier aangegeven, waarbij een mechanisch rendement van de vislier $\eta = 0,80$ in rekening is gebracht.

De vislier:

De vislier is van een geheel nieuwe conceptie, waarbij twee nettentrommels in de constructie van de vislier zijn opgenomen. Naast de twee vislijntrommels zijn nog drie trommels voor het opnemen van hulpdraden (jomper, V-strop, e.d.) en een verhaalkop aanwezig. De globale conceptie van de vislier is in figuur 1 weergegeven.

De vislier wordt aangedreven door een electromotor die bij 900 omw./min. een vermogen van 350 PK kan leveren. De electromotor drijft via een reductiekast met reductie-verhouding 36 : 1 de hoofdas aan, waarop zich o.a. de trommels voor de vislijnen bevinden.

De ontwerp-inhaalsnelheid van de vislier bedraagt 75 meter per minuut. Hieruit volgt dat de ontwerp diameter, d.w.z. de diameter waarop zich voor de ontwerpkonditie de vislijn bevindt, 0,955 meter bedraagt.

Een mechanisch rendement van de vislier aannemend ter grootte van 0,80 geeft een ontwerp trekkracht van ca. 16.800 kgf.

De koppel-toerenkromme van de aandrijvende eenheid is in figuur 7 weergegeven. Het maximum koppel bedraagt 180% van het nominale koppel; het nullast toerental is 2100 rpm. De voeding van de electromotor geschiedt door een 286 kW gelijkstroomgenerator in Krämer schakeling, die aangedreven wordt door de hoofdmotor (figuur 1).

In figuur 8 is de relatie tussen de van elkaar afhankelijke grootheden van de visliertrommels in een diagram weergegeven. Hierbij is uitgangspunt geweest de in figuur 8 getekende vislijntrommel met toepassing van een vislijn met een diameter van 26 millimeter. Bij de berekening van de opname capaciteit van deze trommels is bij de bepaling van het aantal windingen per laag de diameter van de vislijn met 2 millimeter vermeerderd, teneinde te compenseren voor onregelmatig opwinden, sluitingen, muizen, wartels, e.d.. In de praktijk is gebleken dat deze aanname een reëelere uitkomst geeft dan de aanname dat de windingen naast elkaar liggen. Uitgaande van de internationaal aanbevolen voorwaarde dat bij compleet opgewonden vislijn(en) de buitenste laag tenminste nog tweemaal de draaddiameter onder de buitendiameter van de schilden ligt, is de berekende capaciteit van de trommels 2080 meter (1140 vadem) vislijn met een diameter van 26 millimeter.

Uit gesprekken met schippers is gebleken dat in meerderheid 1460 meter (800 vadem) per trommel als voldoende wordt geacht. In de meeste gevallen bevindt zich deze lengte op de trommels. Tevens bleek dat de lengte uitgevierde vislijn bij de pelagische c.q. semi-pelagische visserij in afhankelijkheid van de condities op de door de Nederlandse vaartuigen beviste gronden ca. 150 - 250 vadem bedraagt. Deze waarden gelden voor de normale bedrijfsomstandigheden, d.w.z. er kunnen situaties met hiervan afwijkende waarden optreden.

De konklusie is dat een gemiddelde uitgevierde lengte aan vislijn van 360 meter (200 vadem) een goede benadering van de praktijk geeft.

Wat de lengte vislijn op de trommels betreft moet men rekening houden met het feit dat in de loop van de gebruiksduur van de vislijnen van tijd tot tijd, afhankelijk van de conditie van de vislijnen, gedeelten verwijderd worden. Afhankelijk van de gewoonte van de rederij (walschipper) wordt het verwijderde deel onmiddellijk aan de drumkant van de vislijnen aangevuld of, zoals bij een rederij het geval is, men vult pas aan indien de lengte vislijn op de trommel is afgenomen tot ca. 1100 meter (600 vadem).

In figuur 8 is het gebied waarbinnen de vislier zijn functie moet verrichten door een arcering aangegeven. De gemiddelde diameter waarop zich de vislijnen bevinden tijdens halen, resp. uitvieren, bedraagt 1,15 meter.

De prestaties van de vislier:

In figuur 9 zijn de prestaties van de vislier weergegeven voor het gebied waarbinnen, volgens figuur 8, de vislier zijn functie verricht, d.w.z. voor 13-17 lagen vislijn op de trommels. De getekende krommen zijn verkregen uit de koppel-toerenkromme van de aandrijving van de vislier (figuur 7). In het geval dat zich bijv. 13 lagen vislijn op de trommels bevinden is de radius waarop de trekkracht werkt bekend. Hierdoor kan van elk punt van de koppel-toerenkromme van de aandrijvende eenheid, voor deze radius, de bijbehorende trekkracht en vislijnsnelheid berekend worden.

Het inhalen van het 868 x 40 cm mazen pelagisch vistuig, kan, bij een constant aangenomen scheepssnelheid van 1 knoop, geschieden met een snelheid van 101 meter per minuut, indien zich 13 lagen vislijn op de trommels bevinden. Hierbij ontwikkelt de vislier een trekkracht van 12,0 tonf. Het door de electromotor geleverde vermogen

$$P = \frac{101 \times 12.000}{60 \times 75 \times 0,8} = 348 \text{ PK.}$$

In deze formule is de faktor 0,8 het mechanische rendement van de vislier.

Als waarde voor η_T is 0,77 aangenomen, waarbij de volgende rendementen in rekening zijn gebracht:

rendement electromotor = 0,88
rendement leidingen = 0,99
rendement generator = 0,90
rendement tandwielkast = 0,98.

Men dient zich te realiseren dat het rendement van elektrische machines o.a. afhankelijk is van de belasting. In het gebied $3/4 - 5/4$ belasting (t.o.v. het nominale koppel) is het rendement nagenoeg constant. Voor aandrijving van de visliergenerator wordt een vermogen van 450 PK verlangd.

De aanname is dat de scheepssnelheid 3 knoop is. Bij deze snelheid dient dan door de voortstuwer een trossentrek geleverd te worden ter grootte van de momentane trekkracht van de vislier, in dit geval 17.200 kgf. Uit figuur 2 volgt dat hiervoor een vermogen van 1800 APK aan de schroef beschikbaar dient te zijn.

De vermogensbehoefte in deze situatie bedraagt:

Vermogen op de schroef	1800 APK
Schroefverliezen	40 PK
Vermogen benodigd voor visliergenerator	<u>450 PK</u> +
Vermogen te leveren door hoofdmotor	2290 RPK

Daar de hoofdmotor een vermogen kan leveren van nominaal 2000 RPK, zal deze bedrijfstoestand niet kunnen optreden, doordat bij overbelasting de speed van de schroef automatisch teruggenomen wordt.

De vraag kan nu gesteld worden waar het bedrijfspunt komt te liggen. In figuur 10 is de vermogensbehoefte van voortstuwer en vislier weergegeven als functie van de scheepssnelheid tijdens het "halen" van het 868 x 40 cm pelagisch vistuig, waarbij het aantal lagen vislijn op de trommel $b = 13$ bedraagt.

Hieruit blijkt dat indien 1940 PK beschikbaar is voor aandrijving van de schroef en de visliergenerator, d.w.z. de draaistroomgenerator, die aangedreven wordt door de 400 RPK hulpmotor, voedt het boordnet, kan het 868 x 40 cm mazen pelagisch vistuig nog "gehaald" worden bij een scheepssnelheid van 2,45 knoop. De vislier levert een trekkracht van 15.800 kgf (punt F in figuur 9) bij een vislijnsnelheid van 80 meter per minuut. De snelheid van het vistuig door het water bedraagt $v_g = v_w + v_s = 80 + 76 = 156$ meter per minuut.

Indien het boordnet gevoed wordt door de generator die aangedreven wordt door de hoofdmotor is 1565 PK beschikbaar voor aandrijving van de schroef en de visliergenerator. Het pelagisch vistuig kan nog "gehaald" worden bij een scheepssnelheid van 1,6 knoop (punt G in figuur 9). De vislier levert een trekkracht van 13.600 kgf bij een vislijnsnelheid van 92 meter per minuut. De snelheid van het vistuig door het water bedraagt $v_g = v_w + v_s = 92 + 49 = 141$ meter per minuut.

Discussie:

1. Zoals uit figuur 4 blijkt is voor het slepen van het 868 x 40 cm mazen pelagisch vistuig met een snelheid van 4,5 knoop een schroefasvermogen van 1400 APK benodigd.

Het beschikbare vermogen voor de voortstuwer tijdens het vissen bedraagt 1565 APK of 1940 APK. Dit in afhankelijkheid welke draaistroomgenerator het boordnet voedt.

De vraag kan nu gesteld worden welke afmetingen het net kan hebben, opdat - bij 4,5 knoop - deze schroefasvermogens gebruikt worden.

Bekend is - figuur 4 - dat de weerstand van het 868 x 40 cm mazen pelagisch vistuig, bij een snelheid van 4,5 knoop, ca. 13.000 kgf bedraagt. Echter bij een beschikbaar schroefasvermogen van 1565 APK kan bij deze snelheid een trossentrek van 14.300 kgf geleverd worden.

In het normale gebied van de snelheid tijdens het vissen geldt voor de weerstand (R) van een vistuig $R = C \times v_g^2$, waarin C een faktor is welke afhankelijk is van de afmetingen van het net, de garendikte, de constructie van het net, etc.. Bij gelijke snelheden verhouden de weerstanden van twee netten zich dus in evenredigheid met de faktor C. Bij een pelagisch net zal de faktor C voornamelijk beïnvloed worden door de afmetingen van het voorste gedeelte van het net, daar de rest van het net vrijwel niet verandert. Globaal kan dan een lineair verband aangenomen worden tussen de weerstand en de afmetingen (omtrek) van het voornet, bij gelijke snelheid.

Met een beschikbare trossentrek bij 4,5 knoop ter grootte van 14.300 kgf, zal bij deze snelheid tenminste een pelagisch net met een omtrek van

$\frac{14.300}{13.000} \times 868 = 960$ mazen van 40 cm gesleept kunnen worden.

In het geval 1940 APK beschikbaar is voor aandrijving van de schroef, is de beschikbare trossentrek - bij 4,5 knoop - 16.700 kgf. Er kan nu een pelagisch net met een omtrek van $\frac{16.700}{13.000} \times 868 = 1120$ mazen van 40 cm met deze snelheid gesleept worden.

2. Uit figuur 8 blijkt dat de gemiddelde diameter, waarop zich de vislijnen bevinden tijdens het uitzetten respectievelijk inhalen van het vistuig, ca. 1,15 meter bedraagt. De ontwerp-haalsnelheid van de vislijnen bedraagt 75 m/min., hetgeen resulteert in 20,8 omw./min. van de hoofdas. De reductie-verhouding van de tandwielkast dient $i = \frac{900}{20,8} = 43,3$ te bedragen.
- Echter uitgaande van de ontwerp-haalsnelheid van de vislijnen (75 m/min.), het toerental van de electromotor (900 omw./min.) en de reductie-verhouding van de tandwielkast ($i = 36 : 1$), is de ontwerpdiameter 0,96 meter.
- Het verschil in reductie-verhouding komt doordat de fabrikant bij het ontwerpen van de vislier van de "gemiddelde trommeldiameter" uitgaat. Echter, zoals uit de praktijk van de Nederlandse hektrawlers blijkt, is dit voor onze omstandigheden een verkeerde aanname. Hierbij dient opgemerkt te worden dat in het algemeen onvoldoende informatie over de werkelijk uitgevierde lengte aan vislijn bekend is. Reden waarom door de Afdeling Technisch Onderzoek praktijkgegevens worden verzameld.

3. Bij de uitoefening van de pelagische visserij is de regeling van de diepteloop van de bovenpees van groot belang. De diepteloop van de bovenpees wordt door de netsonde - een op de bovenpees bevestigde echometer - aangegeven. Door het echolood, gemonteerd in het vlak van het vaartuig, wordt de diepte waarop zich de school vis bevindt, aangegeven.

Zoals eerder is vermeld, kan het op een hoger niveau in de waterkolom brengen van het vistuig geschieden door:

- a). het vergroten van de snelheid van vistuig en vaartuig door meer vermogen - indien beschikbaar - aan de schroef toe te voeren;

- b). door de vislijnen in te korten bij verminderde snelheid van het vaartuig;
- c). door de vislijnen in te korten bij handhaving van de snelheid waarmee gevist wordt.

Zoals in dit rapport aangegeven, is deze laatste mogelijkheid niet uitvoerbaar wanneer de hoofdmotor niet voldoende vermogen heeft.

Een vergelijking van de doelmatigheid en snelheid van de methoden aangegeven onder a). en b). is slechts dan mogelijk indien diagrammen beschikbaar zijn die de diepteloop van de bovenpees van een vistuig weergeven als functie van de snelheid voor variërende lengten vislijn.

ad a). Met behulp van deze diagrammen kan bepaald worden de benodigde snelheidsvermeerdering om het vistuig, vanuit een gegeven snelheid tijdens het vissen, een bepaalde afstand in hoogte te laten stijgen. Indien de weerstandskromme van het vistuig bekend is, kan de benodigde trossentrek bij deze verhoogde snelheid bepaald worden, waarna bekeken kan worden of de bij deze snelheid behorende trossentrek door de voortstuwingsinstallatie geleverd kan worden.

ad b). Tevens kan met behulp van deze diagrammen bepaald worden bij welke snelheid van het vaartuig (en vistuig), en welke vislijnlengthe de diepteloop van de bovenpees op de gewenste waarde komt.

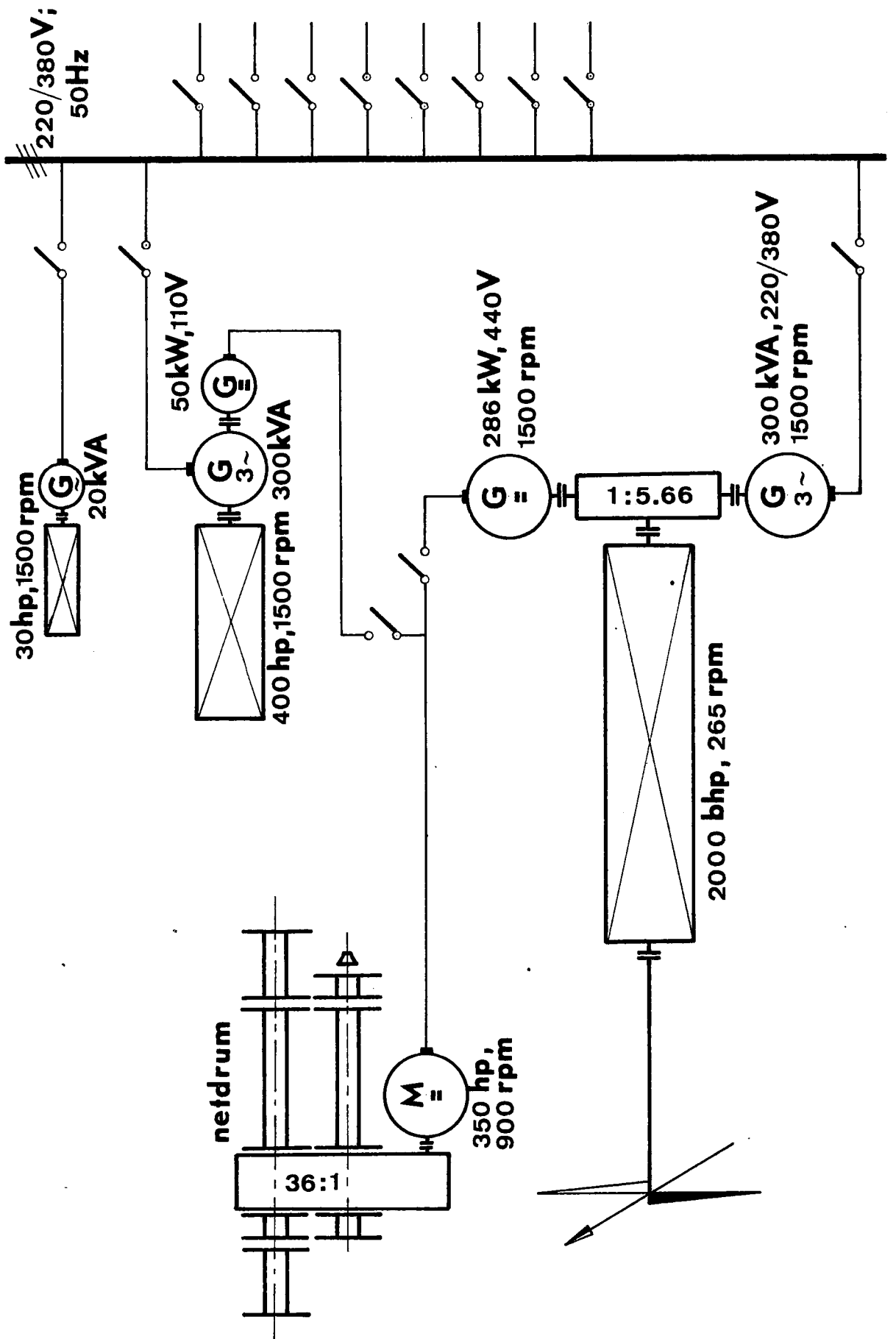
Slechts indien de beschreven diagrammen aanwezig zijn, kan een analyse gemaakt worden van deze beide onder a). en b). aangegeven methoden. Hierbij dient men te bedenken dat de tijdsduur, tussen het moment van registratie van de school onder het vlak van het vaartuig en het moment van in het vanggebied van de netopening komen van deze school, mede bepalend is voor de te volgen methode.

Deze tijdsduur is afhankelijk van de lengte van de vislijn, de snelheid van het vaartuig en de lengte van de voorlopers.

Daar bij het in hoogte verstellen van het vistuig verschillende van elkaar afhankelijke grootheden van invloed zijn, ligt het in de verwachting dat hiervoor speciale reken- en regelautomaten ontwikkeld zullen kunnen worden, waarbij de vislier, de spoed van de schroef, e.d. vanuit een centrale regelautomaat gestuurd worden. Uit informatie is gebleken dat hieraan vooral in Japan gewerkt wordt.

IJmuiden, 2 maart 1971.

ir. E.J. de Boer
Afdeling Technisch Onderzoek
van de Direktie v/d Visserijen



Benaming

Diagram Propulsion and Power Plant

Formaat

A4

Figure 1

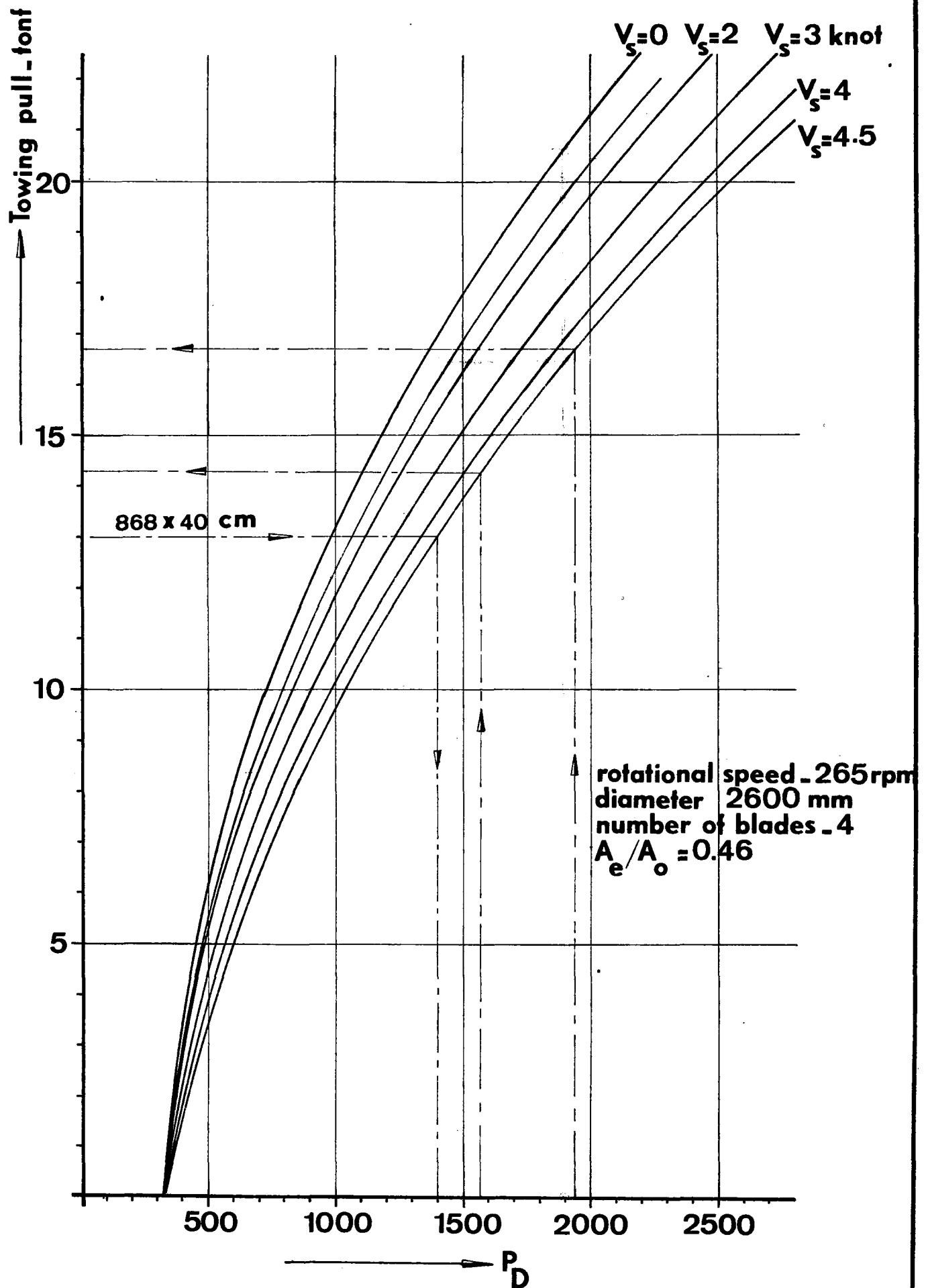
Schaal

Gecontroleerd

Getekend **dB**

Gezien

Rangschikmerk



Benaming

Towing pull as function of P_D

Formaat

A4

Figure 2

Schaal

Gecontroleerd

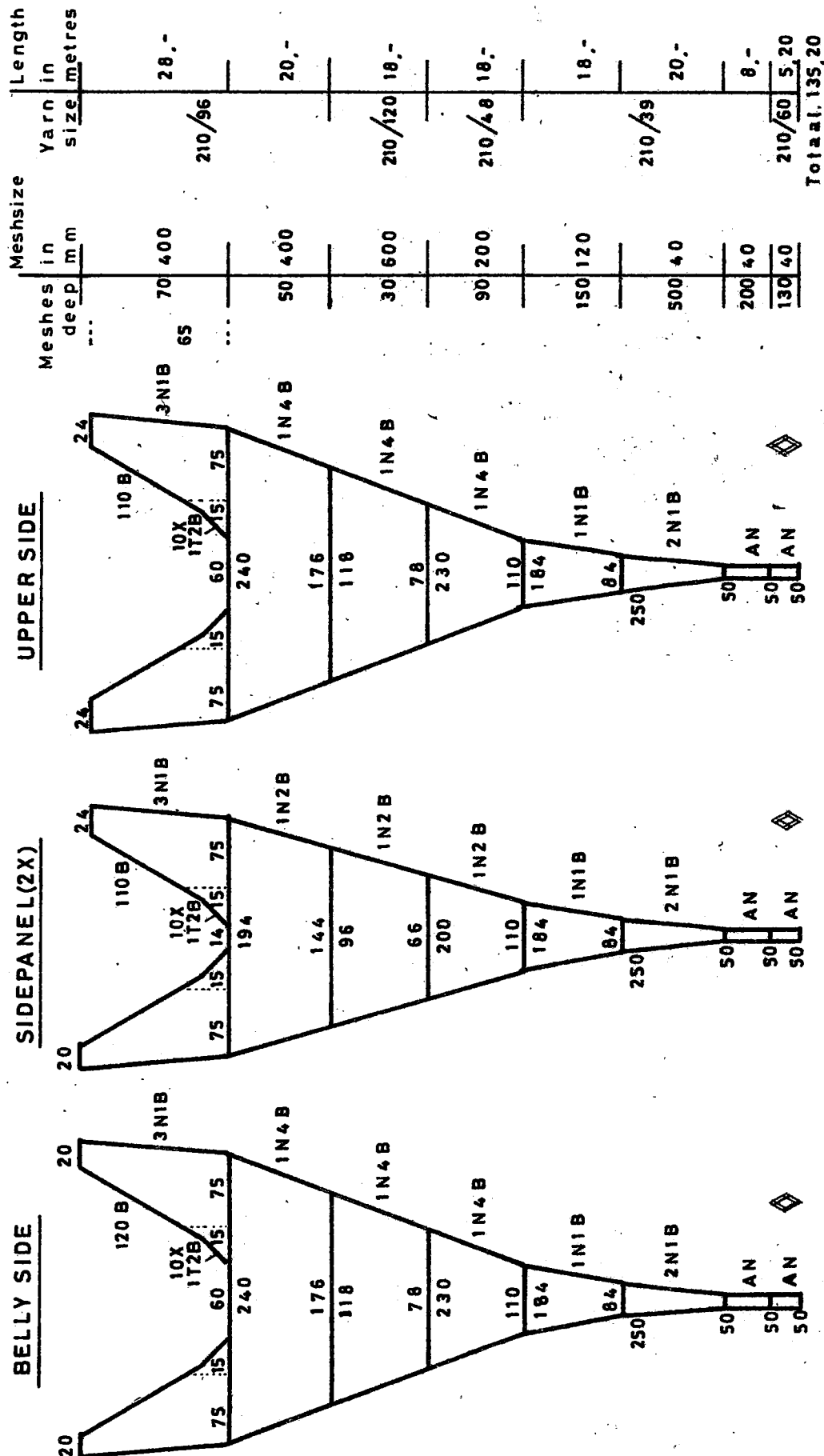
Getekend

dB

Gezien

Rangschikmerk

Auteursrecht voorbehouden volgens de wet

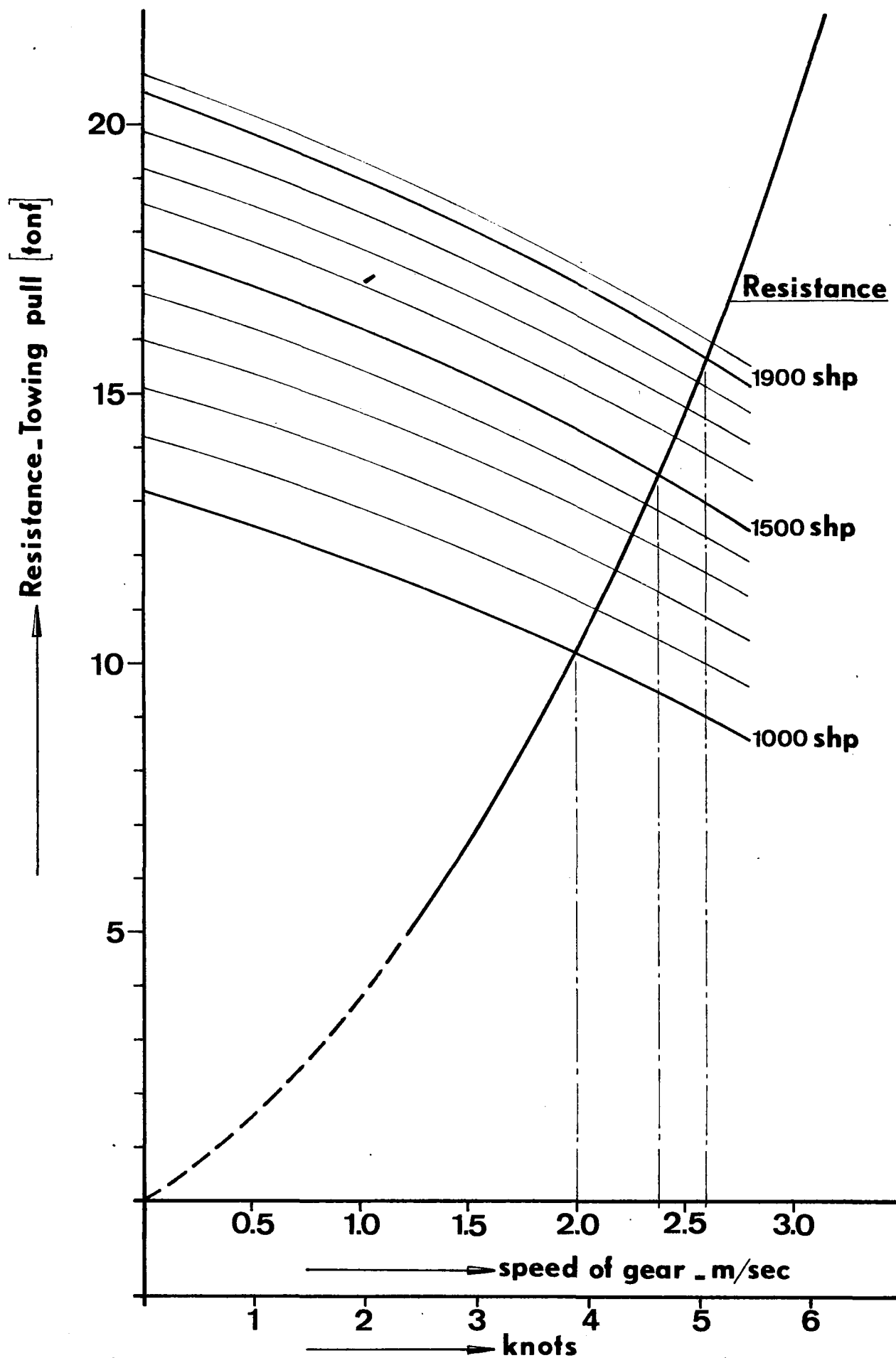


Length Healine		
120 metres	End	
21,50	"	110 B
2,80	"	5X1T2B
2,-	"	5X1T1B 2X
2,40	"	5X2T1B
7,-	"	Middle
66,80	"	Total

Length Side-rope(2X)		
120 metres	End(2X)	
23,50	"	120 B
2,80	"	5X1T2B
2,-	"	5X1T1B 2X
2,40	"	5X2T1B
0,10	"	Middle
21,50	"	110 B
61,90	"	Total

Length Foot-rope		
120 metres	End	
23,50	"	120 B
2,80	"	5X1T2B
2,-	"	5X1T1B 2X
2,40	"	5X2T1B
7,-	"	Middle
70,80	"	Total

Benaming		<u>PELAGIC-TRAWL</u>		Formaat A4		Figure 3
Circumference 868 meshes of 40 cm (stretched)						
TECHNISCH VISSERYONDERZOEK		Schaal 1:1000	Gecontroleerd		Rangschikmerk 70-A-05-07-2/	
		Getekend W. Toef.	Gezien			
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet						



Benaming

Resistance 868x40 cm meshes pelagic gear

Formaat

A4

Figure 4

Schaal

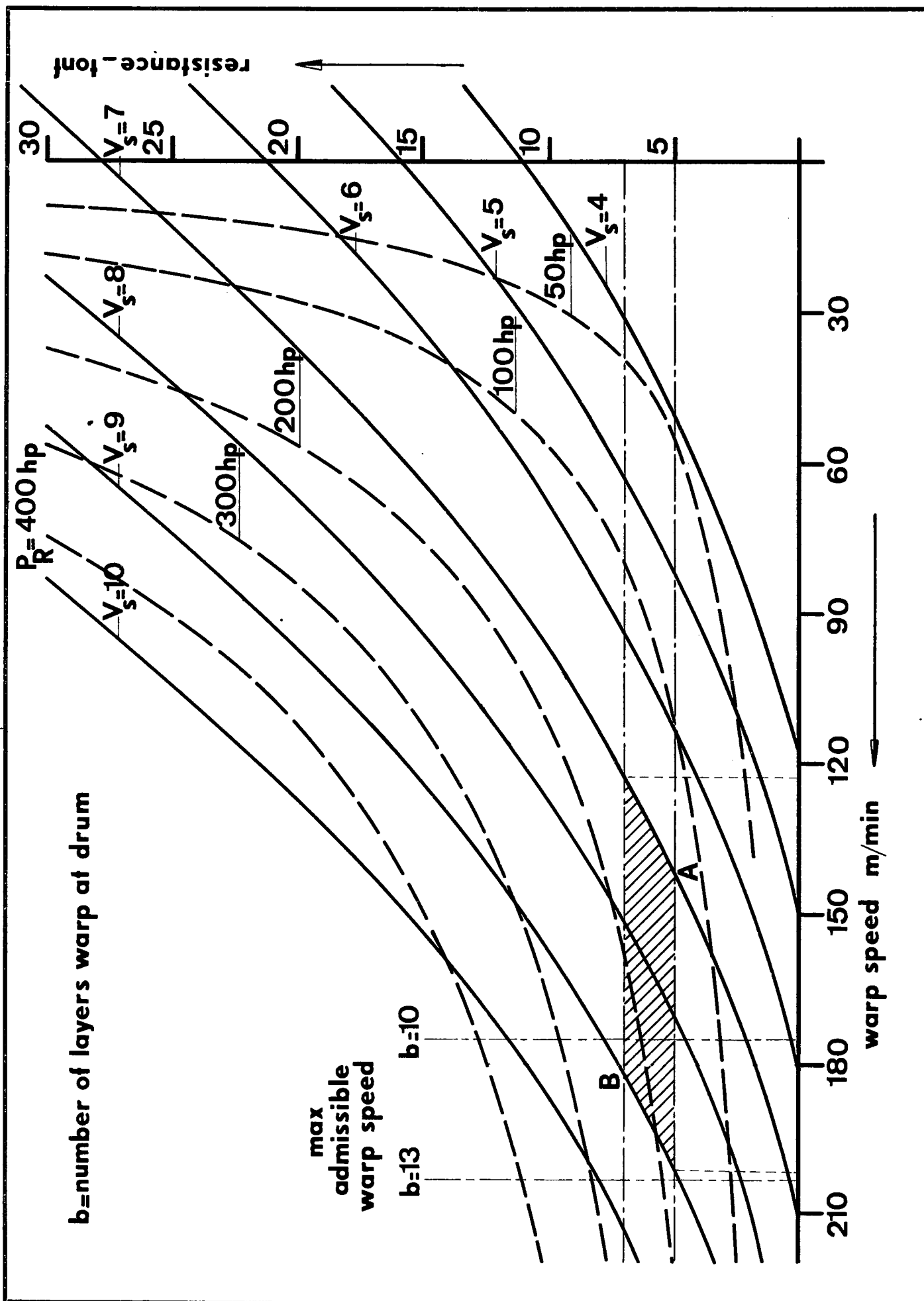
Gecontroleerd

Getekend **dB**

Gezien

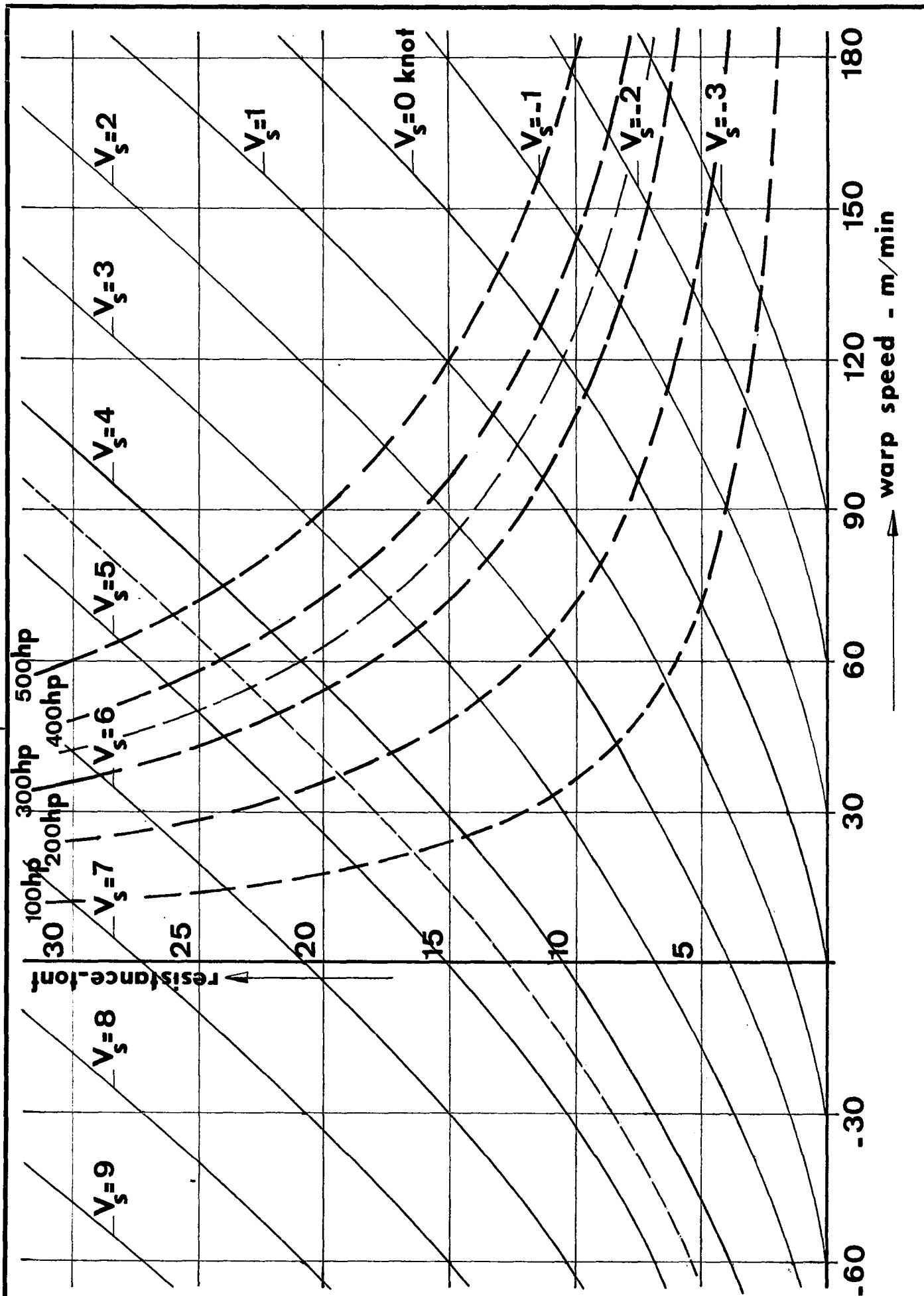
Rangschikmerk

Auteursrecht voorbehouden volgens de wet



Benaming			Formaat	
Shooting 868x40 cm pelagic gear			A4	
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet	Schaal	Gecontroleerd	Rangschikmerk	
	Getekend dB	Gezien		

Figure 5



Benaming

**Resistance 868x40cm meshes pelagic gear
when hauling**

Formaat

A4

Figure 6

Schaal

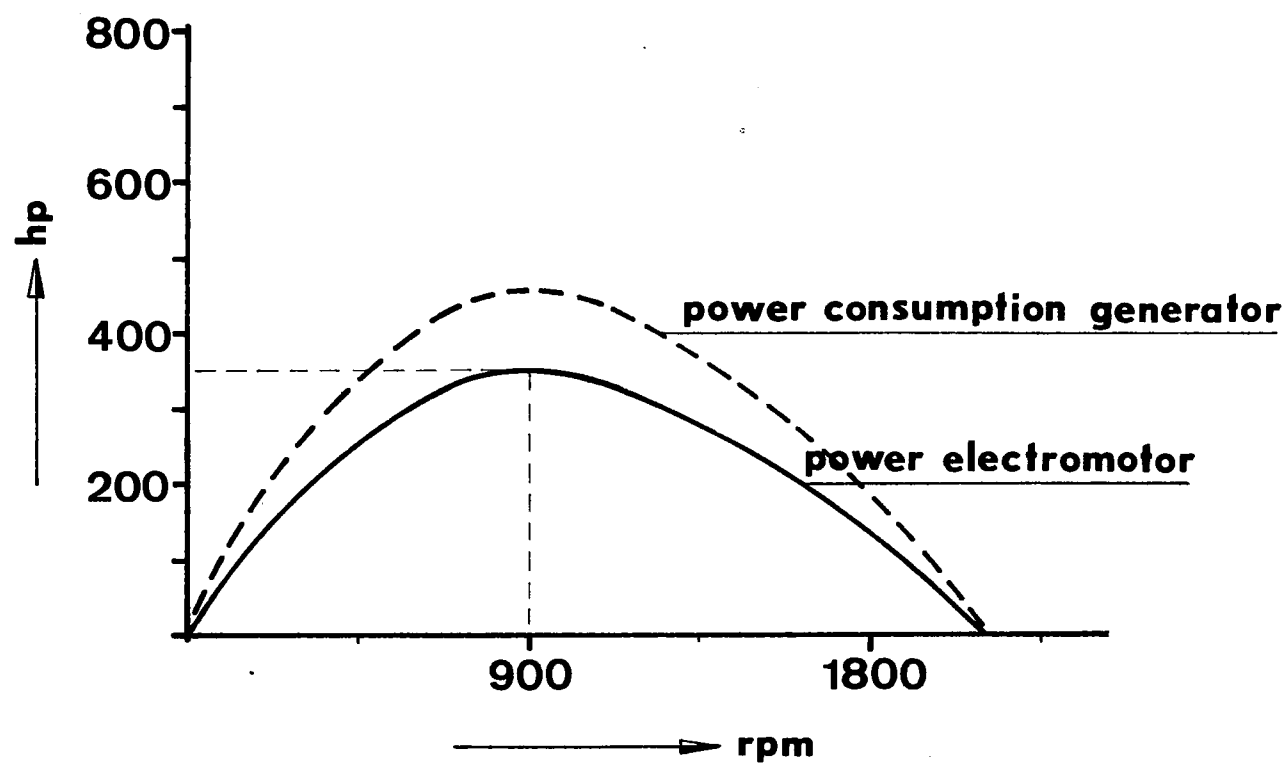
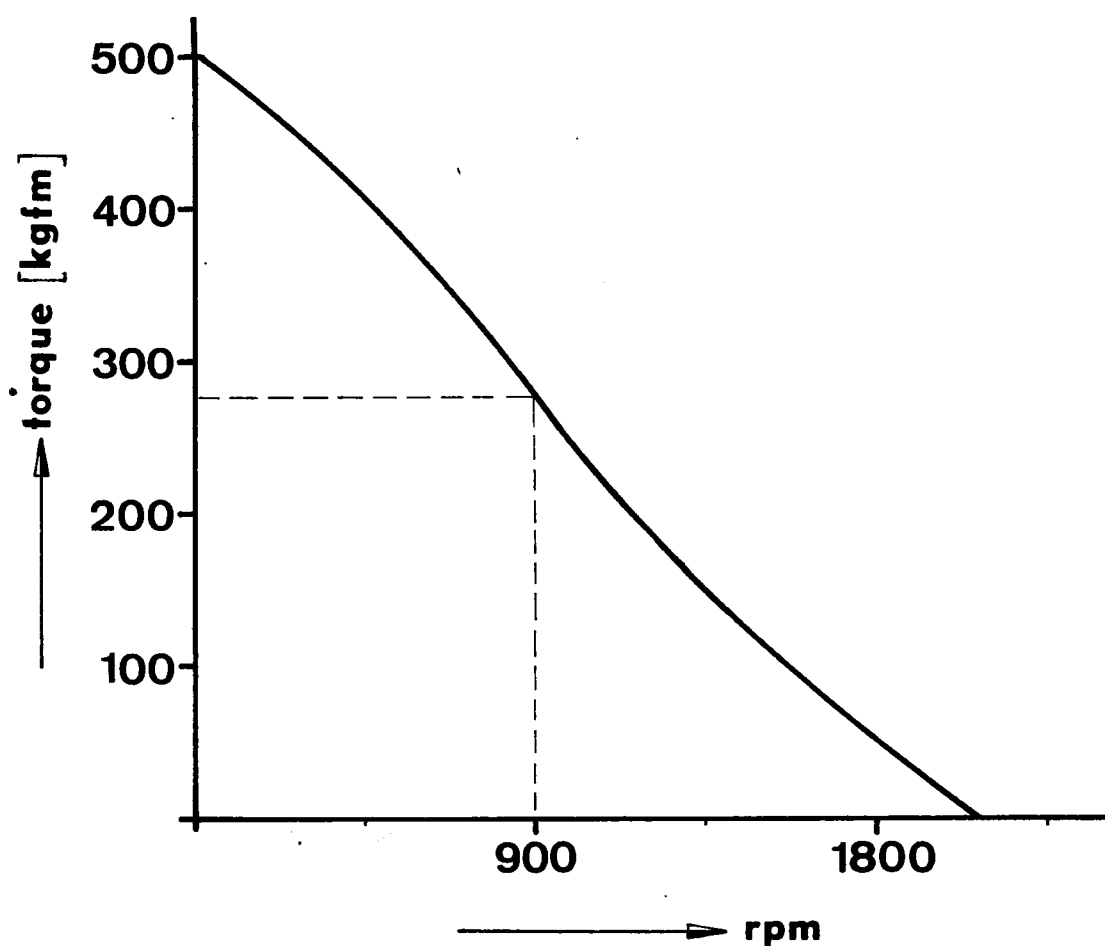
Gecontroleerd

Getekend **dB**

Gezien

Rangschikmerk

Auteursrecht voorbehouden volgens de wet



Benaming **Characteristics of winch drive**

Formaat

A4

Figure 7

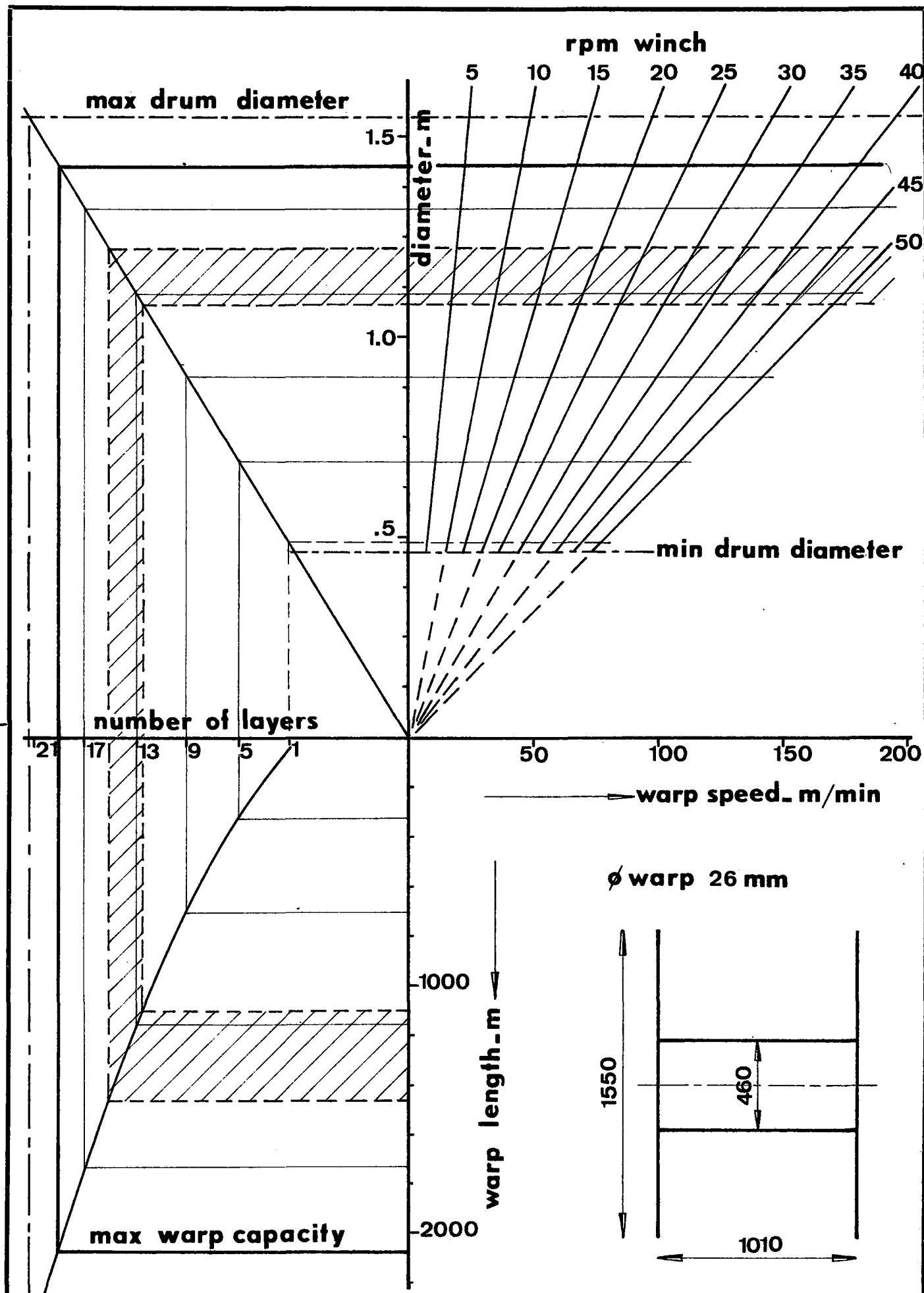
Schaal

Gecontroleerd

Getekend **dB**

Gezien

Rangschikmerk



Benaming

Characteristics of winch drum

Formaat

A4

Figure 8

Schaal

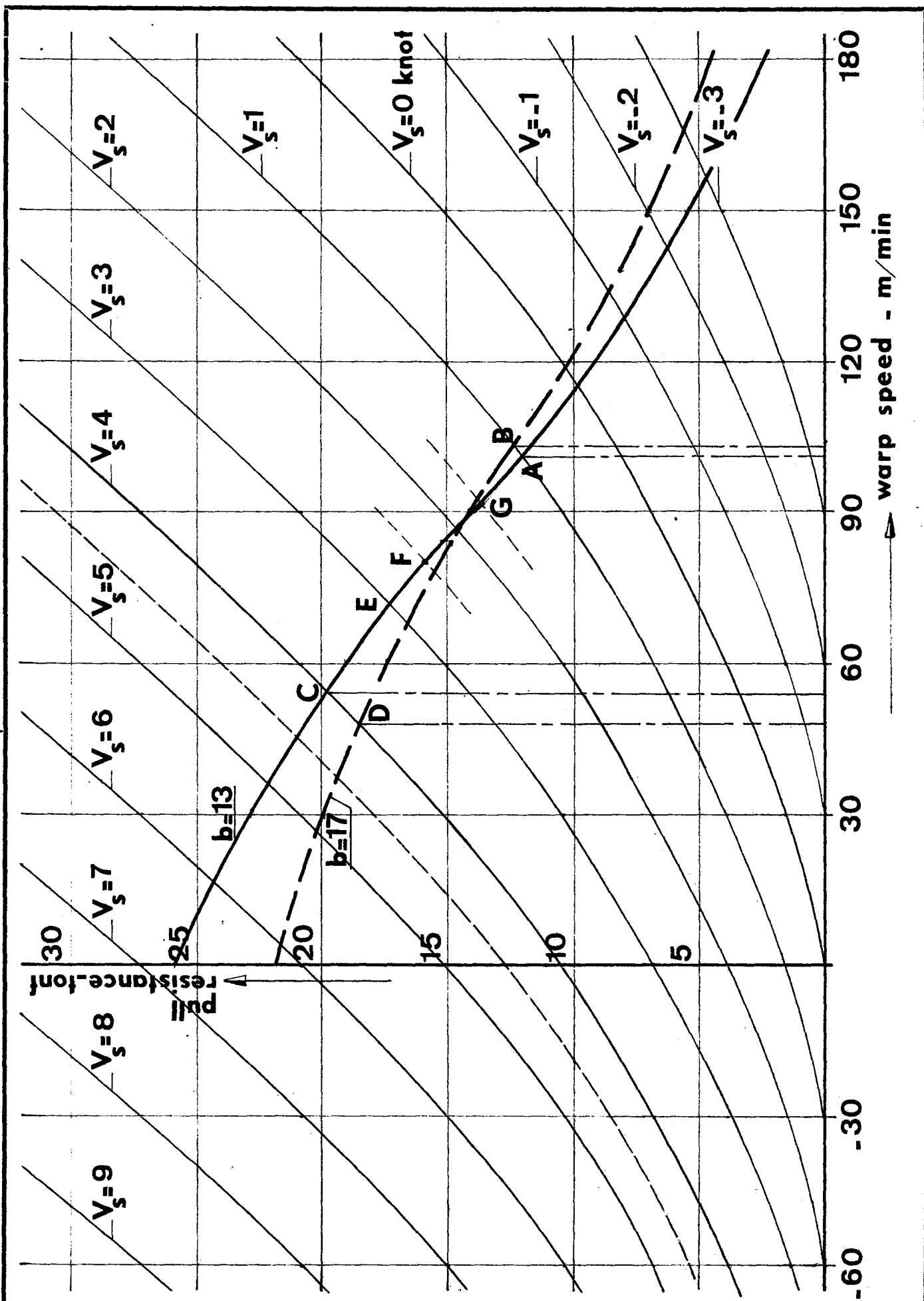
Gecontroleerd

Getekend

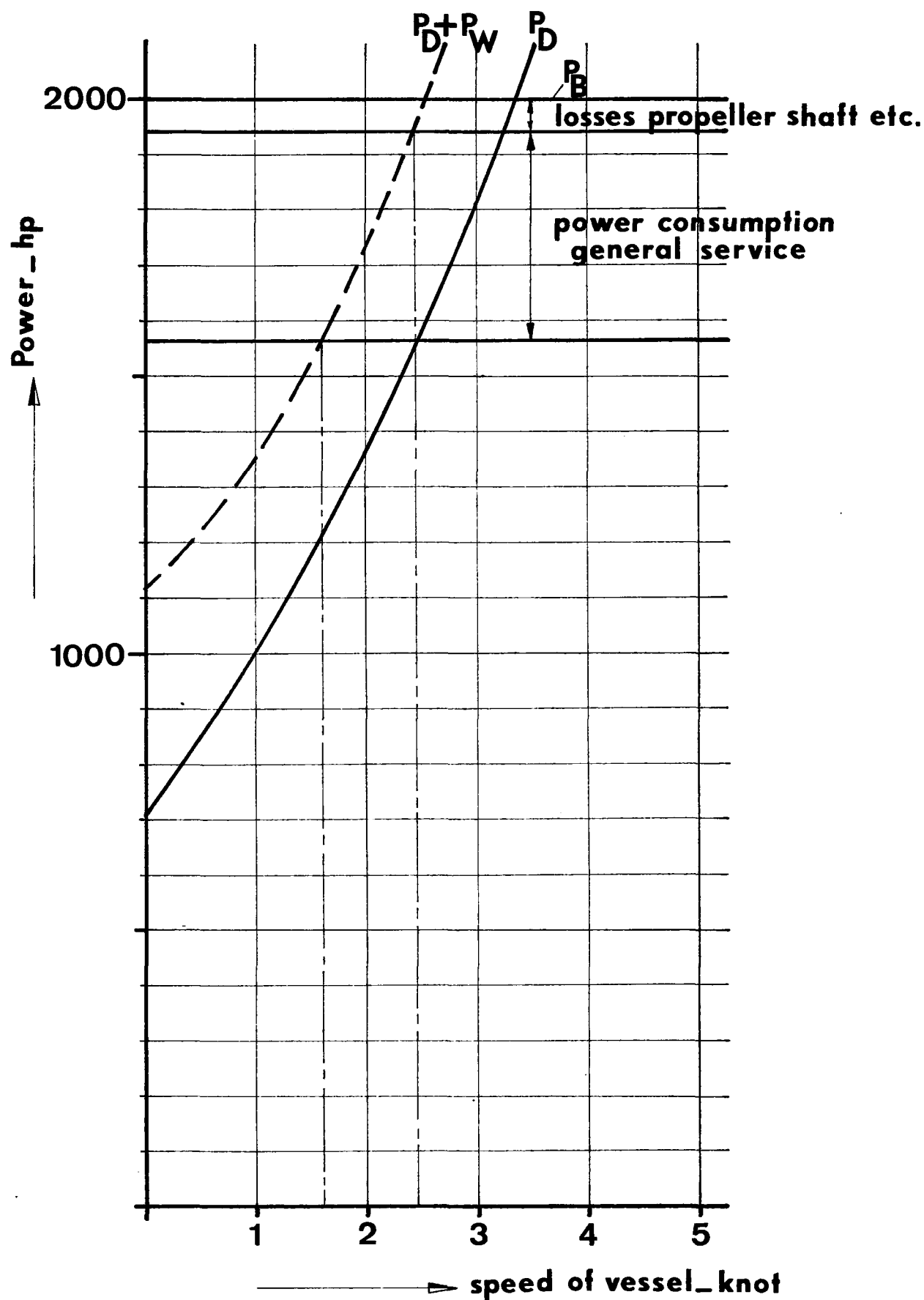
dB

Gezien

Rangschikmerk



Benaming			Formaat	
Performance of trawl winch			A4	Figure 9
Schaal		Gecontroleerd	Rangschikmerk	
Getekend 		Gezien		
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet				



Benaming

Power distribution when hauling

Formaat

A4

Figure 10

Schaal

Gecontroleerd

Getekend **dB**

Gezien

Rangschikmerk