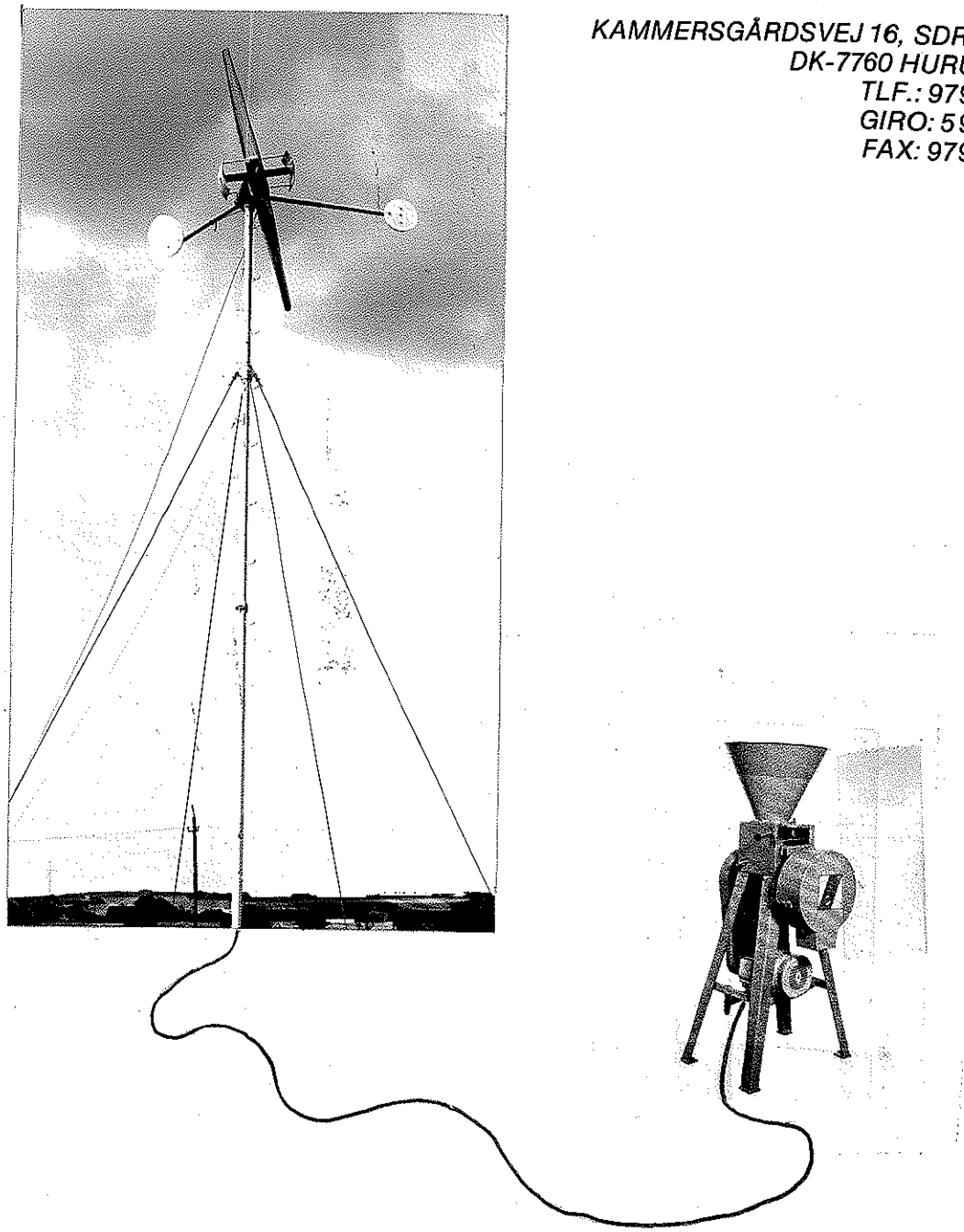
Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGÅRDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP THY
TLF.: 97956555
GIRO: 5934133
FAX: 97956565



VINDKVÆRN TIL U-LANDE

af

Lars Yde

Projektet er udført
med støtte fra
Teknologirådets Styregruppe
for Vedvarende Energi

TR-projektnr.:
1988-144/470-880220

FOLKECENTER FOR RENEWABLE ENERGY, INT. TEL.: +4597956555, INT. FAX: +4597956565
Address: FOLKECENTER, P. O. BOX 208, DK-7760 HURUP THY, DENMARK

FC tryk
Oktober 1989

ISBN 87 88660 71 0

VINDKVÆRN TIL U-LANDE

INDHOLDSFORTEGNELSE:

		side
Konklusion		1
Datablad FC 4000 WindMotor		3
Forsøgsrapport for uge:		
36/88	Hul tårn aksel	4
41/88	Massiv tårnaksel	5
44-45/88	Massiv tårnaksel	7
47/88	EM250 Effektkarakteristik	12
48/88	Mølle + kværn mekanisk transmission	18
49/88	Virkningsgrad og ydelsen	22
50/88	Elektrisk transmissionssystem	26
2/89	PMG-generator + LMW-rotor	28
3/89	Asynkron-generator	29
4-34/89	El-mølle + ydelser	30
Datablad, Skiold Tempo		36
Datablad, Euromil EM250		38
Datablad, PMG 75		41
Tegninger		46

Konklusion.

Små dieseldrevne kværne er ved at vinde stor udbredelse i u-landenes landdistrikter og indgår i stadigt stigende omfang i u-landsorganisationernes projektindkøb. Flere danske virksomheder har gennem årene forstået at udnytte den know-how, de har opbygget i forbindelse med kværne til dansk landbrug, til at levere til u-landsmarkedet, og Danmark er nu en af verdens førende leverandører af stenkværne og hammermøller.

Imidlertid er der problemer med drivkraften til kværnene. El-nettet når ikke ret langt ud i u-landenes landdistrikter, og hvor de findes, er der tit strømafbrydelser, og el-prisen er høj. Forsyningerne af dieselolie er også upålidelige, og priserne er høje, samtidig med at motorerne tit bryder sammen og vanskeligt kan repareres. Omkring 90% af de driftsforstyrrelser, der findes ved en dieseldrevet kværn, stammer fra diesel-motoren.

Der er således et klart behov for at arbejde med alternativer til de nuværende drivmidler, og vindenergien er interessant i denne forbindelse, fordi den er en lokal energikilde, der er uafhængig af forsyninger udefra. Samtidig kan kombinationen af vindmølle og kværn teknologisk gøres så enkel, at vedligeholdelse og reparation kan udføres lokalt.

Dette er baggrunden for, at der er etableret et samarbejde mellem nogle danske kværnproducenter og Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi (FC) om udvikling af en vinddrevet kværn.

Udviklingsarbejdet startede der, hvor den teknologiske udvikling var nået til herhjemme. Det vil sige et rent mekanisk transmissionssystem fra møllevingerne via vinkelgear og en lang aksel ned gennem tårnet til et remtræk over til kværnen. Denne form for transmissionssystemer kendes også fra de gamle fabrikker, hvor man havde en lang aksel under loftet gennem hele fabrikshallen og så remtræk ned til de enkelte maskiner.

Idag har man en eller flere motorer siddende på denne enkelte maskine. Den lange aksel er erstattet med et elektrisk kabel.

Udviklingen af den nye vindkværn kom til at følge samme spor. Der blev opbygget en forsøgsmølle med en ren mekanisk transmission. Prøvekørslerne virkede ikke overbevisende. Der var ret store tab i systemet, og hvis møllen skulle designes til en levetid på 20 år (100.000 drifttimer), ville det blive en temmelig dyr og tung sag.

Herefter opstod den idé at bruge et elektrisk transmissionssystem i stedet for det mekaniske. Det vil have en række fordele:

1) Kværn og mølle kunne placeres uafhængig af hinanden og muliggør således en større produktion fra møllen.

2) Møllen kan anvendes til andre formål:

- opladning af batterier
- vandpumpning
- værkstedsmaskiner
- ovn
- komfur
- belysning
- køling

osv.

3) Tårnet kunne let og billigt gøres højere. Produktionen vil typisk blive det dobbelte, hvis tårnet forhøjes fra 6 til 12 meter.

4) Møllen ville blive mere enkel og driftsikker.

5) For samme vingeareal vil en elektrisk mølle være billigere end en mekanisk.

Møllen kunne bygges efter samme princip som ofte bruges på batteriladermøller. D.v.s. at vingen monteres direkte på en mangepolet permanentmagnetiseret generator. Herfra et kabel via et motorværn direkte til den el-motor, som kværnen normalt leveres med.

Der er nu bygget en mølle efter dette koncept med følgende hoveddata. Vingediameter er 4 meter, og der er to vinger. Generatoren er på 1,5 kW og tårnet 12 m højt.

Møllen trækker en 300 mm kværn, som maler ca. 30 kg fint grahamshvedemel i timen ved en vindhastighed på 7 m/s (jævn vind).

Som nævnt kan en sådan mølle bruges til meget andet end at male korn. Vi har allerede brugt møllen til at trække en søjleboremaskine, betonblander, vandpumpe, opladning af batterier. Andre anvendelser kan tænkes som f.eks. drift af svejseanlæg samt diverse håndværktøj, og så er vi derhenne, hvor en sådan mølle kan levere energi til en lille landsbysmedie hvor som helst i verden, der er vind til det.

Møllen er endnu ikke langtidstestet. Det vil foregå på bageriet Aurion, Guldagervej 525, Ilbro, 9800 Hjørring fra januar 1990 og frem, hvor møllen skal levere mel til bageriet.

I forbindelse med denne afprøvning skal Prøvestationen RIsø foretage en vurdering af møllen.

Resultaterne af langtidstesten og Risøs vurdering udsendes i en særskilt rapport.

Small scale wind technology development at the Folkecenter:

the wind motor series

FC 4000 WIND MOTOR

The FC 4000 Wind Motor belongs to the series of small scale wind turbines, developed by the Folkecenter for Renewable Energy for application under different climatic conditions, like the extremely high wind regimes in the Arctic, the low wind regimes in the Tropics and the medium wind regimes like in Denmark.

The development of small scale wind turbines dates back to the mid 1970's, where a wide range of mechanical and electrical systems were developed and tested. The systems were developed for different purposes such as water pumping, battery charging and heating.

The PMG-design.

Based on the experiences from this development, the Folkecenter has developed the wind motor series, a series of small multipurpose electric wind turbines. The wind motors are equipped with the most recently designed permanent magnet generators (PMG), and are thus very simple and reliable. The slow rotating PMG-generator is coupled directly to the rotor of the wind turbine. Gearboxes are not applied and the design is more simple, has a better efficiency, a longer lifetime and is close to maintenance-free. Furthermore, the electric control system is more simple than on other electrical wind turbines.

Multi-purpose application.

The wind motors can be applied for a wide range of purposes. The fluctuating voltage and frequency of the electricity can be converted directly in centrifugal pumps, in compressors and in standard electrical motors used for e.g. grinders, electric machinery etc.

On more delicate applications, requiring a higher quality of electricity, like e.g. light, computers, television, radios, the electricity can be converted, stored and later tapped from e.g. lead/acid car batteries.

The FC 4000 Wind Motor.

The FC 4000 Wind Motor is a 1.5 kW wind turbine, designed for low wind regimes. It has a wide range of applications such as grinding, water pumping, cooling or battery charging.

Rotor.

Low solidity 2 bladed rotor, one beam, made of wood or fibreglass.

Hub and airbrakes.

Due to the one beam-rotor, the hub has a simple design. A set of airbrakes, mounted on the hub, controls the rotational speed when the generator is unloaded.

Generator and nacelle.

The permanent magnet generator is the main component of the nacelle, featuring main shaft, bearings etc. in the same unit. Besides, the nacelle consists of mountings for the wind vanes and a simple roller bearing for yawing.

Yawing and safety system.

The yawing and safety system consists of a side vane and a hinged main vane, held in position by a spring. In case of critically strong winds, the pressure on the side vane will outbalance the tension of the spring, the main vane will start turning and the rotor will yaw out of the wind. The maximum wind speed can be adjusted by changing the pre-tension of the spring.

Tower.

The tower is made of iron pipe, supported by 3 guy wires.

Main data:

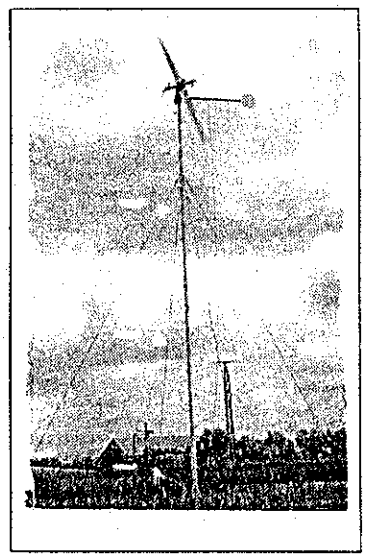
Rated output:1.5 kW
Rotor diameter:4 m
Hub height:12 m
Rotations:0-500 rpm

Generator specifications:

1,5 kW permanent magnet generator, 3x220 V, 428 rpm at 50 Hz, efficiency 89-94%.

Production rates:

Mean wind speed:	Annual production:
3 m/s	530 kWh
4 m/s	1.580 kWh
5 m/s	3.330 kWh
6 m/s	4.730 kWh



Wind speeds:

Cut in:	3 m/s
Rated:	10 m/s
Cut out:	15 m/s
Survival:	45 m/s

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport for uge 36

Under projektforberedelsen viste det sig, at en vindmølle til drift af en standardkværn med en 600 mm sten skulle have en vingediameter på ca. 6 meter. Det er en ret stor mølle at gøre forsøg med, idet det ville blive både dyrt i materialer og tidsforbrug. Derfor er de første forsøg udført med en noget mindre mølle, nemlig en FC 420, som er 4,2 m i vingediameter.

Denne mølle har tidligere været brugt som batteriladermølle og er derfor forsynet med et hulaksel vinkelgear 1:16,4 af mærket "Rossi". Fra gearet blev der trukket en aksel ned gennem det ca. 7 m høje tårn til en kværn EM25/250 monteret på et støbt fundament på jorden.

Akslen var opbygget efter samme princip som kadangakslen til en bil. Dvs. som et tyndvægget stålrør med en massiv akselstump i hver ende.

For at muliggøre montering blev akslen delt i to stykker og lejret i gearkassen, midt på tårnet og på kværnens fundament.

Det anvendte rør havde en udvendig diameter på 38 mm og en indvendig på 35 mm.

Da akslen var monteret, viste det sig, at de anvendte rør fra leverandøren var bøjede. Udbøjningen målt på midten var ca. 5 mm. Dels derfor og dels p.g.a. den store lejeafstand (ca. 3 m) gik akslerne i sving.

Derefter blev der monteret et simpelt støtteleje midt på den øverste akseldel, efter at den nederste halvdel var fjernet. Til trods for at akslen stadig var bøjet, gik den ikke i sving.

Konklusionen på forsøgene er, at der bør anvendes massive aksler, da røraksler er for sårbare.

Lejeafstanden behøver ikke at være mindre end ca. 1,5 m.

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport

for uge 41

I uge 36/88 blev der gjort forsøg med røraksler. Konklusionen herpå blev, at de er for sårbare (bøjes og bules under transport), samt at lejeafstanden ikke behøver at være mindre end 1,5 m.

Rørakslerne, eller rettere den øverste, er erstattet af en massiv 35 mm centerslebet aksel med en tolerance på 0,01 mm.

Da det anvendte vinkelgear, som er monteret på møllens hovedaksel ikke kan låses fast, således at udgangsakslen, som vender ned i tårnet, er 100% parallelt og 100% i centrum af krøjelejet, er der mellem gearet og den lodrette aksel i tårnet indskudt en fleksibel kobling. For at styre koblingen er der monteret et ekstra leje ved denne i tårnet. Midt på akslen er der et støtteleje. Denne konstruktion udgør et "akselmodul" og består altså af en aksel med et leje i hver ende og et på midten samt en fleksibel kobling i den ene ende.

Dette modul kan gentages så mange gange som tårnets højde kræver.

Der er anvendt sfæriske rullelejer med klembøsninger i flangehuse. Det nederste leje bærer akslens vægt, medens de to øverste kun støtter horisontalt og kan vandre frit i husene i lodret retning, når akslen udvier og trækker sig sammen p.g.a. temperaturvariationer. Prisen på modulet bliver ca. 3.000 kr. for 3 meter.

I den endelige udgave bør der ikke anvendes et hulakselgear, men et gear med fod, som kan monteres i maskinhuset for at få en så præcis oplejring som muligt i forhold til tårnakslen. Lejringen af hovedakslen kunne evt. også ske i gearkassen, en såkaldt integreret løsning.

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

Priser på akselmodul på 3 m:

Aksel, 3 meter.....	250,- kr.
Lejer 22208 CCK, 3 stk.....	990,- "
Bøsning H300, 3 stk.....	576,- "
Hus 722508 DB, 3 stk.....	1.044,- "
Kobling ?.....	300,- "
	3.160,- kr.

Hvis det midterste leje kan undværes, bliver prisen 870 kr. billigere, dvs. 2.290,- kr.

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport uge 44-45

For at undersøge om det midterste leje på akselmodulet kunne undværes, blev det flyttet ned til det nederste akselleje, således at disse to sad helt tæt. Fig. 1.

Ved et omdrejningstal på ca. 1.000 begyndte akslen at gå i sving.

Mellem det øverste leje og den fleksible kobling er der en afstand på ca. 15 cm. Denne afstand sammen med en lille parallelforskydning mellem tårnakslen og gearakslen kan måske inducere en svingning i akslen, når omdrejningstallet og akslens egenfrekvens falder sammen.

For at undersøge dette nærmere blev det øverste leje flyttet helt op til koblingen. Fig. 2. Det hjalp ikke, akslen gik stadig i sving.

Konklusion: 3 meters lejeafstand er for meget.

Et nyt forsøg blev gjort for at spare et leje. Det midterste leje blev flyttet ned til bundlejet, og det øverste blev flyttet ned på det midterste lejes plads. Fig. 3. Op til ca. 2.000 o/min. var der ingen problemer, men ved omdrejninger over ca. 2.500 var der en tendens til, at akslen ville gå i sving.

Som anført på projektmødet d. 01.11.88 er det uheldigt med 3 lejer på samme aksel, idet det tvinger akslen til at bøje sammen med tårnet, dvs. følge tårnets bevægelser.

Midterlejet blev sat på plads igen, men lejepladen blev ikke spændt fast på tårnet. Fig. 4. Herefter gik akslen ikke længere i sving selv ved 2.000 o/min.

Dvs. hvis den midterste lejeplade monteres på tårnet i gummibøsningen, så kan tårnet bøje sig, uden at akslen bøjer med.

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

For at måle det tryk og dermed den belastning, som det midterste leje bliver udsat for (uden gummiophæng), blev det flyttet ned til det nederste leje. Fig. 1. Herefter monteredes et måleur på tårnet til registrering af akslens udbøjning. Tårnet blev sat i kraftig resonans, sving og udbøjningen målt midt på akslen var max. 1 mm. Derefter påførtes akslen samme udbøjning ved at trække i akslen med en kraft på 10 Kp.

De anvendte lejer har et dynamisk bæringstal på 7.000 Kp, hvilket betyder, at belastninger på lejet på grund af tårnets bevægelse er ubetydelig, og der kan derfor udmærket monteres tre lejer på samme aksel.

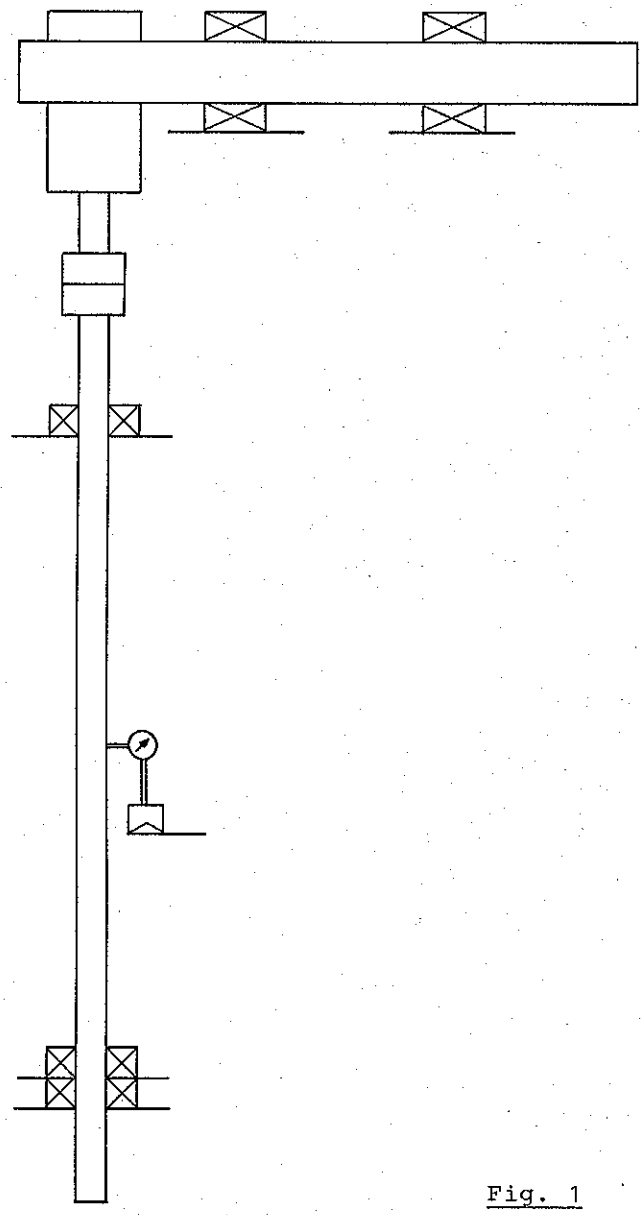


Fig. 1

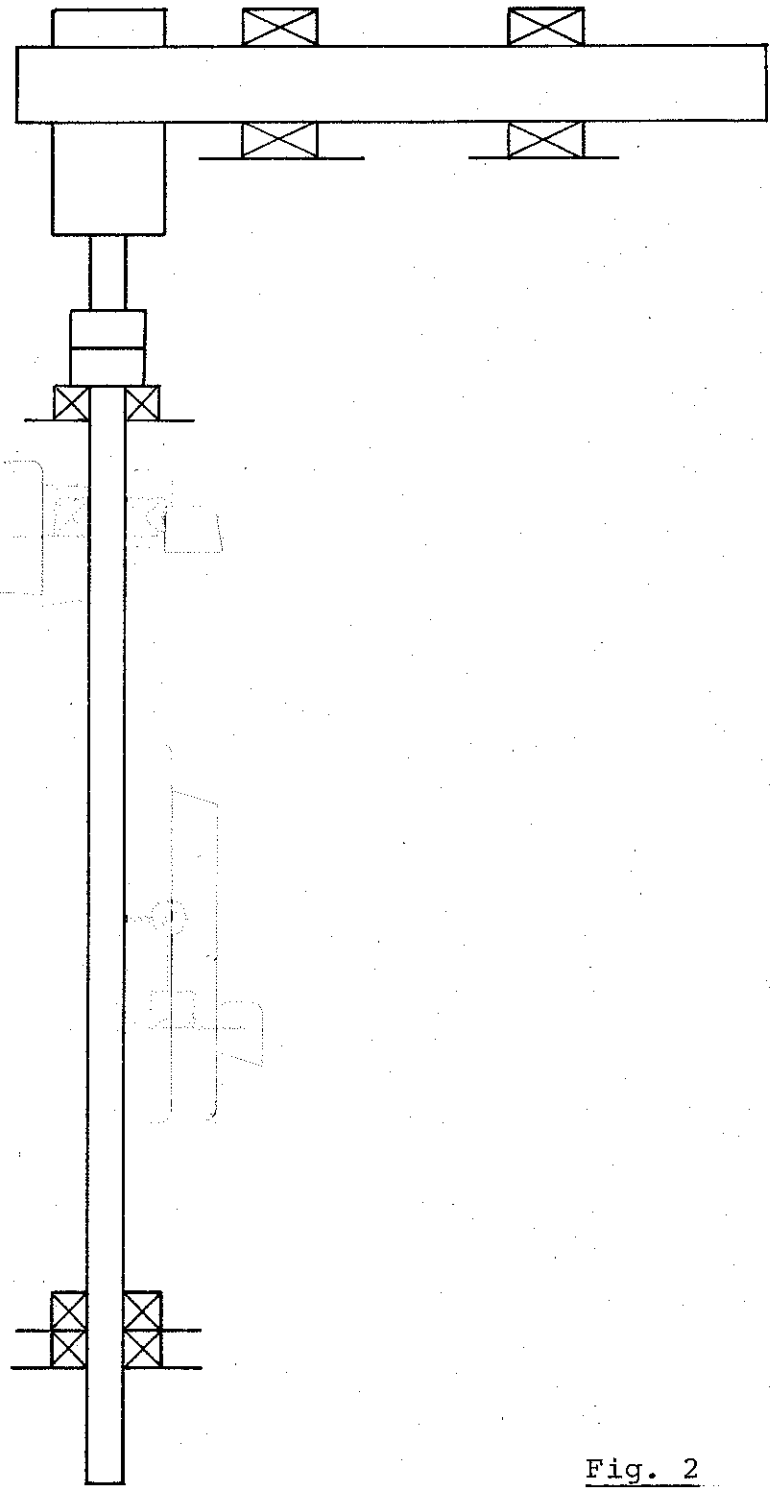


Fig. 2

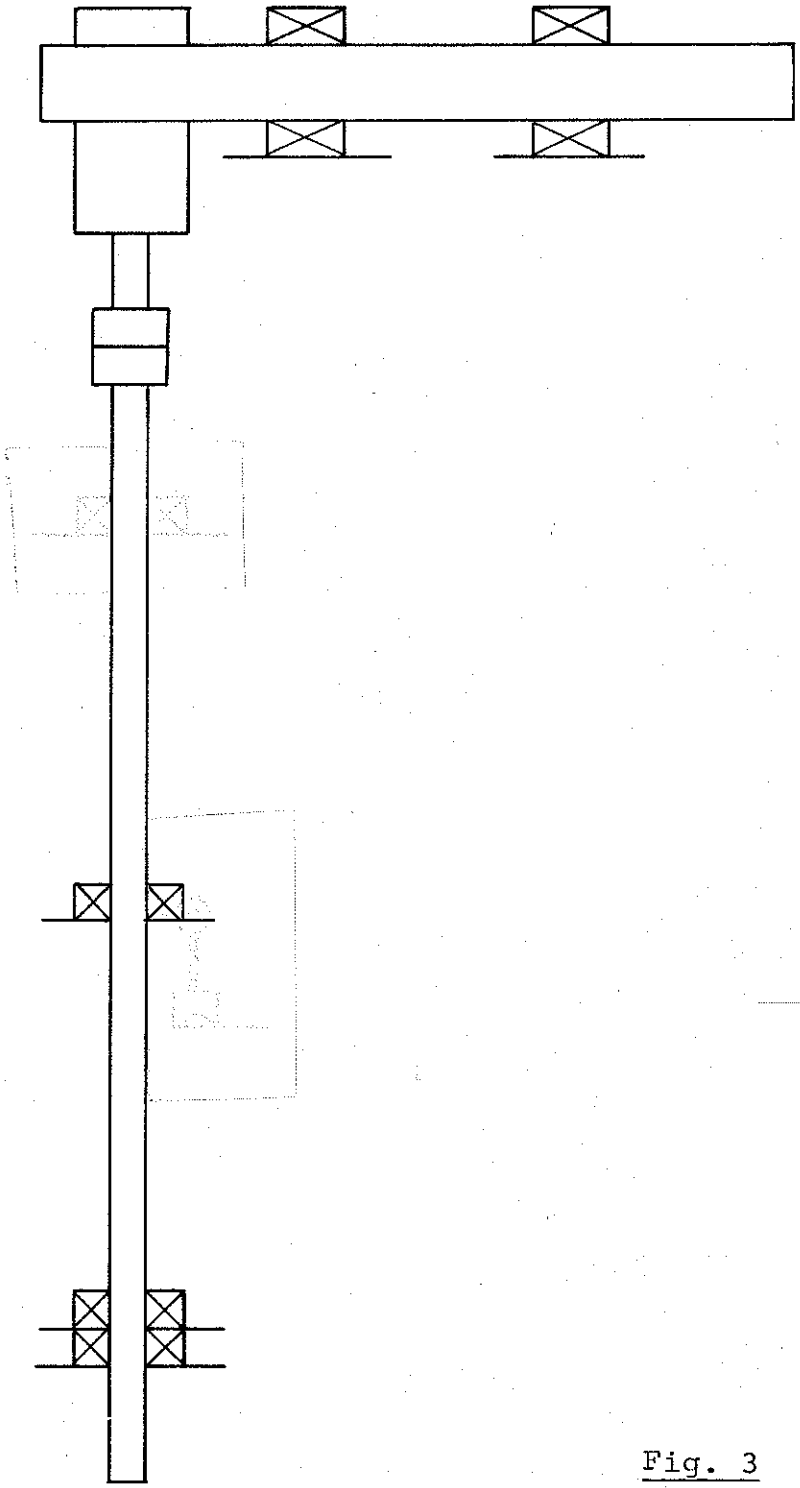


Fig. 3

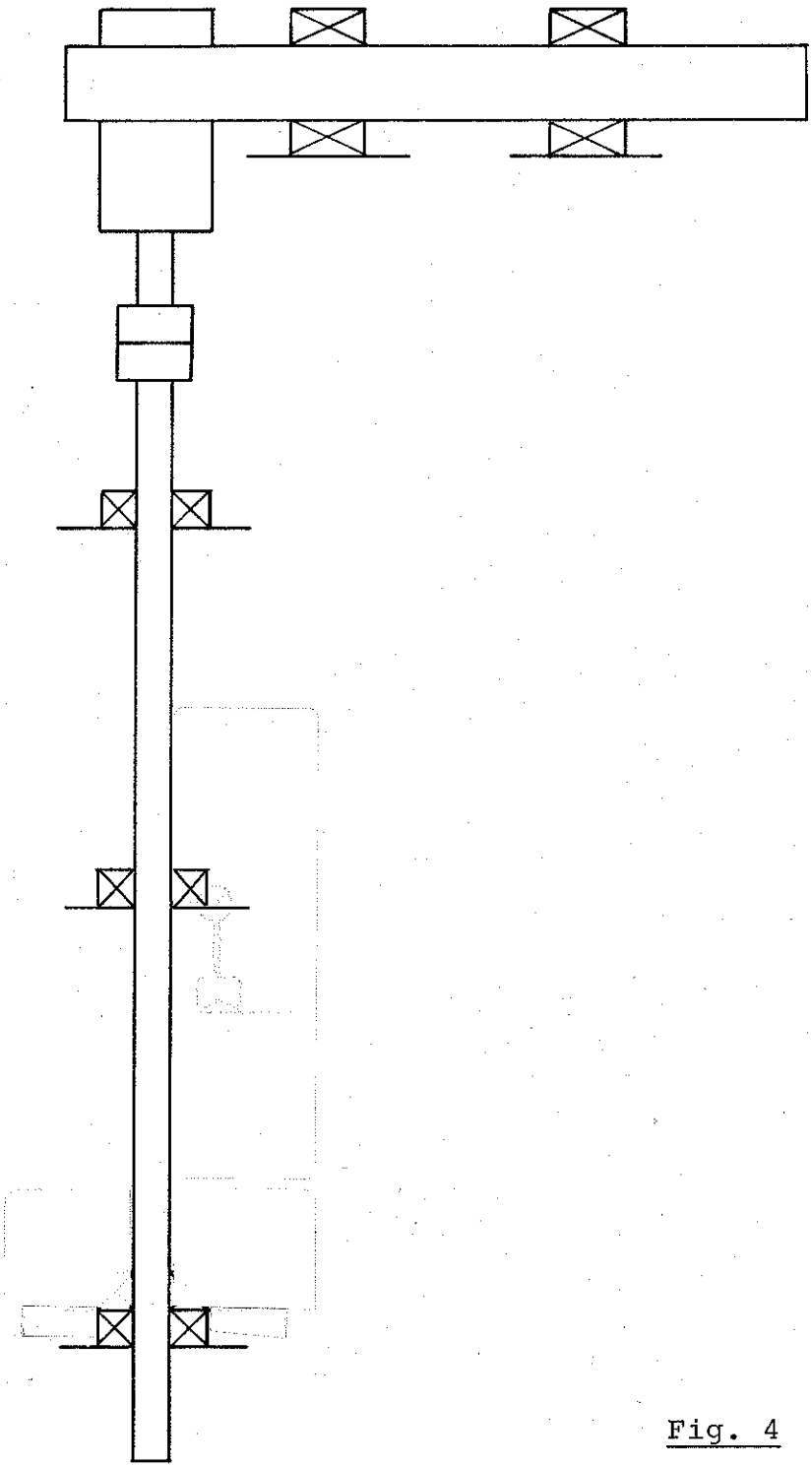


Fig. 4

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport uge 47/88

Da det ikke fra kværnfabrikanterne har været muligt at fremskaffe effektkarakteristikker som funktion af omdrejningstallet, blev der etableret en måleopstilling til optagelse af sådanne.

Opstillingen bestod af en "EM250" kværn, som blev monteret på en karrusel med omdrejningspunkt lodret under stenenes centrum. Løberstenen blev via en variator kileremstræk koblet til en 1,5 kW 1.500 omd motor. Med en fjedervægt (neutonmeter) måltes det til stenene overførte moment, som sammen med omdrejningstallet (vinkelhastigheden) udgjorde de nødvendige data til beregning af den af kværnstenene forbrugte effekt.

Først måltes effektforbruget ved konstantomdrejningstal (700) som funktion af fødningen, som kunne varieres ved at åbne mere eller mindre for et hul mellem siloen og stenene. (Fig. 1). Hullets størrelse er ca. lineær proportional med fødeskalaens inddeling.

I andet forsøg holdtes fødningen konstant på 4, medens omdrejningstallet varierede (650 o/m og 800 o/m). Fig. 2.

Det gav det mærkelige resultat, at effekten faldt ved stigende omdrejningstal. Det kan ikke være rigtigt, så et eller andet må have snydt ved omdrejningstallet på 800 o/m blev den af motoren optagne effekt målt til 953 W og den af stenene optagne til 388 W, hvilket giver en virkningsgrad på 41%.

I tredie forsøgsrække blev effekten igen målt som funktion af omdrejningstallet og fødningen. Fig. 4.

Som det ses, er det muligt at opnå en meget stejl effektkarakteristik, hvis man regulerer fødningen med omdrejningstallet.

NB: Man kan ikke sammenligne forsøgene indbyrdes, da stenene ikke er kørt lige tæt sammen.

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

Måling på EM 250.

Indstilling på sten: kørt tæt sammen, svag stenlugt, fin formaling, ikke flormel.

Fødning Skala	F [N]	l [M]	M [NM]	ω $\frac{rad}{s}$	P [W]
0	3,75	0,75	2,81	73	205
1	2,0	-	1,50	73	110
2	2,5	-	1,88	73	137
3	4,0	-	3,00	-	219
	6,0	-	4,50	-	329
4	7,0	-	5,25	-	383
	9,0	-	6,75	-	493
5	11,0	-	8,25	-	602
	12,0	-	9,00	-	657
6	14,0	-	10,50	-	767
7	15,0	-	11,25	-	821

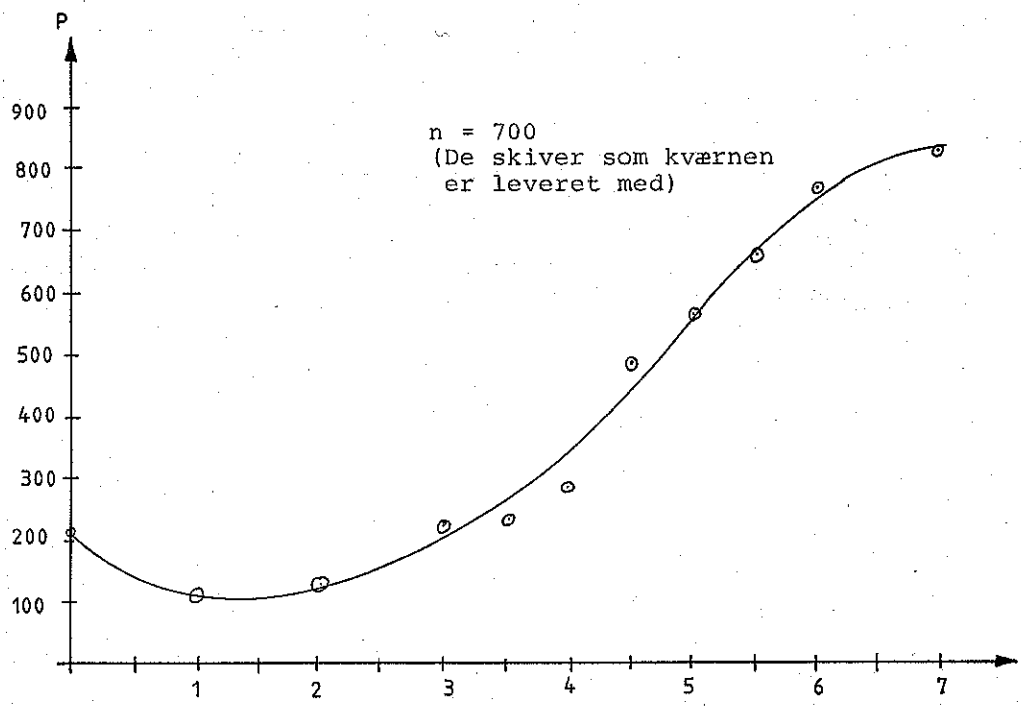


Fig. 1

Måling på EM 250.

Indstilling på sten: Kørt tæt sammen, svag stenlugt, fin formaling, ikke flormel.

Fødning: Indstilling 4

n = 650	P = 446	F = 17 N
n = 800	P = 388	F = 12 N

Tilført effekt til motoren: 953 W
For n = 800.

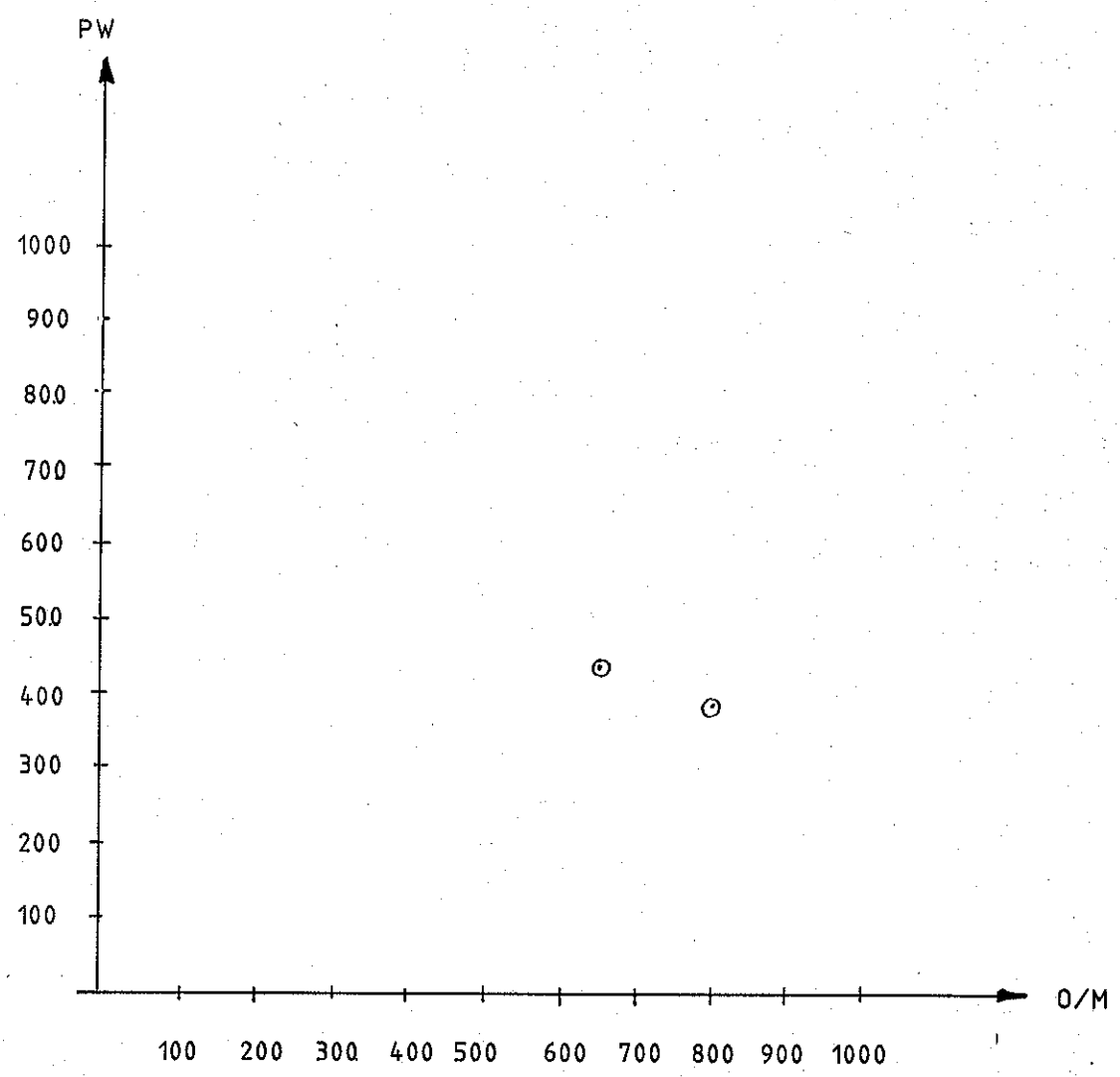


Fig. 2

Måling på EM 250.

Indstilling på sten: Kørt tæt sammen, svag stenlugt, fin formaling. Ikke flormel, lidt finere end 28/11 og 25/11.

n = 530 o/m => 55,5 $\frac{rad}{s}$

Fødning Skala	F [N]	l [M]	M [NM]	ω $\frac{rad}{s}$	P [W]
0					
1	2,0	0,385	0,77	55,5	43
2	3,5	-	1,35	-	75
3	10,0	-	3,85	-	214
4	17,0	-	6,55	-	364
5	11,0	1,0	11,00	-	611
6	14,0	-	14,00	-	777
7	17,0	-	17,00	-	944
n = 1100 o/m => ω = 115,2 $\frac{rad}{s}$					
0	6,0	0,385	2,31	115,2	266
1	4,0	-	1,54	-	177
2	8,0	-	3,08	-	355
3	15,0	-	5,78	-	666
4	20,0	-	7,70	-	887
5	11,0	1,0	11,0	-	1267
6	13,0	1,0	13,0	-	1498
7	14,0	1,0	14,0	-	1613

Måling på EM 250.

Indstilling på sten: Kørt tæt sammen, svag stenlugt, fin formaling, ikke flormel, lidt finere end 28/11 og 25/11.

Fødning: 4

n =	510	842	1100	o/min
F =	22	22	20	N
l =	0,385	0,385	0,385	M
w =	53,41	88,17	115,19	s^{-1}
P =	452	747	882	W

Spredning på den enkelte måling ca. 15%.

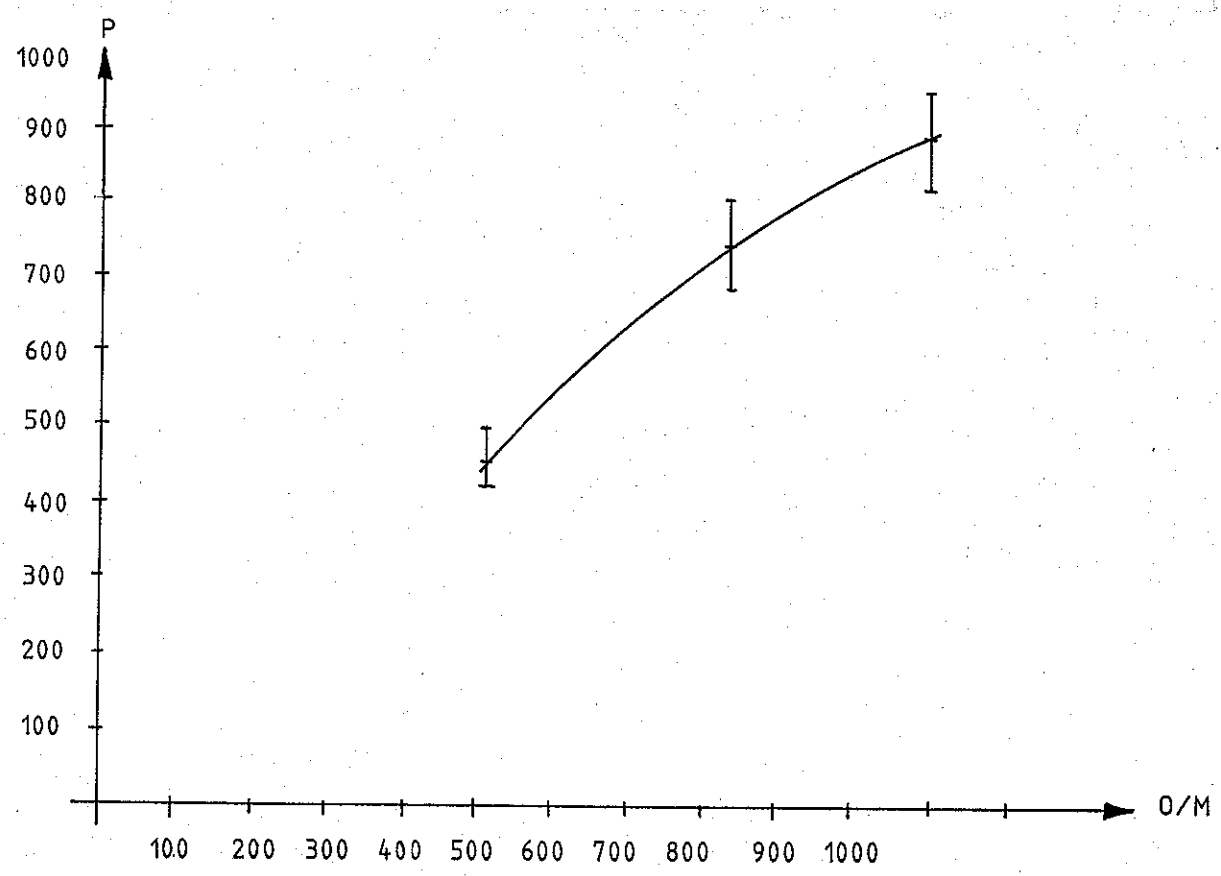


Fig. 3

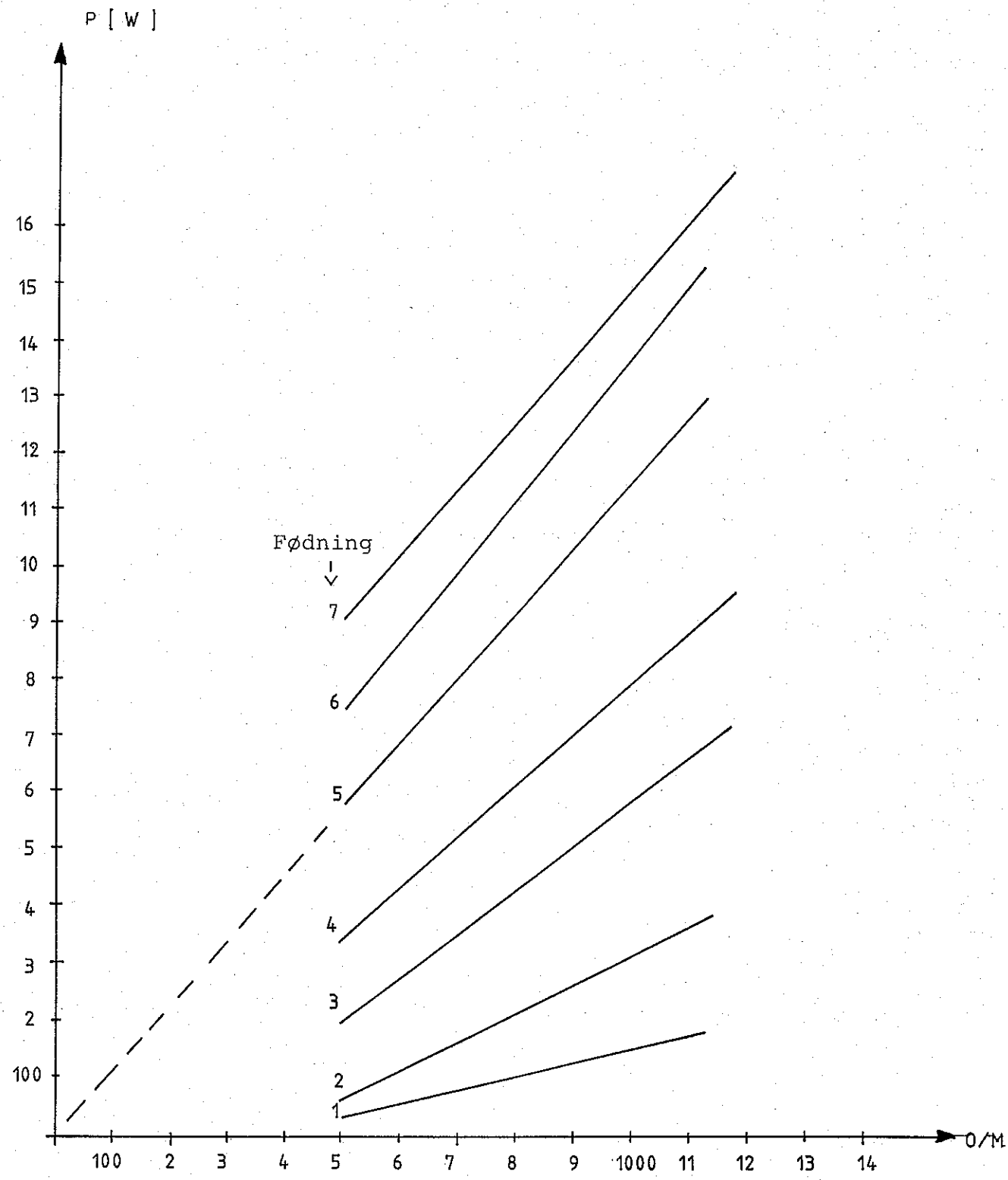

P [W]
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
100
Fødning
7
6
5
4
3
2
1
100
2
3
4
5
6
7
8
9
1000
11
12
13
14
O/M

Fig. 4

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport

Uge 48/88

Nederste del af tårnakslen blev monteret sammen med kværnen via variator kileremstræk. Fig. 1.

Aksellejerne blev smurt, hvilket resulterede i en kraftig forøgelse af startmomentet. Derfor blev fedtet erstattet med tynd olie, og de enkelte momenter målt.

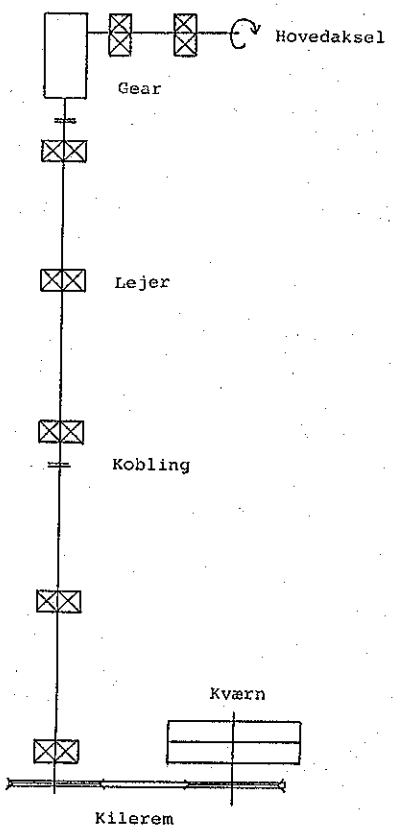


Fig. 1

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

Måling af momenter ved konstant lavt omdrejningstal.

Gearmoment målt på langsomtgående aksel Rossi MRCI 809 DS 4 1:16,4

M_G = <u>10 NM</u>

Tårnakselmoment. 5 stk. Sfæriske dobbelt rullelejer 21308K på 35 mm aksel smurt i tynd olie

M_A = <u>1,2 NM</u>

Kværnmoment, målt med stenene kørt helt fra hinanden og kilerems-skiven koblet fra

M_{KV} = <u>1,4 NM</u>

Totalmoment, målt med gear, aksel kilerem (1:1) og kværn indkoblet (stenene kørt helt fra hinanden.

M_{TOT} = 60 NM

Kilerems momentet kan nu beregnes af ligningen:

$$M_{TOT} = M_G + 16,4 \times M_A + 16,4 \times M_{KI} + 16,4 \times M_{KV}$$

$$= M_G + 16,4(M_A + M_{KV}) + 16,4 \times M_{KI}$$

$$M_{KI} = \frac{M_{TOT} - M_G - 16,4\ (M_A + M_{KV})}{16,4}$$

$$= \frac{60 - 10 - 16,4(1,2 + 1,4)}{16,4}$$

M_{KI} = <u>0,45 NM</u>

Hvis gearingsforholdet ændres til 1:5 bliver momenterne:

Gear	1:16,4	1:5
Antal lejer	6	4
Antal tandovergange	2	1
Antal tætninger	4	4
Antal friktioner ialt	12	9

$$M_{G5} = M_{G16,4} \times \frac{9}{12} = 10\ \frac{9}{12} = \underline{7,50\ NM}$$

Dette er konservativt regnet, da f.eks. tætningen på udgangsakslen giver større moment på indgangsakslen på 1:16,4 - gearet er på 1:5 gearet.

$$M_{TOT5} = M_{G5} + 5 \times M_A + 5\ M_{KI} + 5\ M_{KV}$$

$$= 7{,}5 + 5 \times 1{,}2 + 5 \times 0{,}45 + 5 \times 1{,}4$$

$$= 22{,}74 \text{ NM}$$

Rotor: 4,20 M $\beta = 15°$ Clark Y 14 V = 8

$$M_{start\ rotor} = C_{L15} \times 1/2 \times \rho \times V^2_{START} \times A_{BLAD} \times R_T \times 4 \times 0{,}75$$

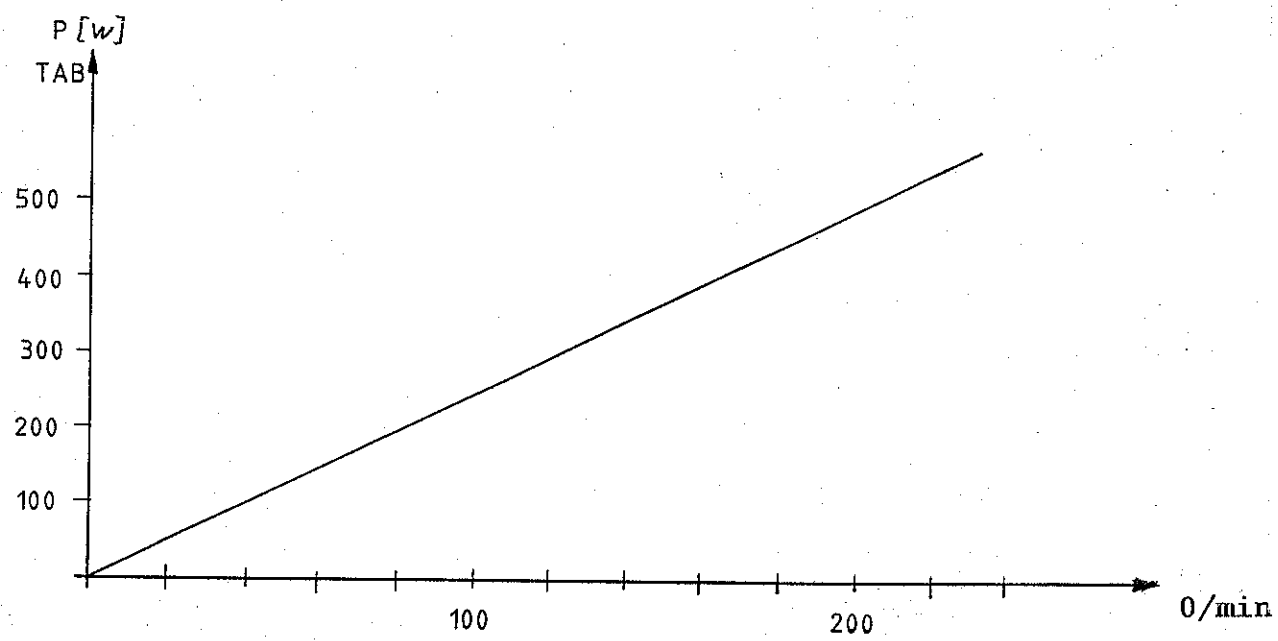
$$= 0{,}30 \times 1/2 \times 1{,}23 \times 8^2 \times 0{,}3 \times 2{,}10 \times 1{,}05 \times 4 \times 0{,}75$$

$$= \underline{23{,}43 \text{ NM}}$$

Det vil sige, at hvis gearet udskiftes til et 1:5 gear, vil startvindhastigheden ligge på ca. 8 m pr. sekund. Med 1:16,4 gearet kan startvindhastigheden beregnes til 12,8 m/s, hvilket stemmer overens med praktiske målinger.

Med 1:5 gearet vil tabene se således ud:

$$P = M \times n \times \frac{2\pi}{60} = 22{,}74 \times n \times \frac{2\pi}{60}$$



Det kan konkluderes, at startvindhastigheden bliver for høj med en 4-vinget Clark Y 14% rotor mekanisk koblet til en kværn via gear 1:5, tårnaksel og kilerem.

FC360 V8 vandpumpe er iagttaget til at starte ved 2,5-3 m/s ved en løftehøjde på 5 m og en pumpevolumen på 1,57 liter. Det giver et startmoment på:

$$M_{START\ 360V8} = 1/2\ \rho_{H20}\ G \times H \times \bar{V}_P$$

$$= 1/2 \times 1000 \times 10 \times 5 \times 0{,}00157$$

$$= \underline{39\ NM}$$

Dvs. at hvis møllen blev monteret med en 8-vinget kurvet metalplade rotor (rose) ville den starte ved en vindhastighed, som er mindre end 2,5-3 m/s. Det skal dog tages med i vurderingen, at en 8-vinget rose har et lidt lavere omdrejningstal end en 4-vinget, og derefter kræves der et gear med et lidt større udvekslingsforhold.

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport

Uge 49/88

Udfra effektkurverne for kværnen EM250 (forsøgsrapport uge 47/88, fig. 4) og tabet i transmissionssystemet (forsøgsrapport uge 48/88 side 3) kan omstående kurve tegnes, som viser den effekt, som vingerne skal levere for at drive kværnen ved forskellige omdrejningstal og indstillinger af fødningen med korn til kværnen, hvis der anvendes et rent mekanisk system som vist i fig. 1 i forsøgsrapport uge 48/88.

Transmissionsvirkningsgraden fra hovedaksel til kværnsten kan nu beregnes.

Eksempel 1:

Vingeomdrejningstal : 100 o/m
Kværnfødning : 3

$$\text{virkningsgrad} = \frac{\text{vingeeffekt} - \text{tab}}{\text{vingeeffekt}}$$

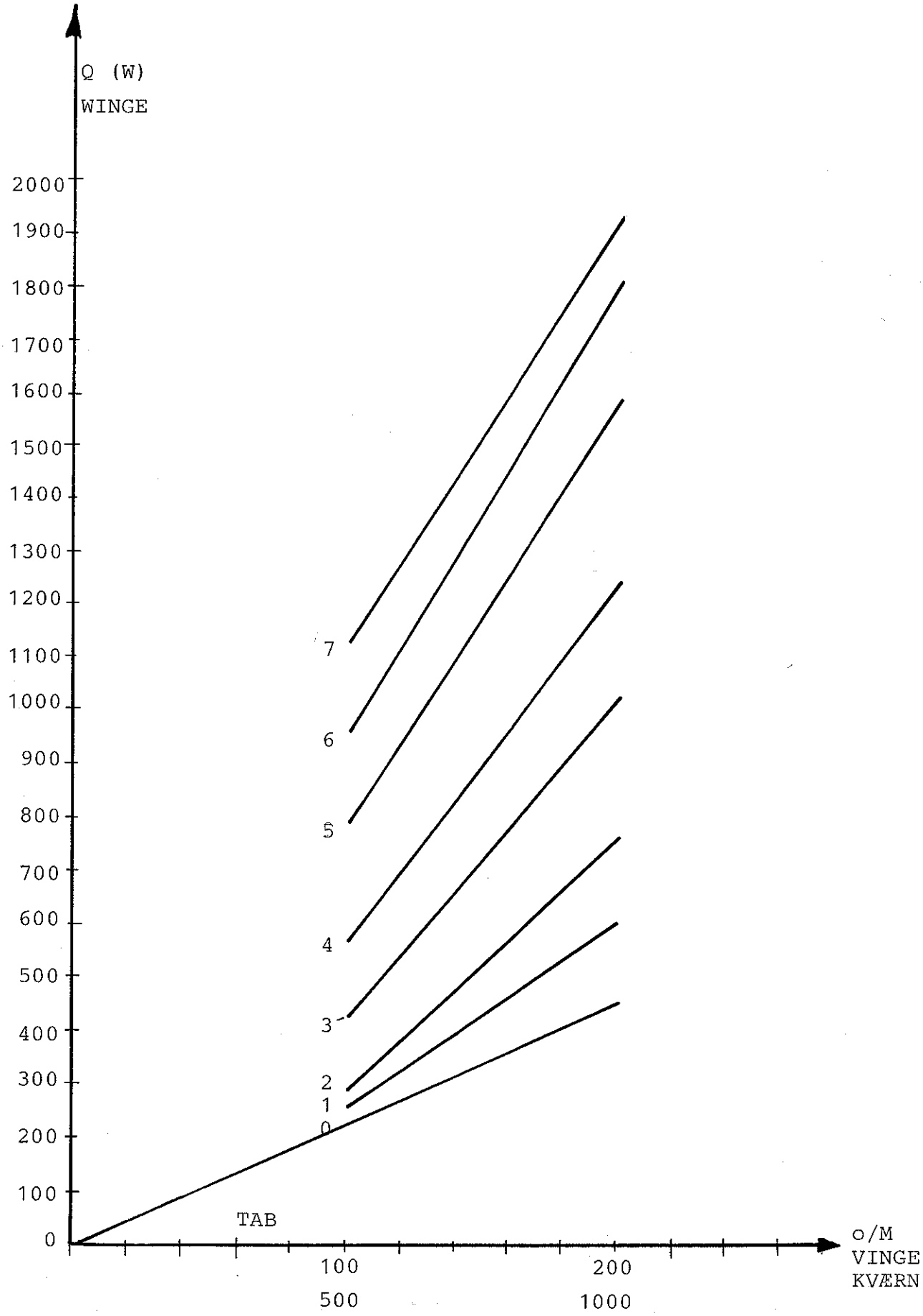
$$= \frac{430 - 227}{430} = \underline{0{,}47}$$

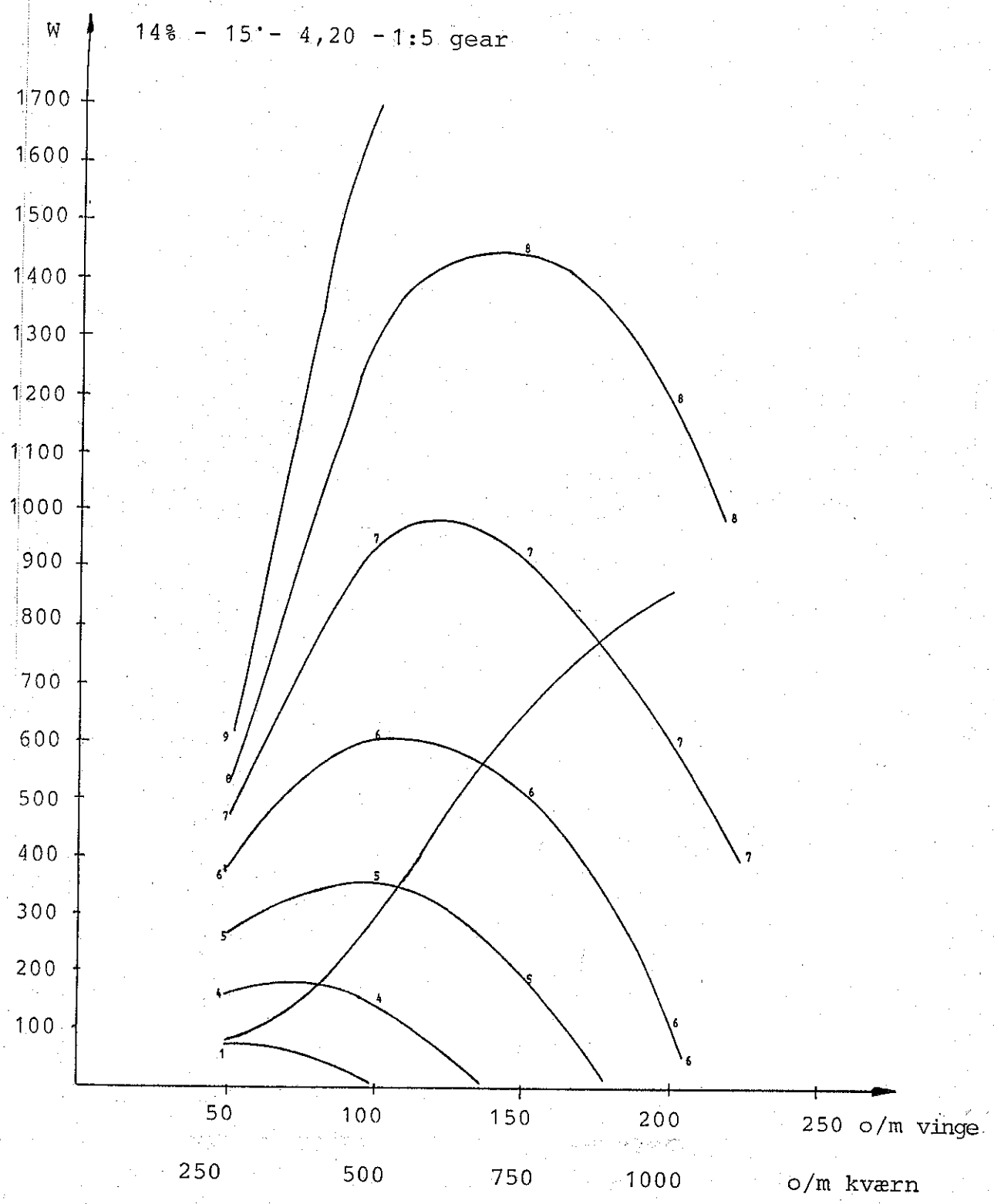
Eksempel 2:

Vingeomdrejningstal : 200 o/m
Kværnfødning : 4

$$\text{Virkningsgrad} = \frac{1200 - 454}{1200} = \underline{0{,}62}$$

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65


Q (W)
WINGE
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
7
6
5
4
3
2
1
0
TAB
100
500
200
1000
o/M
VINGE
KVÆRN


W
14% - 15°- 4,20 - 1:5 gear
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
50
100
150
200
250 o/m vinge
250
500
750
1000
o/m kværn

Beregning af produktion.

I mangel af bedre data (vindrose) bruges effektkurverne for 14% Clark Y β = 15°, 4,2 m i diameter, 4 vinger, ved fødning 3 og 500 o/m forbruges der til tab og formaling 430 W.

Denne effekt kan vingen levere ved ca. 5,5 m/s. Den til formalingen forbrugte effekt er 430-227 = 203 W. Hvis der regnes med en produktion på 50 kg. pr. kWh (se måleskema 1 rug) bliver det 10 kg/h.

Ved fødning 4 og 1000 o/m forbruges ca. 1200 W til tab og formaling. Denne effekt kan leveres ved en vindhastighed på 8 m/s. Den til formalingen forbrugte effekt er 1200-454 = 746, svarende til 37 kg/h.

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport

Uge 50/88

Efter forsøgene i uge 48/88 opstod den idé at bruge et elektrisk transmissionssystem i stedet for det mekaniske. Det vil have en række fordele:

1) Kværn og mølle kan placeres uafhængig af hinanden og muliggør således en større produktion fra møllen. Man vil sikkert også kunne spare et hus til kværnen, idet et eksisterende kan anvendes.

2) Møllen kan anvendes til andre formål:

   - opladning af batterier
   - vandpumpning
   - værkstedsmaskiner
   - ovn
   - komfur
   - belysning

   osv.

3) Tårnet kan let og billigt gøres højere. Produktionen vil typisk blive det dobbelte, hvis tårnet forhøjes fra 6 til 12 meter.

4) Møllen vil blive mere enkel og driftsikker.

5) For samme vingeareal vil en elektrisk mølle være billigere end en mekanisk.

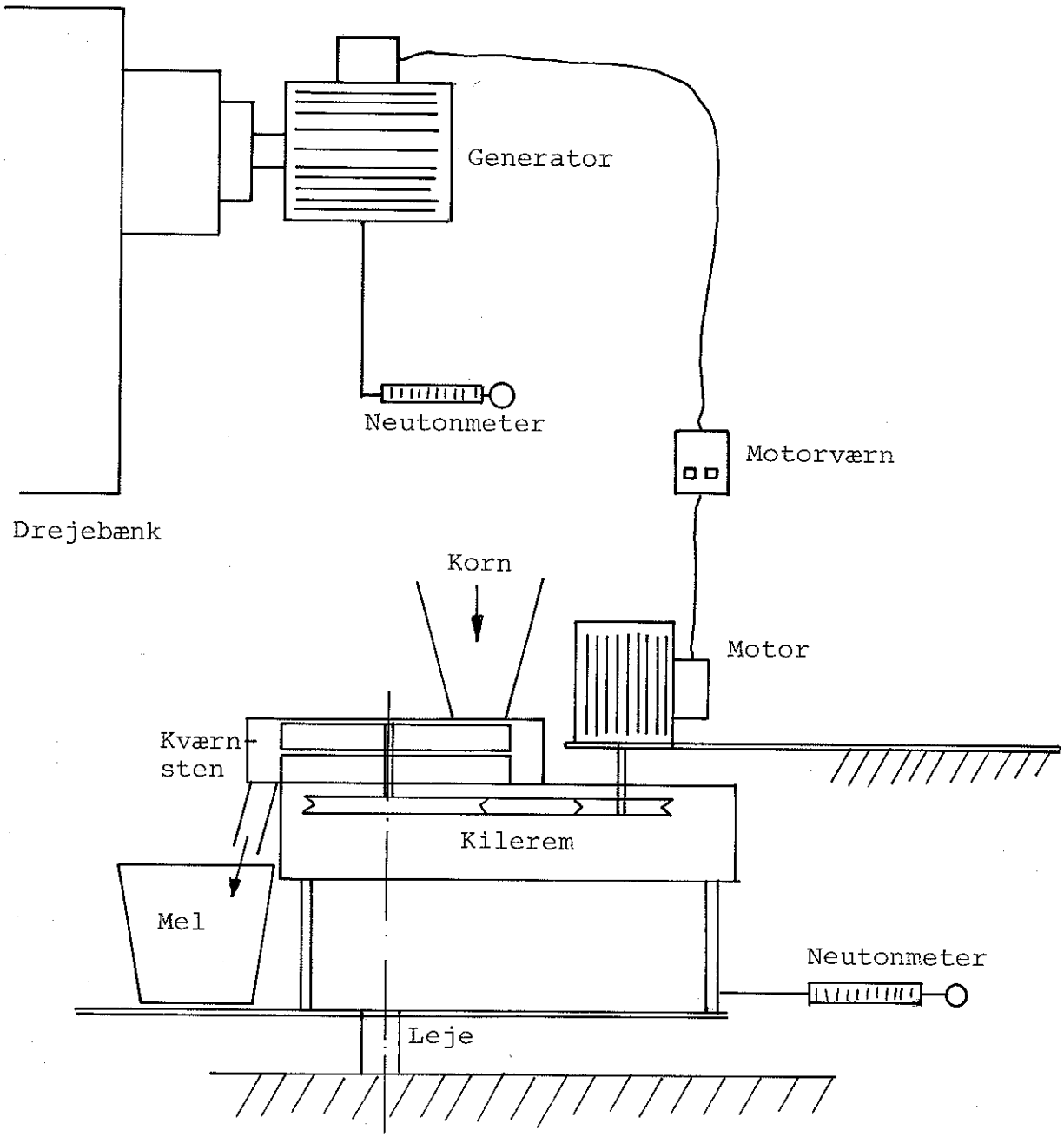
Møllen kan bygges efter samme princip som L.M.W. batteriladermøllen. D.v.s. at vingen monteres direkte på en mangepolet permanentmagnetiseret generator. Herfra trækkes et kabel via et motorværn direkte til den elmotor, som kværnen normalt leveres med.

For at undersøge dette princip, blev der indkøbt en PMG 75 3x220V 1,5 kW 500 o/m generator fra Transmotor. Generatoren blev sat op

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

i drejebænken og koblet til kværnen EM250 med en 1,5 kW asynkron-motor.

Det viste sig nødvendigt at frakoble motoren fra kværnen (løsne kileremmen) for at få den i gang.



Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport

uge 2/89

Når kværnen (motoren) er tilkoblet generatoren har den et ret stort startmoment, idet motorviklingerne p.g.a. den lave frekvens nærmest virker som en kortslutning.

Det blev derfor undersøgt, om det var muligt at lade generatoren løbe op i omdrejninger og derefter indkoble motoren med motorværnet. Generatoren blev monteret med en L.M.W. rotor på 3,0 m i diameter, profil NACA 4412. Som kværnmotor blev anvendt en 0,45 kW, 710 o/m stjernekoblet asynkronmotor. Den drev en "DIAMANT"-kværn direkte aksel til aksel. Stendiameteren var 10 cm. "DIAMANT"-kværnen har ingen rystesko eller anden regulering af fødningen, så det var nødvendigt manuelt at drysse, efter vindforholdene, passende mængde korn ned i kværntragten. Vindhastigheden var skønsmæssig 5-8 m/s.

Møllen blev sat igang, og da den havde nået sit maximale omdrejningstal kobledes kværnen til ved hjælp af motorværnet. Herefter gik møllen noget ned i omdrejninger, indtil kværnen var oppe på fuld omdrejningstal. Derefter kunne fødningen af kværnen begynde. Hvis der blev tilført for meget korn, gik kværn og mølle i stå.

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERSGAARDSVEJ 16, SDR. YDBY
DK-7760 HURUP, THY
TLF.: 07 95 65 55
GIRO: 5 93 41 33
FAX: 07 95 65 65

Vindkværn - Forsøgsrapport

uge 3/89

For at undersøge om en kondensatormagnetiseret asynkronmotor kunne bruges som generator, blev PMG 75 erstattet af en 4 kW 1.435 o/m 3x380 Volt asynkronmotor koblet med 3x61 uF i trekant.

Motoren blev koblet i stjerne, idet det ikke var muligt at holde den i gang i trekantkobling.

Størrelsen af kondensatorerne er bestemt ud fra forsøg, som den mindste der kunne magnetisere generatoren i ubelastet tilstand og holde magnetiseringen (spændingen) i belastet tilstand.

Der blev foretaget en måling med kværnen indstillet på fødning 3 (EM250), hvilket var den maximale belastning, motoren kunne trække, uden at generatoren mistede magnetiseringen.

Den tilførte effekt til generatorakslen blev målt til 903 W og den af kværnstenene optagne til 295 W, hvilket giver en virkningsgrad på 0,33.

Den kan sikkert forbedres ved optimering af systemet, men det virker ikke overbevisende. Der er derfor ikke foretaget yderligere forsøg med dette system.

Se endvidere forsøgsskema nr. 2.

THE DANISH CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY, INT.TEL.: 457 95 65 55, INT. FAX: 457 95 65 65

Vindkværn - forsøgsrapport

uge 4-34/89

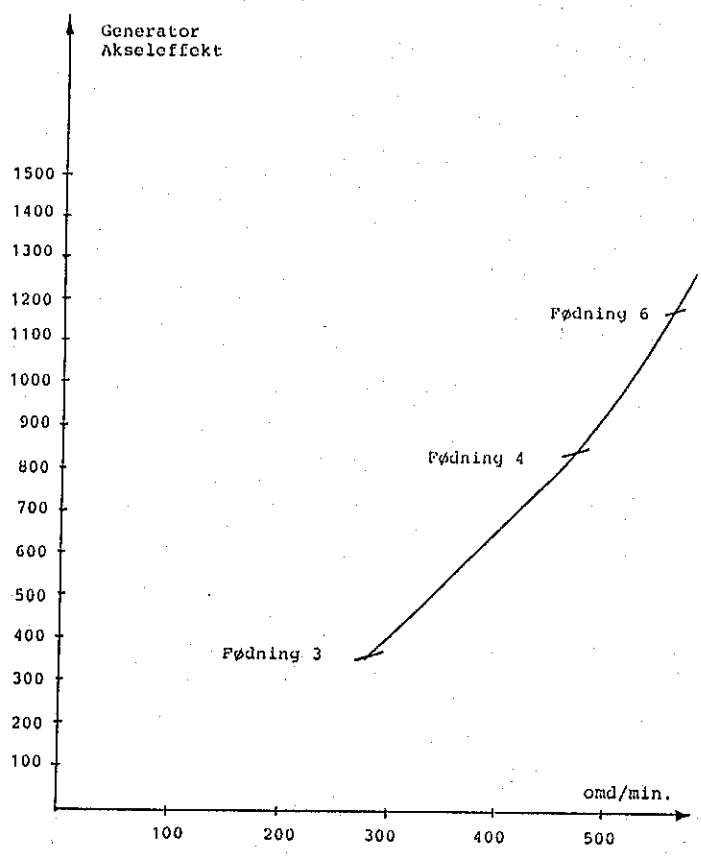
Der er foretaget en del målinger med opstillingen vist i rapporten fra uge 50.

Generator:	PMG 75, 500 o/min., 1,5 kW
Motor:	1,1 kW, 1400 o/min., udveksling 1:2
Kværn:	EM250.

Resultaterne vises i nedenstående kurve, hvoraf det ses, at effektkurvens hældning kan ændres ved at ændre på fødningen. Kurvestykket gennem målepunktet viser, hvordan effektkurven ville forløbe, hvis fødningsindstillingen holdes konstant, idet det forudsættes, at kværnen yder et konstant moment ved samme fødningsindstilling.

Kurven er tegnet på grundlag af måleskema nr. 4.

Hvis man forsøger at overføre større effekt, end kurven viser "slipper" motor og generator hinanden.



Dvs. at motorens kipmoment overstiges, og den går i stå.

Det må helst ikke ske, da kværnen først skal renses for malegods, før den kan startes igen.

Udfra erfaringerne med måleopstillingen kan der opstilles en række krav til den ideelle kværn:

1) Et fødningssystem som styres af omdrejningstallet, således at der fødes kraftigere med stigende omdrejningstal.

2) Præcis fødning. Dvs. kornet skal flyde i en jævn strøm fra siloen og ind mellem kværnstenene. Ikke i "klumper".

3) Så lidt som muligt malegods mellem stenene som muligt for at nedsætte reaktions- (regulerings-) tiden ved faldende vindhastighed.

   Er der for meget malegods mellem stenene, kan det ikke nå at blive malet færdigt, når vindhastigheden falder med det resultat, at kværnen går i stå.

4) Direkte træk fra motor til kværn for at undgå tab og slid i ekstra lejer og kilerem.

Der findes ikke en kværn på det danske marked, som opfylder alle kravene - desværre. Derfor blev følgende kværne testet for at udvælge en eller flere anvendelige. (Se skema).

FABRIKAT - TYPE	Sten-diam. m.m.	Motor kW	Nominelt omd/min.	Periferi hastighed m/s	Stenpos-sition	Udrensning af male-gods	Transmis-sion motor-kværn	Fødnings-system
E. FRIMODT PEDERSEN EM.250	250	1,50	700	9,16	vandret	besværligt	kilerem 2:7	Justerbart hul med roder
E. FRIMODT PEDERSEN EM.150	150	0,75	2800	21,99	vandret	let	direkte	justerbart hul med roder
HAVO	100	0,75	1400	7,33	45°	umuligt, intet skod i silo	direkte	ikke juster-bart hul i silo
DIAMANT	100	0,75			lodret	let	kilerem	ikke juster-bar snegl i silo
DIAMANT	100	0,70	450	2,36	lodret	let	direkte	ikke juster-bar snegl i silo
CORMAL	300	3,00	960	15,08	lodret	let	direkte	justerbart hul med roder
SKIOLD - TEMPO	300	4,00	478	7,51	lodret	let	3:1	justerbart rystebord

Udfra erfaringerne med forsøgsopstillingerne blev det mere og mere klart, at det var det elektriske transmissionssystem, møllen skulle bygges til.

Følgende møllekoncept blev herefter opstillet:

Vingediameter.....	4 m
Antal vinger.....	2 stk.
Maximal tiphastighed.....	100 m/s
Tårnhøjde.....	12 m
Nominel vindhastighed.....	10 m/s
Nominelt omdrejningstal.....	428
Nominel frekvens.....	50 Hz
Nominel spænding.....	3x220 V
Nominel generator el-effekt.....	1,5 kW

Krøjeværk med hængslet og fjederbelastet haleror og fast sideror.

Effektregulering med luftbremser.

Stormsikring ved udkrøjning.

Direkte træk på generator.

Barduneret rørtårn.

Der blev bygget en mølle efter dette koncept. Den blev opstillet på FC's prøvemark, og der blev etableret kabelforbindelse til værkstedet, som er beliggende ca. 200 m fra møllen.

Der blev kørt en række tests med møllen tilkoblet Skiold-tempo kværnen for at måle ydelsen ved forskellige vindhastigheder, det vil sige antal kg malet mel til grahamsfinhed pr. time (se måleskemaer og koordinatsystem med målepunkter). Det ses, at den bedste måling gav 33 kg mel pr. time ved en gennemsnitsvindhastighed på 7,3 m/s.

Forsøgene omfattede kørsler med forskelligt udvekslingsforhold mellem motor og kværn samt motorer med forskelligt omdrejningstal. Indstillingen af fødningen af kværnen blev også varieret, dvs. hældningen af rysteskuffen. Endvidere blev effekten af at montere et svinghjul på kværnen (kileremshjul ø 310) afprøvet. Det sidste havde en tydelig positiv virkning på driften af kværnen. Dvs. færre driftstop p.g.a., at stenene satte sig fast, når vindens- og fødesystemets variation gik i hver sin retning p.g.a. tidsforsinkelsen (trægheden) i transmissionssystemet.

Dette forhold kan ikke ses ud af måleresultaterne, idet der ikke er målt med og uden svinghjul, hvor alle andre parametre var ens, men det var helt tydeligt for operatøren, at svinghjulet udjævnede variationen i fødesystemet.

Test II+III d. 02.08.89 viser, at udvekslingsforholdet ikke er kritisk, idet der er opnået samme ydelse ved samme vindhastighed,

og ved en udveksling på henholdsvis 80-240 (1:3) og 90-240 (1:2,67). Der åbnes blot lidt mere for fødningen i det tilfælde, hvor kværnen kører langsomst, hvilket den godt kan trække p.g.a. den større udveksling.

II. TESTKØRSEL AF MØLLE M/KVÆRN

Dato: 02.08.89

	Start tidspunkt	Slut tidspunkt	Varighed (min.)	Max. vindhastighed i test (m/s)	Min. vindhastighed i test (m/s)	Gens. vindhastighed i test (m/s)	Max. RPM (o/m)	Min. RPM (o/m)	Gens. RPM (o/m)	Gearing (lille-stor-mega)	Kværntype (Skiold - Comall)	Doseringsniveau (1-5)	Antal stop i test	Antal stop pr. time	Korntype	Kg. mel i test	Kg. mel pr. time	Bemærkninger
Test I	14.38	15.08	30	7,5	4,5	5,5	310	171	245	L	SK	2,5	5	10	Hv	11	22	
Test II	15.34	16.04	30	6,4	5,1	5,9	319	174	277	L	SK	2,3	6*	12	Hv	14	28	* længere stop + stramning af fjeder
Test III	17.21	17.36	15	6,4	5,2	5,9	317	287	301	S	SK	2,0	3	12	Hv	7	28	
Test IV	18.00	18.15	15	5,8	4,9	5,5	322	297	307	L	SK	2,0	0	0	Hv	7	28	

Alle test I-IV blev formalet til samme grovhed.

Dataene er udregnet som en middelværdi over 300 sek. = 5 min.

Gearing + motor: L = ø 80 - ø 240 - EOF 1435 o/m - 4 kW - stjerne koplet
S = ø 90 - ø 240 - EOF 1435 o/m - 4 kW - stjerne koplet

II. TESTKØRSEL AF MØLLE M/KVÆRN

Dato: 21.08.89

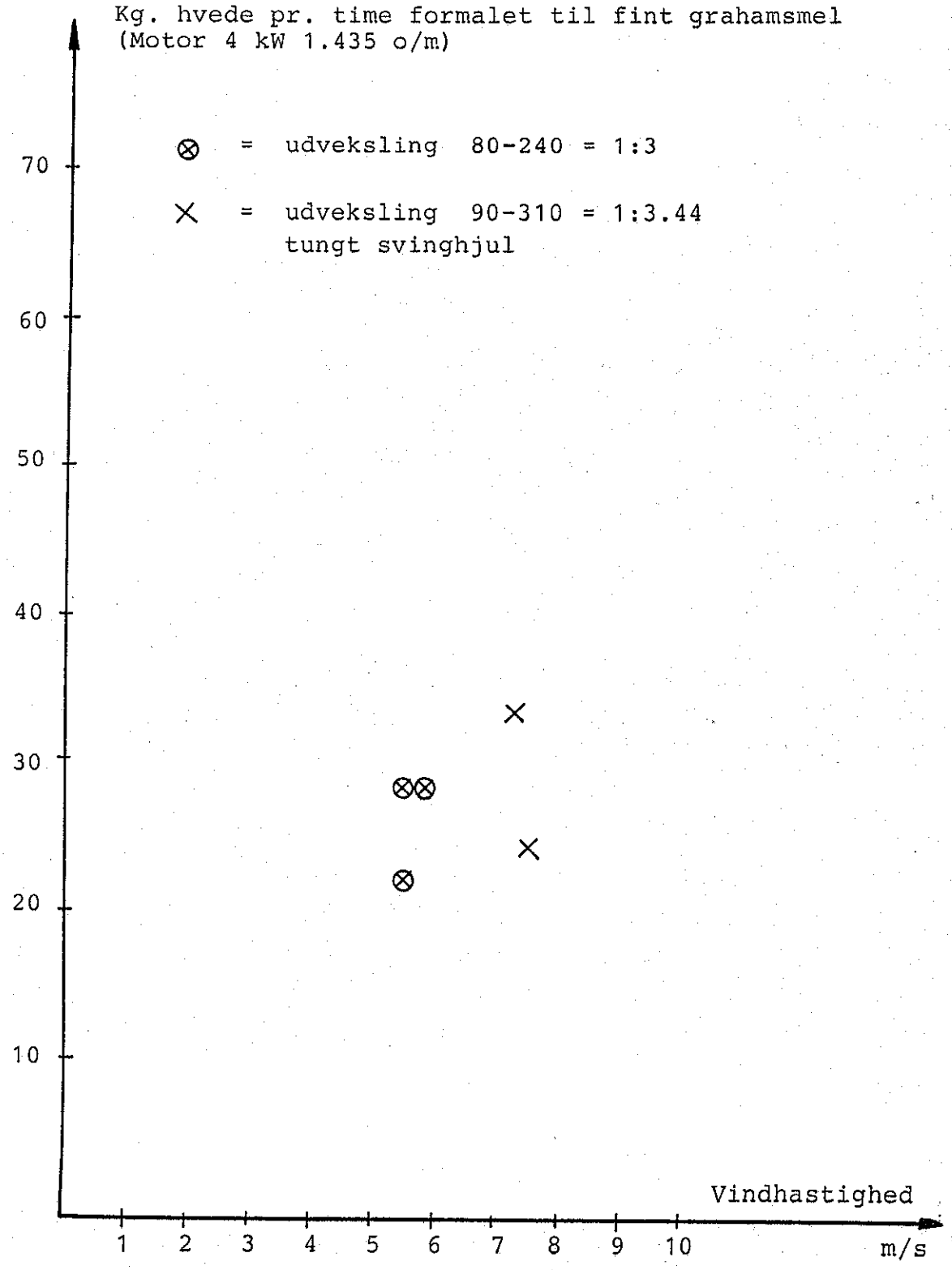
	Start tidspunkt	Slut tidspunkt	Varighed (min.)	Max. vindhastighed i test (m/s)	Min. vindhastighed i test (m/s)	Gens. vindhastighed i test (m/s)	Max. RPM (o/m)	Min. RPM (o/m)	Gens. RPM (o/m)	Gearing (lille-stor-mega)	Kværntype (Skiold - Comall)	Doseringsniveau (1-5)	Antal stop i test	Antal stop pr. time	Korntype	Kg. mel i test	Kg. mel pr. time	Bemærkninger
Test I	10.46	11.06	20	8.2	7.5	7.8	324	307	314	S	SK	2,5	2	4	Hv	8	24	
Test II	11.37	11.52	15	7,2	6.4	6.9	312	310	311	M	SK	2,5	0	0	Hv	3.5	14	
Test III	13.53	13.23	30	7.9	7.0	7.3	321	299	307	M*	SK	2.5	6	12	Hv	16,5	33	
Test IV	14.37	14.52	15	8.0	7.0	7,5	321	308	308	M*	SK	2,0	3	12	Hv	6	24	

Alle test I-IV blev formalet til samme grovhed.

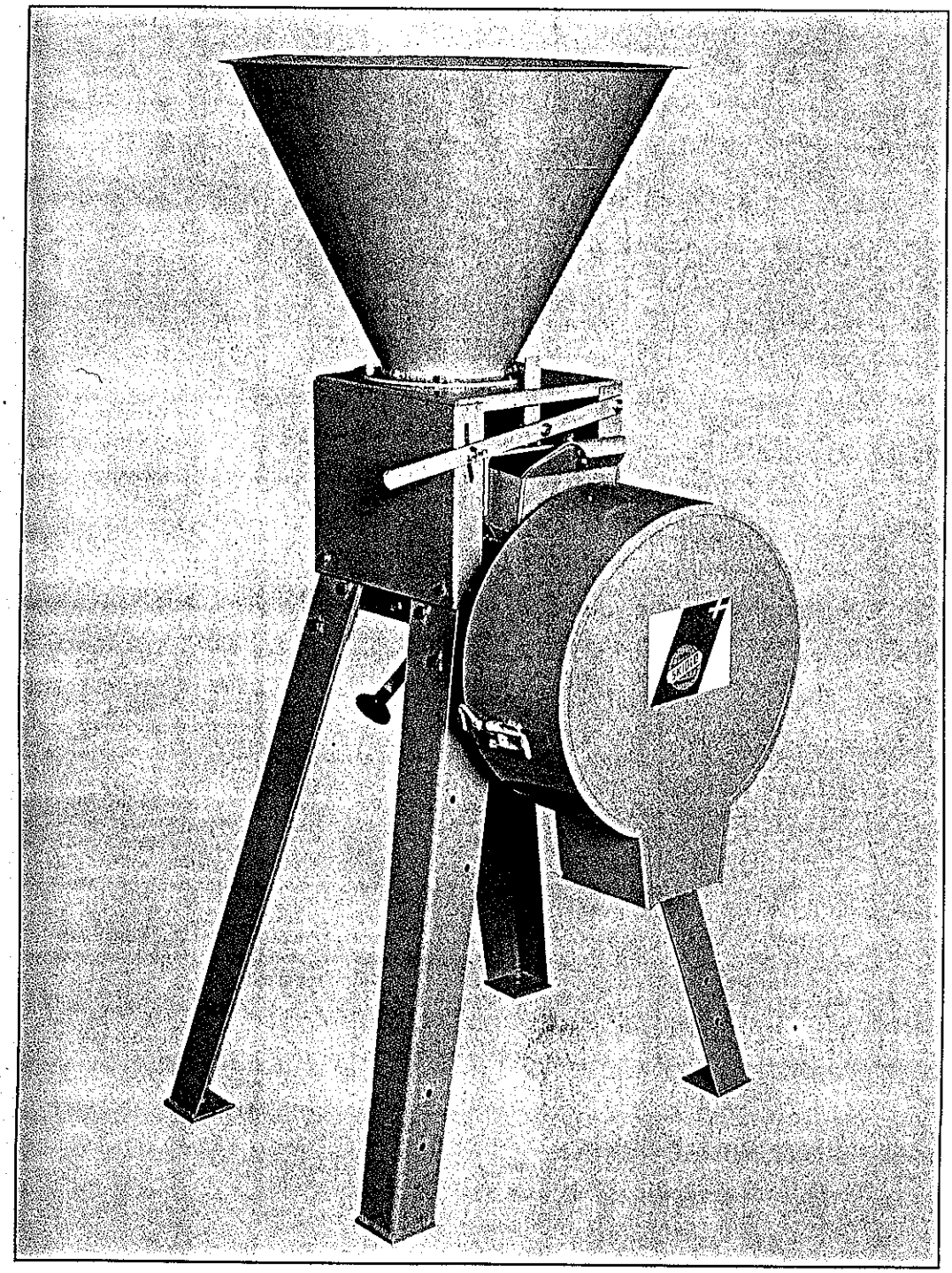
Dataene er udregnet som en middelværdi over 300 sek. = 5 min.

Gearing + motor: S = ø 90 - o 240 - rotor LN 900 v/m - stjerne koplet
M = ø 90 - o 310 - rotor LN 900 v/m - stjerne koplet
M* = ø 90 - o 310 - EOF - 1435 v/m - stjerne koplet

Dato 02.08.89
21.08.89



STEEL-PLATE MILL
SKIOLD TEMPO



Range of Application:

- Maize
- Millet
- Wheat
- Sorghum
- Rice
- Coffee
- Sugar
- Salt
- Spices
- Groundnuts
- Cassava
- Yams
- Etc.

WET OR DRY!

The SKIOLD Experience - Your Guarantee!

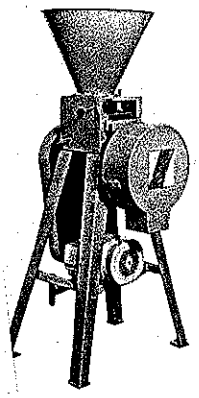
The SKIOLD TEMPO Steel-Plate Mill

is revolutionary in concept and design, developed and based on experience acquired through generations and is manufactured from first class raw materials with the mill housing in lightweight cast aluminium, eliminating wear and tear.

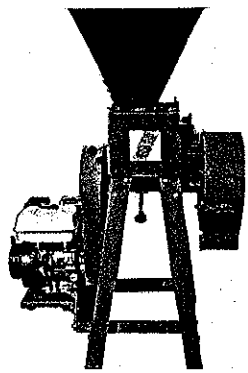
The TEMPO mill is easy to operate — adjustments of fineness of grinding and capacity are just a matter of setting a few easily accessible handles.

The strong mill shaft runs between 2 dustproof self-lubricating ball bearings which ensure low power consumption.

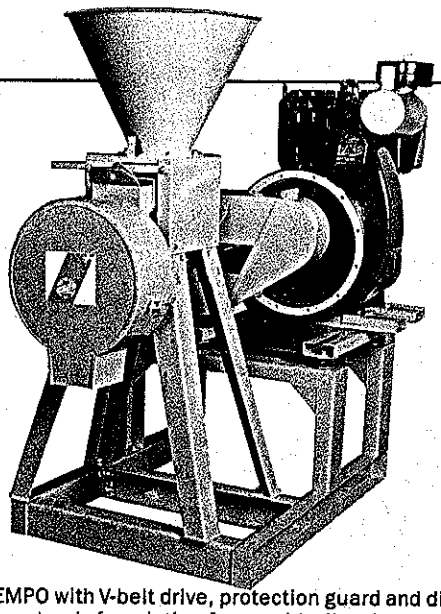
Access to the grinding plates is very easy — just undo 2 hinges and the grinding chamber is off.



SKIOLD TEMPO with V-belt drive, protection guard, motor bracket and electric motor.



SKIOLD TEMPO with V-belt drive, protection guard, motor bracket with vibration dampers and petrol engine.



SKIOLD TEMPO with V-belt drive, protection guard and diesel engine mounted on steady foundation frame with vibration dampers.

Technical Specifications

Diam. of Steel Plates/Grinding Stones	300 mm
RPM of Mill	540

Power:

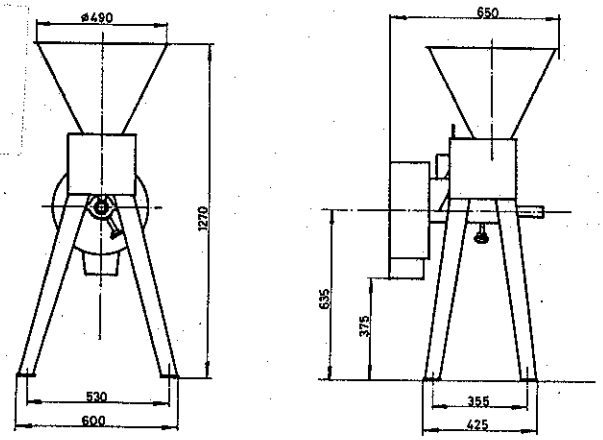
Electric Motor/RPM	5.5 HP/1400
Petrol Engine/RPM	5.0 HP/1800
Diesel Engine/RPM	8-11 HP/2000-2300
Net Weight without Motor	93 kg

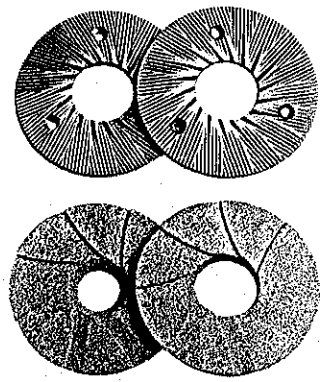
Approx. Outputs Kg/Hour

Wet Materials	150-200 kg/hour
Dry Materials	200-350 kg/hour

These exact figures depend on the degree of fineness required and on the type of raw material.

Measurements in mm





The SKIOLD TEMPO Steel-Plate Mills are equipped, as standard, with grinding plates made of special cast steel with grooves on both sides (reversible), which are especially suitable for grinding wet raw materials.

As optional extras SKIOLD offer you the world famous ENGSKO artificial grinding stones which are interchangeable with the steel plates within a few minutes.

Buying a SKIOLD TEMPO Steel-Plate Mill provides the added advantages of a built-in stone grinding mill.

A/S Maskinfabrikken
SKIOLD
Sæby

P.O. Box 143 · DK-9300 Saeby
Denmark

Phone + 45 8 46 13 11
Telex 60 737 jesto dk

GB.B-128609 · All Rights Reserved.

EUROPEMILL

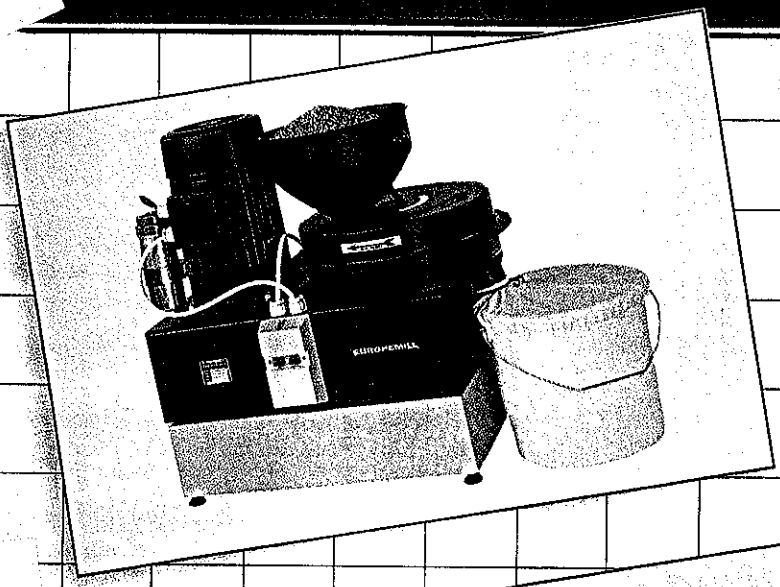
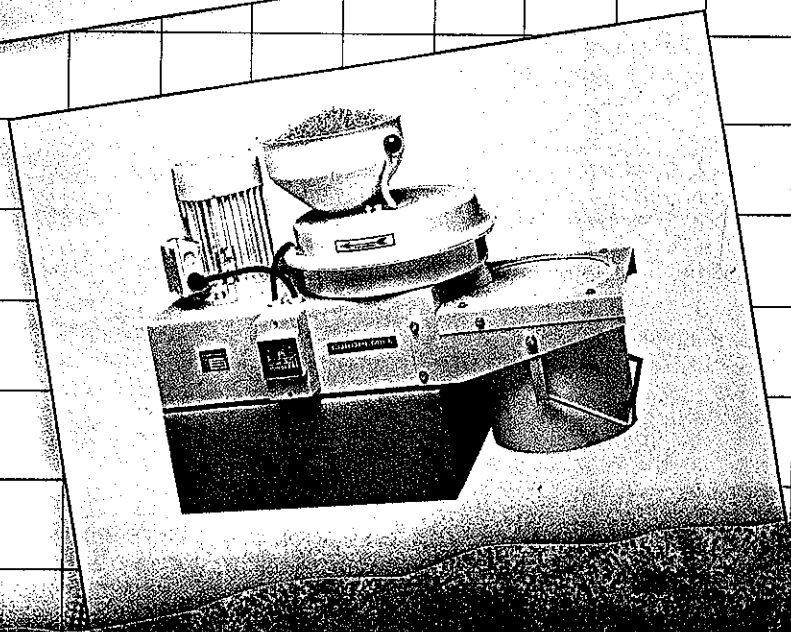
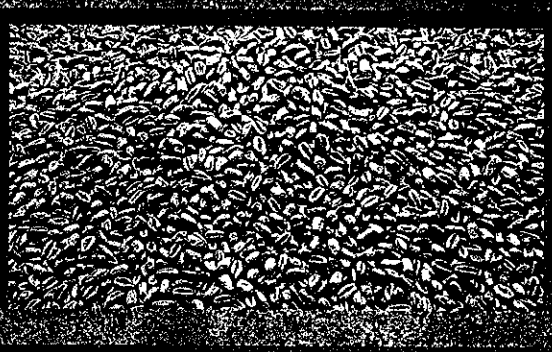


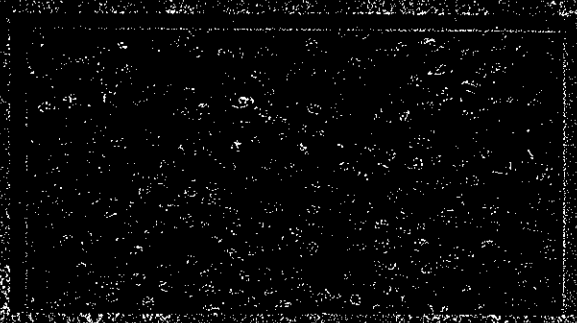
Table top type EM-25/250

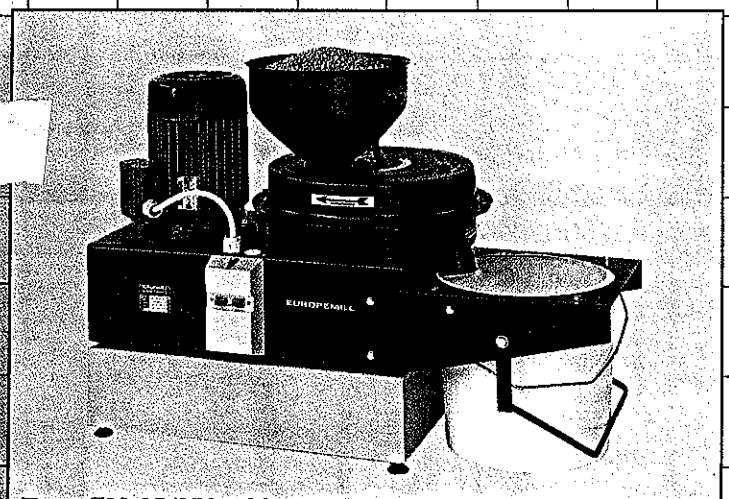
Grinding Mills - built to meet individual requirements



EUROPEMILL Grinding Mills offer the wellknown careful grinding principle of the stone mills, and are universal for grinding all kinds of grain, corn and similar products such as spices and coffee to desired fineness.
Flour ground on stone mills contains all the natural vitamins, minerals and ballast substances and may without any further processing be used for baking.





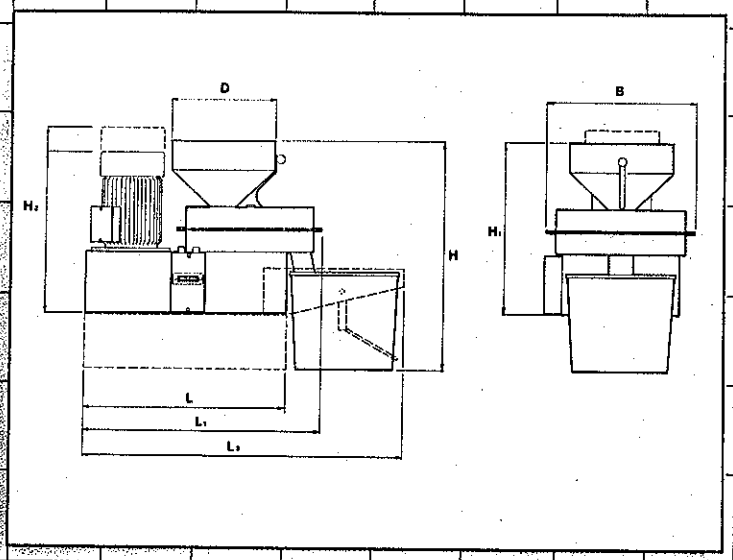


Type EM-25/250 with special bucket attachment. (1)

EUROPEMILL type EM-25/250 with 250 mm diameter millstones, is a specially developed table top type and may be characterized as a mini-size large grinding mill.
The millstones are made exclusively from natural materials, such as emery and flint, and the bonding agent is a special quality of magnesite. The stones are hard and have good wearing qualities, which means less wear and thus a long life. The smaller particles released during the grinding from the grinding surfaces of the millstones are of a comparatively small quantity, and they are harmless to the human organism.
Grinding mill type EM-25/250 is universal for the grinding of grain, coffee, spices etc. Since it has been designed for permanent operation, it is widely used for production of wholemeal flour.
Coffee is also finely ground using this type.
The mill is suitable for the grinding of dry products only, not oil-containing.
The performances specified under technical data are average values at fine and coarse grinding, respectively. In the other diagram we have specified performances when grinding wheat in various degrees of grinding.
The grinding mill has been built up in a plate iron structure. The grinding chamber which has been drawn up in two halves, has been mounted on the bracket which carries the electric motor, too.
The grinding mill shaft has been embedded in two dustproof ball bearings, and in order to absorb the axial pressure the shaft has been mounted at the bottom at an angle contact bearing. The rotating millstone has been mounted on a special flange in a »flow« suspense contributing to the high degree of grinding of the mill and giving the millstones a long life.
The stationary millstone has been securely bolted on the upper part of the grinding chamber. The filling hopper, holding appr. 4 kg, has been mounted right on top of the grinding mill. From here, the material is, using a shaking arrangement, conveyed down into the grinding chamber. The degree of grinding is easily set using a hand wheel.
The degree of grinding and the supply of grain are to be adjusted according to the power of the motor. The full load of the motor can be read off the built-in ammeter.(2).
The rotating stone has two fan blades and brushes providing through the inlet up to the outlet an active air flow both for conveyance and cooling of the grinding material. The brushes contribute towards keeping the grinding chamber clean.
The mill is supplied with standard bucket or special bucket attachment as shown.(1).
As mentioned above, the electric motor has been mounted on the bracket, and the pull to the grinding mill is made through a V-belt.
The grinding mill has a motor protection switch and the motor is either a single-phase or three-phase jacket-cooled standard motor and is available for all common voltages.
As a special model, this grinding mill is supplied with a petrol (gasoline) motor.
The grinding mill has been coated inside and out using an anticorrosive primer, and is available with blue or light ivory-white (RAL 1015) enamelling.

(2)

Type EM-25/250



Dimensions

Type	L	L_1	L_2	B	H	H_1	H_2*	D	Millstones Ø	V-belt pulley* Mill Ø	Motor
EM-25/250	515	610	815	380	585	440	410	265	250	160	80/A1

* single phase H_2 = 475

* 50 Hz. motors.

Weights (Shipping Specifications)

Type	Net Weight in kilos with single-phase electric motor	Gross Weight in kilos with single-phase electric motor	Volume in m³ with single-phase electric motor	Net Weight in kilos with three-phase electric motor	Gross Weight in kilos with three-phase electric motor	Volume in m³ with three-phase electric motor	Net Weight in kilos spare millstones	Gross Weight in kilos spare millstones	Volume in m³ spare millstones
EM-25/250	60	77	0,215	55	72	0,209	10,5	20	0,030

Technical Data

Type	Motor Power	Grinding Mill r.p.m.	Performance fine / coarse
EM-25/250	1,50 kW	700	30 / 75 kg/h

1 kW = 1,36 HP

Performances and Degree of Grinding (Wheat)

Type	Motor kW	Kg/h	% Flour, Grain Size below 260 my (micron)	% Flour, Bran, Grain Size more than 260 my (micron)	% Bran, Grain Size more than 600 my (micron)
EM-25/250	1,50	75	45	37	18
		50	65	25	10
		30	82	8	10

If other sieve analysis are required, please ask us.

PERMANENTMAGNETISERET SYNKRONGENERATOR
TYPE : PMG-75 6.04.1.006

TEKNISK SPECIFIKATION

GENERATOR :

FABRIKAT / TYPE	: TRANSMOTOR/PMG-75 6.04.1.006
SYSTEM	: Børsteløs, permanentmagnetiseret inderpolsgenerator
FASETAL / POLTAL	: 3-faset / 14-polet
YDELSE	: 1,5 kW, 1,5 kVA
SPÆNDING / STRØM	: 3 x 230 VAC, 3,8 A.
KURVEFORM	: Sinus, klirfaktor <2 % ved ohmsk last
FREKVENS	: 50 Hz.
OMDREJNINGSTAL	: 428 $min.^{-1}$
VIRKNINGSGRAD	: 75 - 90 %.
BYGGEFORM	: B 3
BESKYTTELSESFORM	: IP 54, helt kapslet
VENTILATIONSFORM	: IC 0040, overfladekølet
ISOLATION	: Klasse F.
LEJE / DRIVSIDE	: 6308 2RS
LEJE / IKKE DRIVSIDE	: ~~6308 2RS~~ 7308 B VINKEL KONTAKT
KOBLINGSDIAGRAM	: S-799A
MÅLSKITSE	: M-7029

Transmotor a-s
ELECTROTECHNICAL FACTORY
FINSENSVEJ 6 E
DK-2000 COPENHAGEN F
DENMARK
PHONE: 01-87 98 07
TELEX: 22917 - TRANS dk
CABLE: FORMERTRANS
CODE: PMG-75
6.04.1.006
15 10 87

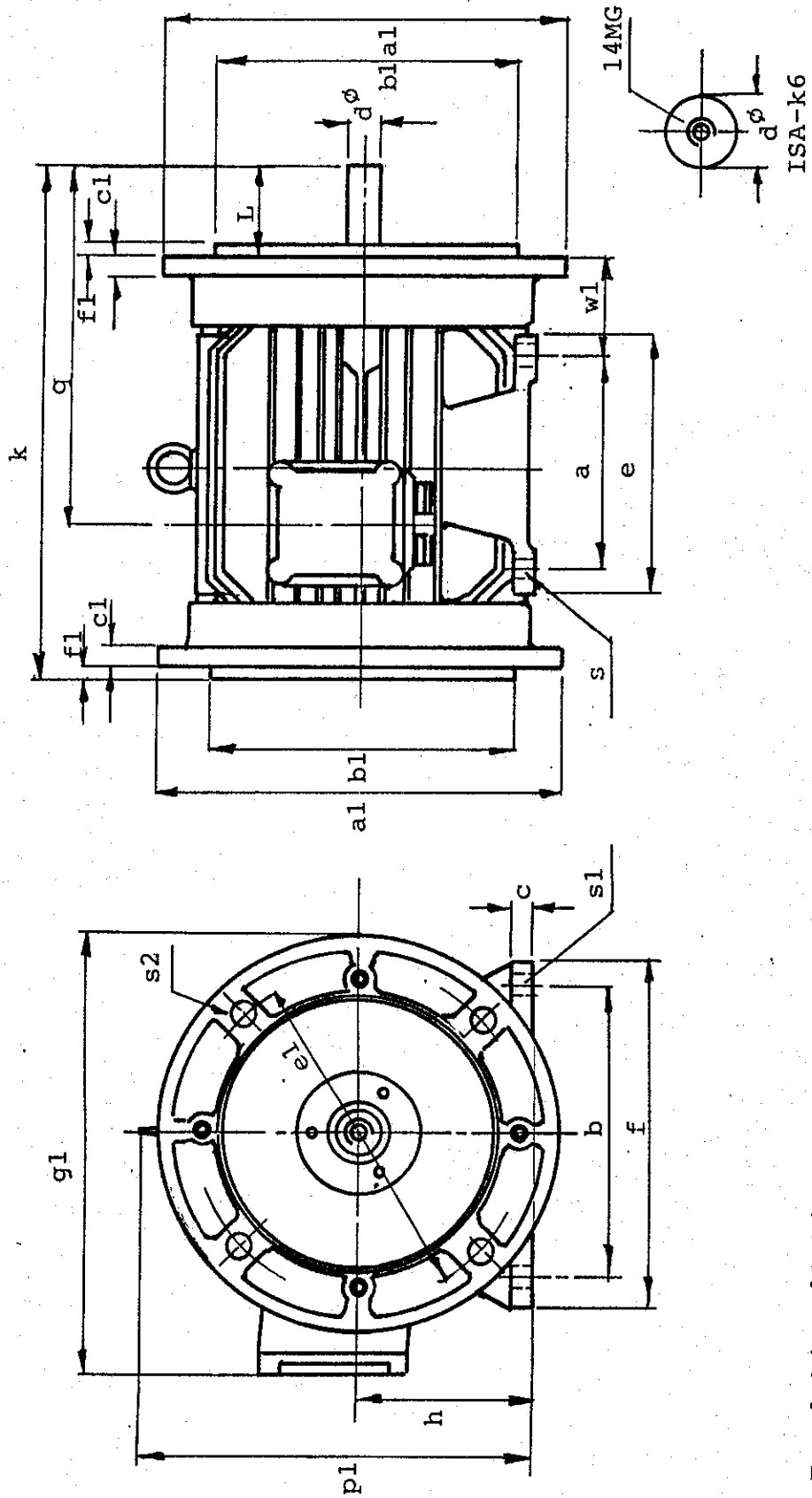
STRØMFORSYNINGSANLÆG · OMFORMERE · MOTORGENERATORER · DC-MOTORER · VENTILATORER
BRUSHLESS POWER SYSTEMS · CONVERTERS · ALTERNATORS · DC-MOTORS · FLOW FANS

SYNKRONGENERATOR MED PERMANENTMAGNETISERET ROTOR

TYPE:PMG-75 6.04.1.012

Byggeform B3/B5/B5, ventilationsform IC oo41

Beskyttelsesform IP 54.



Foreløbig målskitse

Type	a	a1	b	b1	c	c1	d	e	e1	f	f1	g1	h	k	L	p1	q	s	s1	s2	w1	Vægt Weight
PMG-75	140	300	216	230	20	12	39	180	265	260	4	370	132	406	80	307	277	12	21	13	86	
PMG-75 L	178	300	216	230	20	12	39	218	265	260	4	370	132	494	80	307	315	12	21	13	86	

Transmotor a-s
ELECTROTECHNICAL FACTORY
FINSENSVEJ 6 E
DK-2000 COPENHAGEN F
DENMARK
PHONE: 01-87 98 07
TELEX: 22917 - TRANS dk
CABLE: FORMERTRANS

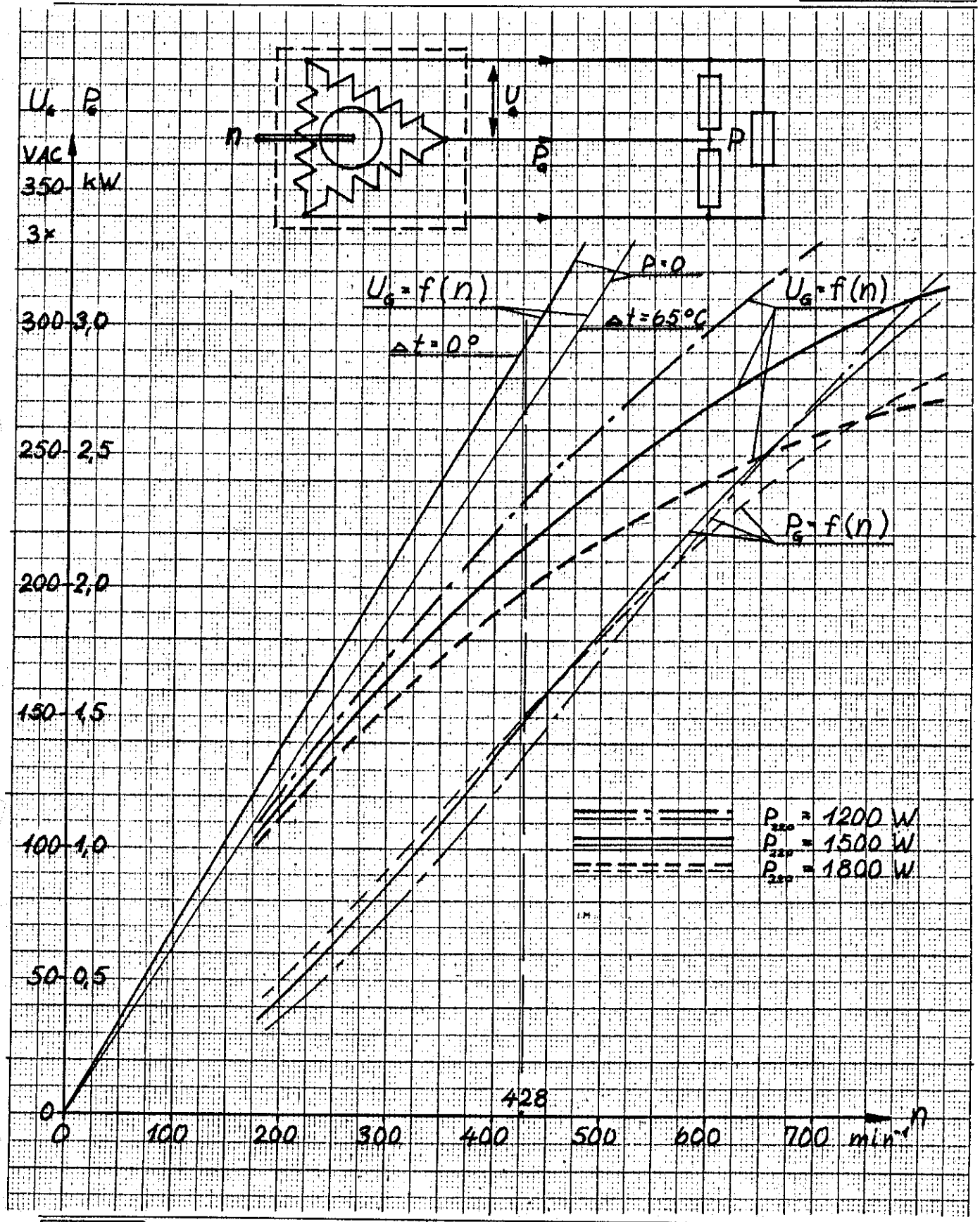
CODE: M-7372

27.01.89

STRØMFORSYNINGSANLÆG · OMFORMERE · MOTORGENERATORER · DC-MOTORER · VENTILATORER
BRUSHLESS POWER SYSTEMS · CONVERTERS · ALTERNATORS · DC-MOTORS · FLOW FANS

AGF 1476

PERMANENTMAGNETISERET SYNKRONGENERATOR
PERMANENT EXCITED SYNCHRONOUS GENERATOR
TYPE : PMG-75 6.04.1.006
ELEKTRISK DOKUMENTATION ELECTRICAL DOCUMENTATION

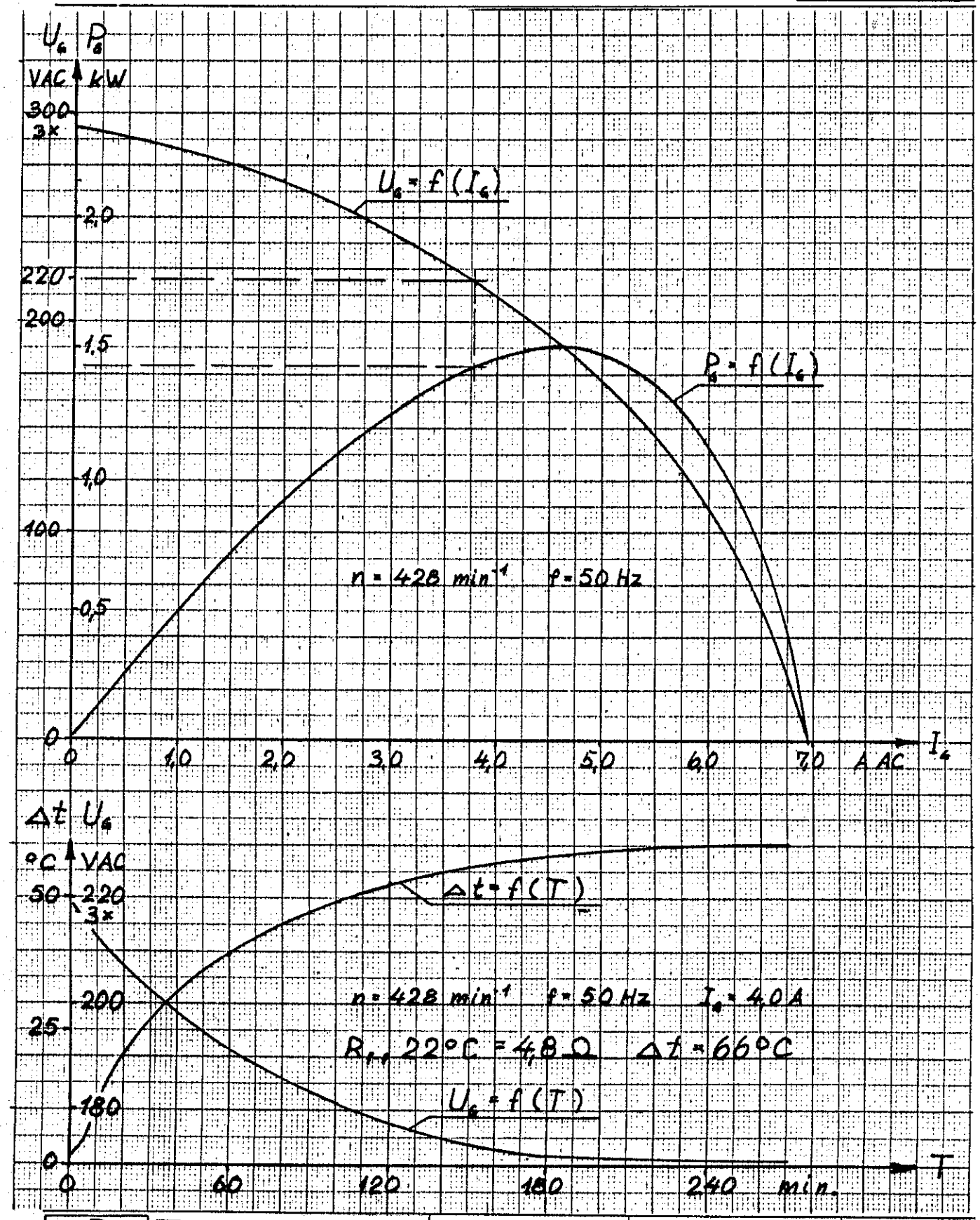


Transmotor a-s
ELECTROTECHNICAL FACTORY
FINSENSVEJ 6 E
DK-2000 COPENHAGEN F
DENMARK
PHONE: 01-87 98 07
TELEX: 22917 - TRANS dk
CABLE: FORMERTRANS

CODE PMG-75
6.04.1.006
30 10 87

STRØMFORSYNINGSANLÆG · OMFORMERE · MOTORGENERATORER · DC-MOTORER · VENTILATORER
BRUSHLESS POWER SYSTEMS · CONVERTERS · ALTERNATORS · DC-MOTORS · FLOW FANS

PERMANENTMAGNETISERET SYNKRONGENERATOR
PERMANENT EXCITED SYNCHRONOUS GENERATOR
TYPE : PMG-75 6.04.1.006
ELEKTRISK DOKUMENTATION ELECTRICAL DOCUMENTATION

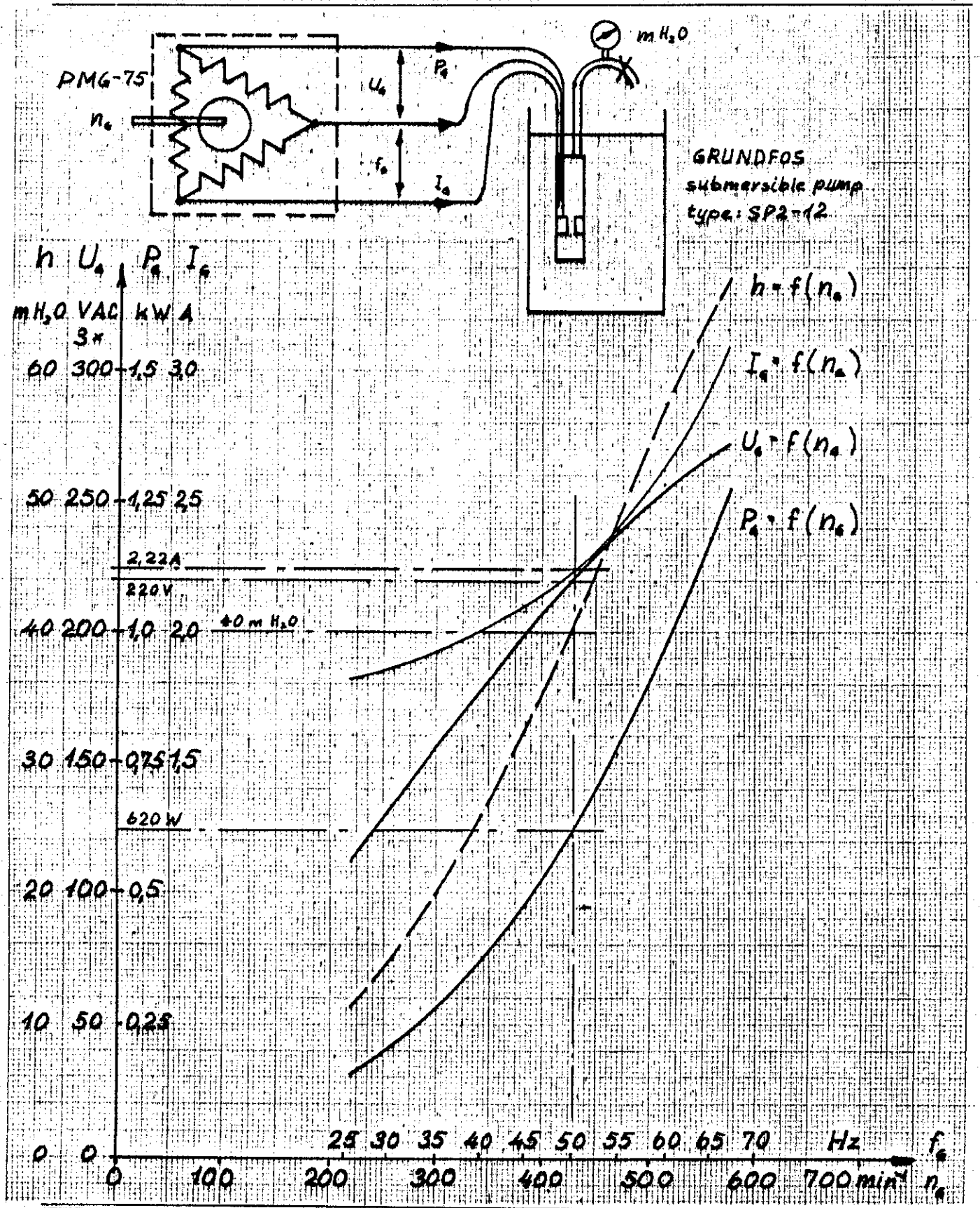


Transmotor a-s
ELECTROTECHNICAL FACTORY
FINSENSVEJ 6 E
DK-2000 COPENHAGEN F
DENMARK
PHONE: 01-87 98 07
TELEX: 22917 - TRANS dk
CABLE: FORMERTRANS

CODE PMG-75
6.04.1.006
30 10 87

STRØMFORSYNINGSANLÆG · OMFORMERE · MOTORGENERATORER · DC-MOTORER · VENTILATORER
BRUSHLESS POWER SYSTEMS · CONVERTERS · ALTERNATORS · DC-MOTORS · FLOW FANS

PERMANENTMAGNETISERET SYNKRONGENERATOR
PERMANENT EXCITED SYNCHRONOUS GENERATOR
TYPE : PMG-75 6.04.1.006
ELEKTRISK DOKUMENTATION ELECTRICAL DOCUMENTATION



Transmotor a-s
ELECTROTECHNICAL FACTORY
FINSENSVEJ 6 E
DK-2000 COPENHAGEN F
DENMARK
PHONE: 01-87 98 07
TELEX: 22917 - TRANS dk
CABLE: FORMERTRANS

CODE: PMG-75
6.04.1.006
30 10 87

STRØMFORSYNINGSANLÆG · OMFORMERE · MOTORGENERATORER · DC-MOTORER · VENTILATORER
BRUSHLESS POWER SYSTEMS · CONVERTERS · ALTERNATORS · DC-MOTORS · FLOW FANS