

WIND WORLD A/S VINDMØLLEBESKRIVELSE

Type: W-2700/170 kW

INDHOLD:	SIDE
<u>1</u> GENEREL INFORMATION	1
1.1 FIRMAPROFIL	1
<u>2</u> TEKNISK BESKRIVELSE	2
2.1 DESIGN	2
2.2 INTEGRERET GEARKASSE	3
2.3 BREMSESYSTEM	5
2.4 GENERATOR	7
2.5 KRØJESYSTEM	8
2.6 LYDDÆMPNING OG LYDISOLERING	10
2.7 TÅRN	11
2.8 ROTOR	12
2.9 NAV	14
2.10 VINDMØLLESTYRING	15
<u>3</u> ILLUSTRATIONER	17
3.1 KABINE OG TOP-UNIT	17
3.2 KRØJESYSTEM	18
3.3 GEARKASSEOPBYGNING	19
3.4 W-2700/170 kW OPSTILLET	20
<u>4</u> TEKNISKE DATA	21
4.1 DATA FOR HOVED KOMPONENTER	21
4.2 EFFEKTKURVE	26

WIND WORLD A/S
BUTTERVEJ 60,
DK-9990 SKAGEN
DANMARK

Tlf: 98444011
Fax: 98445756

1 GENEREL INFORMATION

1.1 VIRKSOMHEDSPROFIL

GRENEN MASKINFABRIK A/S blev grundlagt i 1916 og fremstillede i mange år GRENEN dieselmotorer til fiskekuttere, skibsspil og andet maskinarbejde til fiskeindustrien.

Senere udvikledes en større serie hydrauliske pladevalsemaskiner, hvoraf den største kan rulle stålplader op til 100 mm pladetykkelse i en bredde af 4 meter. Gennem årene er mere end 365 maskiner leveret overalt i verden, og pladevalser er stadig en del af produktionsprogrammet. Desuden fremstilles hydrauliske tryk- og trækpressere op til 800 tons. Virksomheden udfører også underleverandørarbejde til skibsværfter og tungere industri.

WIND WORLD A/S blev stiftet i 1984 og i samarbejde med GRENEN MASKINFABRIK A/S udvikledes en helt ny generation vindmøller. Designet er kendetegnet ved en enkel og meget robust konstruktion, hvor den mangeårige erfaring med maskinanlæg til skibe og tung industri er blevet anvendt.

WIND WORLD A/S og GRENEN MASKINFABRIK A/S blev sammensluttet i 1987. Til i dag er mere end 730 vindmøller (aug. '95) blevet installeret i Danmark, Sverige, Finland, Tyskland, Tjekkiet, Portugal, USA og Indien. Mange af møllerne er opstillet i mølleparker, hvoraf Fynsværket har fået leveret en af de store på 12 maskiner. Alle møller kører yderst tilfredsstillende med en rådighedsfaktor på over 99%.

WIND WORLD A/S er beliggende i Skagen og har et produktionsareal på omkring 5.500 m² med en stor svejsekapacitet, moderne CNC-styrede bearbejdningsmaskiner samt gode montage- og testfaciliteter. Virksomheden ejes af fabrikant Lars Olsen, har ca. 110 medarbejdere og en årlig omsætning på omkring 280 mio. kr.

WIND WORLD mølledesignet bygger på en integreret gear og en meget stor grad af egen fabrikation på omkring 60% af vindmøllen. Virksomheden udfører selv al bearbejdning og fremstiller blandt andet tårn og krøjesystem samt den integrerede gearkasse, der bygges i samarbejde med førende europæiske tandhjulsfabrikker.

WIND WORLD A/S udfører en effektiv kvalitetskontrol og styring af produktionen i henhold til ISO-9002 normerne, hvilket har ført til følgende godkendelser:

- * *Designgodkendelse*, Det Norske Veritas
- * *Systemgodkendelse*, RISØ
- * *Typeprüfung*, Tyskland

2 TEKNISK BESKRIVELSE

2.1 DESIGN

WIND WORLD møllerne er opbygget omkring en integreret gearkasse som den bærende konstruktion. hertil boltes alle komponenter til møllens drift såsom rotor, generator og krøjesystem med tårn. Når den komplette gearkasse med bremsesystem, hydraulikstation, tryksmøringssystem og generator monteres i glasfiberkabinen oven på krøjesystemet, er møllen helt færdig med undtagelse af opsætning på tårnet og montage af nav med vinger.

Gearkassehusets opbygning er meget enkel og robust, og udformningen er udført på en måde, der sikrer, at alle statiske og dynamiske belastninger effektivt føres direkte ned i tårnet.

Alle dele og komponenter er fremstillet af specificeret kvalitetsstål med værks-certifikater. Samlefladerne, lejehusene og montagestederne samt alle enkeltkomponenter er bearbejdede med stor nøjagtighed i CNC-styrede bore/fræseværker eller drejebænke med netop den tolerance, der kendetegner et virkeligt kvalitetsprodukt. Hele fremstillings- og bearbejdningsprocessen gennemføres således, at de enkelte komponenter bliver 100% identiske, og at der ved montagen ikke skal udføres tilpasninger, justeringer eller opligning af enkeltdele. På den måde bliver vedligeholdelsen i det lange løb både lettere, enklere og billigere.

Fordelene for mølleejeren er således betydelige:

- * *En meget kompakt, robust og enkel konstruktion*
- * *En let tilgængelig, overskuelig og samlet opbygning*
- * *Høj sikkerhed og stor servicevenlighed*
- * *Lang levetid og små vedligeholdelsesomkostninger*

Alle svejsninger udføres med certifikat og bliver løbende kontrolleret af Force Institutterne. Desuden udføres en omhyggelig kvalitetskontrol med fuld sporbarhed af alle komponenter og arbejder i henhold til ISO-9002 kvalitetsnormerne.

2.2 INTEGRERET GEARKASSE

WIND WORLD's gearkasse er udviklet specielt til brug i vindmøller i samarbejde med erfarne gearkassefabrikker. Tandhjulsgometri, bearbejdning og hærdeningen af tandhjulene udføres efter anerkendte principper og følger de internationale DIN-forskrifter for brug af gearkasser til tungt og svært belastet arbejde.

2.2.1 Gearkassehus

Gearkassehuset er svejset op, da dette giver den mest seje og robuste opbygning. Konstruktionen er udført på en måde, der effektivt leder alle statiske og dynamiske påvirkninger fra rotoren direkte ned i tårnet.

På forsiden af gearhuset er parkeringsbremsen med bremsekaliberen monteret ved den hurtiggående aksel. På bagsiden er generatoren fod/flangemonteret med en fleksibel kobling til den hurtiggående aksel. Set bagfra ved generatoren, er der på højre side af huset anbragt en elektrisk tryksmøringspumpe samt en hydraulikstation.

Det bærende gearkassehus er ved det forreste og bageste hovedleje boltet til en svær stålstøbt bundplade af kuglegrafit. Bundpladen hviler i de fire hjørner på kraftige transmissionsdæmpende maskinophæng monteret ovenpå krøjesystemets stålstøbte krøjeplade. Herved hindres effektivt overførsel af transmissionsstøj fra gearkassen til tårnet.

2.2.2 Aksler og tandhjul

Gearkassen har to trin med 3 parallelle aksler og et meget lavt transmissionstab. Den langsomtgående aksel er udformet som møllens rotoraksel smedet i et stykke med en stor flange til montering af nav med vinger. Rotorakslen er gennemboret for fremføring af hydrauliktryk til styring af vingernes drejetip luftbremser.

Tandhjulssættene leveres af Jahnel-Kestermann i Tyskland eller Valmet i Finland. Ved beregningerne er valgt betydeligt højere sikkerhedsfaktorer end Prøvestationen, RISØ, kræver, hvilket tydeligt demonstreres af lave olietemperaturer selv under ekstreme driftsforhold.

2.2.3 Lejer

Alle lejerne i gearkassen er dobbelt-radede, sfæriske rullelejer af højeste klasse (CC-kvalitet, og de leveres af SKF eller FAG. Ved at anvende denne lejetype fastmonteret på alle aksler sikres disse en 100% konstant parallelitet ved de nødvendige aksiale tolerancer.

Der benyttes ikke koniske rulle- eller kuglelejer, fordi de ikke altid kan holde akslerne fuldstændig parallelle ved aksiale bevægelser. En sådan situation vil uvægerligt medføre et skævt tandhjulsgreb, der fører til unormal slitage, og ofte ender med et kedeligt havari.

2.2.4 Lejedæksler og tætninger

Lejedækslerne er ved akselgennemføringerne bygget med specielle vedligeholdelsesfrie labyrinttætninger, der effektivt sikrer mod udsivning af olie. Endvidere findes udvendigt en læbetætning, der hindrer indtrængning af støv eller snavs udefra.

2.2.5 Smøresystem

Alle gearkassens lejer og tandhjul tvangsmøres kontinuerligt og effektivt ved indsprøjtning af olie fra et elektrisk drevet centralsmøresystem med en kapacitet på 12 liter i minuttet.

Olien sendes fra smøreoliepumpen via et oliefilter med reduktionsventil, smørerør og lejhuse direkte ind mellem de to rækker ruller i hvert eneste rulleleje. Herved renses og køles lejerne konstant og får tilført smøreolie med samme tryk uanset belastning.

Samtidigt indsprøjtes via en sprededyse olie direkte i tandhjulsindgrebet i højgearakslen øverst i gearkassen. Det store tandhjul på rotorakslen supplerer med plaskesmøring overalt fra oliesumpen i bunden af gearkassen.

Centralsmøresystemet starter op samtidigt med frigivelse af bremserne og trykker olie ud til alle smøresteder, før møllen indkobles på nettet. Pumpen fortsætter indtil kort efter et eventuelt stopsignal. Under drift bliver både olietryk og -temperaturen hele tiden kontrolleret, og registreres der unormale forhold, standses møllen automatisk.

2.2.6 Gearkasseolie og olietemperatur

Gearkassen smøres med fuldsyntetisk olie og oliesumpen indeholder 80 liter. Olien har et meget fordelagtigt viskositetsindex, der sikrer en let opstart af møllen ved ekstremt lave omgivelsestemperaturer, og en effektivt smørende oliefilm på alle tandhjul og i alle lejer hele tiden.

De høje sikkerhedsfaktorer ved tandhjulsberegningerne betyder en lav belastning i tandindgrebene, samt at gearoliens temperatur under alle driftsforhold vil ligge under 50 grader. Dette forhold medfører samtidigt et minimalt transmissionstab i gearkassen og en levetid på langt mere end 20 år for lejer og tandhjul.

Før olien sendes ud til smørestederne filtreres den af et stort oliefilter. Filterenheden udskiftes en gang om året. Samtidigt udtages en olieprøve, og på grundlag af den vurderes det, hvornår olien skal udskiftes. Dette forventes at skulle ske med intervaller på 7-10 år. De seneste olieprøver fra de første W-2700/170 kW møller som nu er 6-7 år gamle, viser overhovedet ingen tegn på slid, hvilket viser at gearkasserne med aksler og tandhjul er korrekt dimensioneret med store sikkerhedsfaktorer der gør at der kan optages alle typer af statiske og dynamiske påvirkninger.

2.3 BREMSESYSTEM

Bremsesystemet er negativt fail-safe opbygget med 3 uafhængige vingetipbremser og to parkeringsbremsere med primære og sekundære funktioner styret med en hydraulikstation. Det betyder, at der anvendes en aktivt hydraulisk tryk til at fastholde møllen i driftssituationen. Ved et stopsignal fra styringen frigives de indbyggede bremsekræfter.

2.3.1 Vingetipbremser

Hver vinge er bygget med en drejetip, der ved udfældning stiller sig på tværs i rotorplanet og fungerer som en effektiv luftbremse. Drejetippen er monteret på en rustfri stålaksel, der er integreret i hovedvingen. Under drift og rotation holdes vingetippen i driftstillingen ved hjælp af en rustfri stålwire forbundet til en hydraulisk cylinder med aktivt tryk i hver vingerod ved navet.

Når det hydrauliske tryk lukkes tilbage til tanken, vil vingetipbremserne på grund af centrifugalkraften aktiveres uafhængigt af hinanden og effektivt nedbremse rotoren. Også to aktiverede vingetipper kan under alle forhold holde omdrejningstallet under driftomdrejningstallet.

Ved genopbygning af det hydrauliske tryk, trækkes vingetipperne ind og på plads fra deres bremseposition, og parkeringsbremsere gøres fri.

2.3.2 Parkeringsbremsere

Parkeringsbremsen består af en fail-safe bremsekalibre med en indbygget fjederbremsekraft, og bremsekiven sidder på den hurtiggående gearkasseaksel. Der anvendes aktivt hydraulisk tryk til at frigøre bremsere.

Bremsekalibrene er selvjusterende, og bremseklodserne har indbyggede indikatorer, der giver signal til styringen ved nedslidte belægnings.

2.3.3 Hydraulikstation og -olie

Hydraulikstationen leverer tryk til styring af vingetipbremser, parkeringsbremsere og krøjebremser. Et returfilter sørger for rensning af olien. Der anvendes en speciel hydraulikolie, HFE-AERO beregnet til fly-hydraulik, som også er letflydende ved ekstremt lave temperaturer.

2.3.4 Primære bremsefunktion

Den primære bremsefunktion kontrolleres af møllestyringen og hydraulikstationen. Et stopsignal medfører først en udfældning af vingetippenes luftbremser. Når omdrejningstallet er under 40% af driftomdrejningstallet (12 omdr./min) eller senest efter 15 sekunder træder parkeringsbremsere til og bringer rotoren til endeligt stop.

2.3.5 Sekundære bremsefunktion

Den sekundære bremsefunktion er et nødbremsesystem helt uafhængigt af møllestyring og hydraulikstation. Systemet aktiveres, hvis rotoren omdrejningstal kommer ca. 30% over driftomdrejningstallet, idet et forøget tryk i hydrauliksystemet som følge af større centrifugalkraft fra vingetipperne, vil sprænge en tynd membran og give hydraulikolien frit løb tilbage til tanken. Når trykket forsvinder, aktiveres luftbremserne omgående.

2.3.6 Nedbremsning ved netudfald

I tilfælde af et netudfald mistes det opbyggede tryk i hydrauliksystemet omgående, og både vingernes luftbremser og parkeringsbremserne vil blive aktiveret. Styringen vil automatisk genopstarte møllen, når netspændingen har været normal igen i 10 minutter.

2.4 GENERATOR

Generatoren er flangemonteret med fodstøtte på en konsol bag på gearkassen. Generatorflangen har en reces, der ved påboltningen sikrer en perfekt position af generatorakslen i forhold til gearkassens udgangsaksel for montage af et koblingselement til overførsel af momentet. Fodbeslagene understøttes med justerbare maskinsko.

2.4.1 Type

Generatoren er af en lukket kappekølet IP54 type med speciel vikling for høj effektivitet ved anvendelse i vindmølle drift. Det vil sige, at generatoren allerede ved ½ last har opnået sin højeste virkningsgrad.

2.4.2 Isolationsklasse og effektafgivelse

Mærkepladeeffekten på 170 kW er angivet ved "klasse B" udnyttelse og temperaturstigning. Imidlertid bliver generatoren bygget efter "klasse F" specifikationer, hvilket betyder, at den leveres med en ekstra temperaturmæssig sikkerhedsfaktor på 20 grader. Herved sikres det, at møllejeeren aldrig vil opleve stop på grund af for høj generatortemperatur uanset vejrforholdene.

Den maksimale effektafgivelse er ikke kun afhængig af vindens hastighed. Også luftens tryk og temperatur samt dens grad af turbulens har en stor indflydelse på vindens energiindhold. Det betyder, at vindmøllen ved tilsyneladende ens vindhastighed producerer forskellig. Det er normalt, at den maksimale effekt varierer op til +/- 15 kW ud fra den gennemsnitlige og garanterede effektkurve, der er angivet ved standardbetingelserne: Lufttemperatur 15 °C, Lufttryk 760 mm Hg og max. 15% turbulensintensitet. Det betyder, at møllen under ugunstige vejrforhold har en maksimal ydelse omkring 170 kW, og ved gunstige vejrforhold en maksimal ydelse omkring 180 kW.

2.4.3 Signalgivere

Til direkte udlæsning og overvågning af generatortemperaturen er indbygget PT100 og termistor følere i generatorviklingerne. PT100 føleren giver mulighed for direkte udlæsning på styringens panel samt stor af vindmøllen ved overskridelse af en indkodet temperaturgrænse. Termistoren har en lidt højere og maksimal grænseværdi, der også kan føre til et stop. Begge følere er dubleret med et reservesæt.

2.4.4 Køling

Omkring generatoren er monteret en særlig kølekappe udformet som stålrør, der ved hjælp af et særligt blæserhjul tvangskøler generatorens køleribber.

Køleluften tages ind i forsiden af kabinen gennem en sluse og sendes via den særlige kølekappe videre ud i en luftsluse beklædt med lydabsorberende plader bag i kabinen. Systemet hindrer recirkulering af luften i kabinen.

2.5 KRØJESYSTEM

Krøjningen kontrolleres af vindmøllestyringen, og foretages ved hjælp af en el-motor efter signaler fra en vindfane øverst på kabinen.

Krøjesystemet består af en stålstøbt krøjeplade, en indvendigt fortandet kugle-drejekrans, krøjedæmpningen, og et motorkrøjesystem. Hele krøjesystemet er anbragt på en kort topkegle, der udgør bunden af møllehatten. Topkeglen boltes til den øverste tårnflange.

Alle komponenter er anbragt indvendigt og effektivt indkapslet mod indtrængning af snavs, støv eller vand. Opbygningen udelukker også, at olie kan trænge ud og forårsage forurening ved en eventuel lækage i olietryksmøringen oppe i kabinen. Endvidere kan al form for service og vedligeholdelse let og bekvemt foretages uanset vejrliget.

2.5.1 Krøjeplade

På oversiden af krøjepladen monteres den integrerede gearkasse ved hjælp af 5 store transmissionsdæmpende maskinophæng. Krøjepladens underside er basis for krøjedæmpningen, kugledrejekransen og kabelsnoningsvagten.

2.5.2 Kugledrejekrans

Kugledrejekransen har indvendig fortanding, hvilket giver et lidt bedre tandindgreb end ved udvendig fortanding, samt en fuldstændig beskyttelse mod vejrliget. Smørestederne er anbragt indvendigt i bunden af kabinen.

2.5.3 Krøjedæmpning

Krøjedæmpningen består af 2 permanente fjederbelastede krøjebremser, der udøver friktion på krøjebremseskivens overside. Til fastholdelse af møllen i vinden findes endvidere 3 hydraulisk styrede krøjebremser, der frigøres forud for et krøjesignal.

De hydrauliske krøjebremser udfører friktionen på undersiden af krøjebremseskiven, der er udformet som en stor indvendig skive og er en integreret del af tårntoppens øverste bolteflange.

Topkeglens bolteflange og bremseflade er bearbejdede på over- og underside til sikkerhed for, at kugledrejekransen monteres på en helt plan flade, samt at bremsefladen løber parallelt med og i samme afstand til krøjepladen.

2.5.4 Krøjetandhjul, krøjegear og motorer

Krøjetandhjulene er monteret på separate dobbeltradede sfærisk rulleleje monteret i drejepladen. Herved sikres det, at det kraftige tandtryk mellem krøjetandhjulene og kugledrejekransen under krøjning ikke medfører uhensigtsmæssig belastning af gearkassens indbyggede lejer.

2.5.5 Kabelsnoning

Under drejepladen er monteret en snoføler, der giver besked om automatisk opsnoning af generatorkablet efter sammenlagt 3 omdrejninger af møllehatten til samme side.

2.6 LYDDÆMPNING OG LYDISOLERING

De transmissionsdæmpende maskinophæng mellem gearkassens bundplade og drejepladen isolerer effektivt møllehatten fra tårnet, og hindrer støj fra maskinkabinen i at kunne gå ned i tårnet og udsende derfra.

Endvidere er glasfiberkabinen forsynet med luftsluser for og bag samt beklædt indvendigt med lydabsorberende og lydisolerende materialer.

Den elektrisk styrede generatorblæser er medvirkende til en mindre støjbelastning ved lav vind, hvor den normalt ikke vil være indkoblet. Den vil kun være aktiv ved en større generatortemperatur i forbindelse med højere vindhastigheder, men i de tilfælde vil vindens egen baggrundsstøj være mere dominerende end blæserstøjen.

2.7 TÅRN

Tårnet er fremstillet af stålplade og udformet som et konisk stålrør i to dele ved 31 m navhøjde og tre dele ved 41 m navhøjde. Svejsningerne udføres med stor præcision i automatisk pulversvejsningsanlæg under løbende kontrol af Force Institutterne.

Der er adgang til møllen gennem en glasfiberdør aflåst med systemnøgle, og i bunden af tårnet er møllestyringen anbragt.

2.7.1 Stige

Stigen er af aluminium og går i et stykke direkte fra tårnbund til den øverste platform under krøjesystemet. Opstigningen sker med ryggen mod tårnet, der således fungerer som rygbøjle. Udformningen af adgangsvejen er i overensstemmelse med Arbejdstilsynets anvisninger.

2.7.2 Platforme

Ved hver tårnsamling er monteret en hvileplads/platform, hvorfra tårnboltene kan inspiceres og efterspændes. Den øverste platform er anbragt således, at der er bekvem ståhøjde under krøjesystemet, Herfra er der indvendig adgang til møllehatten.

2.7.3 Lys

Under hver platform og i møllekabinen findes 220 V lysarmatur. Endvidere er der stikkontakt både i kabinen og i bunden af tårnet.

2.7.4 Overfladebehandling

Tårnet er sandblæst og effektivt overfladebehandlet med et flerlags malingsystem. Farven er lysegrå og magen til vinger og kabine.

2.8 ROTOR

Rotoren er 3-bladet monteret i vindsiden foran tårnet og består af vinger, nav og vingeforlængere.

Vingernes tipvinkel er fast og kan finjusteres på navet. Møllens maksimale effekt kontrolleres ved hjælp af stall, der er et naturfænomen og indtræder, når en given vindhastighed overskrides. Dette er den mest effektive og enkleste form for regulering, idet den fremkommer uden brug af mekanik og indtræder øjeblikkeligt ved behov. Mht. maksimal effektafgivelse henvises til kapitel 2.4, GENERATOR.

2.8.1 Vinger

Vingerne er LM 12.0m HHT fra LM Glasfiber A/S. De er støbt i glasfiber med en gennemgående bærende glasfiberbjælke. Vingeroden har indstøbte stålforankringer med gevind til vingeboltene. Roden har endvidere en reces til styring af vingen ved justering af tipvinklen. De yderste 2,8m af vingerne er udformet som drejelige vingetipbremser, der ved aktivering udfældes uafhængigt af hinanden. Med vingetipbremserne i luftbremsestilling kan vingernes rotation holdes effektivt under driftsomedrejningstallet ved alle vindhastigheder.

2.8.2 Nav

Navet er helstøbt i kuglegrå og monteret direkte på rotorakslen. Bolteflangen mod vingeforlængerne er udformet med reces, og boltehullerne er udført som aflange huller, der giver mulighed for finjustering af vingerne. Foran i navet er der via en lem i spinneren adgang til hydraulikcylindrene i bunden af hver vinge og vingeboltene.

2.8.3 Vingeforlængere

Mellem vinger og nav er indsat vingeforlængere for at give rotoren en optimal diameter. Forlængerne er udformet som indspændte, cylindriske mellemstykker med endeflanger, der er bearbejdede og udformet med styrecasser mod vinger og navflanger. Vingeforlængerne har samme udvendige diameter som vingernes rodender. Vingerne er boltet til navet ved hjælp af lange stagbolte, der løber gennem forlængeren.

2.8.4 Vingetipbremser

Der henvises til kapitel 2.3, Bremsesystem, hvor vingetipbremser og bremsefunktion er beskrevet.

2.8.5 Overfladebehandling

Vinger og spinneren har farven indstøbt i glasfiber materialet og er vedligeholdelsesfrie. Navet er sandblæst og flerlagsmalet. Vingeforlængerne er varmgalvaniserede før maling. Farverne er lysegrå og magen til tårnet.

2.9 MØLLEKABINE

Møllens maskinkabine indgår ikke i møllens konstruktion, men er blot en skal, der totalt omslutter hele maskineriet. Den er monteret oven på krøjepladen, tætnet med silicone og beskytter effektivt alle maskindele mod vejrliget. Enhver form for service og vedligeholdelse kan udføres indvendig, og ved kontrol af nav, vingebolte og vinger kan en kabinelem foran let åbnes.

2.9.1 Materiale

Kabinen er støbt i glasfiber med plant gulv, fuld ståhøjde og gode bevægelsesmuligheder rundt om gearkassen og dens komponenter. Farven er indstøbt og magen til vingernes.

2.9.2 Luftsluser og lydisolering

Foran i kabinetaget tages køleluften ind gennem en sluse, og efter køling af gearkasse og generator passerer luften via generatorens rørformede kølekappe gennem en speciel lydsluse beklædt med lydabsorberende materiale ud i det fri bages i bunden af kabinen.

De indvendige sider i kabinen er beklædt med lydisolering. Bages i kabinen omsluttet generatorens kølekappe af en lodret væg, der er en del af lydslusen.

2.9.3 Vindfaner og vindmåler

Øverst bag på maskinkabinen er vindfane og vindmåler monteret på et stativ. Ved inspektion er der bekvem og sikker adgang gennem kammeret bag ved generatoren og et mandehul i kabinens tag

2.10 MØLLESTYRING

Vindmøllestyringen er opbygget i et stort el-skab, der indeholder en styretavle med betjeningspanel og computer, samt en stærkstrømsdel med diverse kontaktorer og relæer. På døren til stærkstrømsdelen sidder en maksimalafbryder, der både fungerer som hovedafbryder og som automatsikring for generator og kabler.

Styresystemet er baseret på mikroprocessorer og har uafhængige sikkerhedssystemer, som hver for sig kan bringe vindmøllen til standsning.

Den er forsynet med tyristor ind- og frakobling af el-nettet, og leveres med kondensatorbatterier til fasekompensering, der dækker generatorens tomgangsforbrug af kVar.

Til sikring af en stabil og udelukkende positiv produktion er generatoren kun tilkoblet elnettet ved hjælp af tyristorerne ved lave vindhastigheder. Når den gennemsnitlige effektafgivelse når op på ca. 25 kW svarende til omkring 6.5 m/s, paralleleindkobles hovedkontaktoeren og tyristorerne. Herved forhindres det, at møllen forbruger effekt fra elnettet ved lav vind.

2.10.1 Styresystem

Vindmøllens styresystem kontrolleres af en computer placeret i styretavlen i bunden af møllen. Styresystemet er forbunden med et topskab i møllehatten ved hjælp af multilederkabel.

2.10.2 Topskab

I topskabet er monteret et topprint, der via lynbeskyttelsesudstyr er tilsluttet en række sensorer og en nødstopfunktion. Sensorerne registrerer bl.a omløbstal for generator, PT100 følere for måling af temperaturer i gearkasse og generator, olietryk i gearkassen, vindhastighed og retning, kabelsnoing og vibrationer.

Der findes en nødstopknap i møllehatten og under krøjesystemet. Ved aktivering udkobles styretavlens maksimalafbryder, og møllen standser. Der vil dog fortsat være strømforsyning til møllestyring, lys og stikkontakter.

På siden af topskabet findes tilkoblingsmulighed for et tastatur til betjening af møllen fra møllehatten under service.

2.10.3 Styretavle

Styretavlens computer i tårmbunden varetager alle styre- og sikkerhedsfunktioner, dvs. styring af hydraulik- og bremsesystemer, krøjefunktioner, ind- og udkobling af el-net samt overholdelse af grænseværdier for driften. Computeren registrerer og opsamler endvidere statistik for produktion og timetællere. Styretavlen er forsynet med en nødstopknap.

2.10.4 Stærkstrømsdel

Den sektionsopdelte styretavle er udstyret med fasekompensering for generatorens tomgangsforbrug, tyristor for blød ind- og udkobling af generatoren på el-nettet, varistorer til overspændingsbeskyttelse, div. automatsikringer, kontaktorer til indkobling af motor for krøjning til højre og venstre samt til hydrauliksystem, oliepumpe og generator. Desuden er styringen som standard udstyret med maksimalafbryder.

2.10.5 Transient- og lynbeskyttelse

Styringen er i udstrakt grad beskyttet mod lynskader og transienter idet både svagstrømsdel og stærkstrømsdel er monteret med transorbere og varistorer ved alle ind- og udgange. Også tilgangskablet fra el-nettet er koblet til store lynbeskyttelsesblokke.

2.10.6 Betjening

Til computeren er tilsluttet et display med 8 linier og et tastatur, hvormed der kan vælges forskellige informationer:

- * *Generel status og driftssituation*
- * *Fejlliste*
- * *Produktionsstatistik og timetællere*
- * *Mekaniske informationer*
- * *Temperaturer*
- * *Midlingstider for de forskellige informationer*
- * *Grafisk præsentation af produktionsstatistik*
- * *System parametre*

Desuden kan de normale styrekommandoer udføres, som f.eks. start, stop og manuel krøjning.

2.10.7 Fjernovervågning

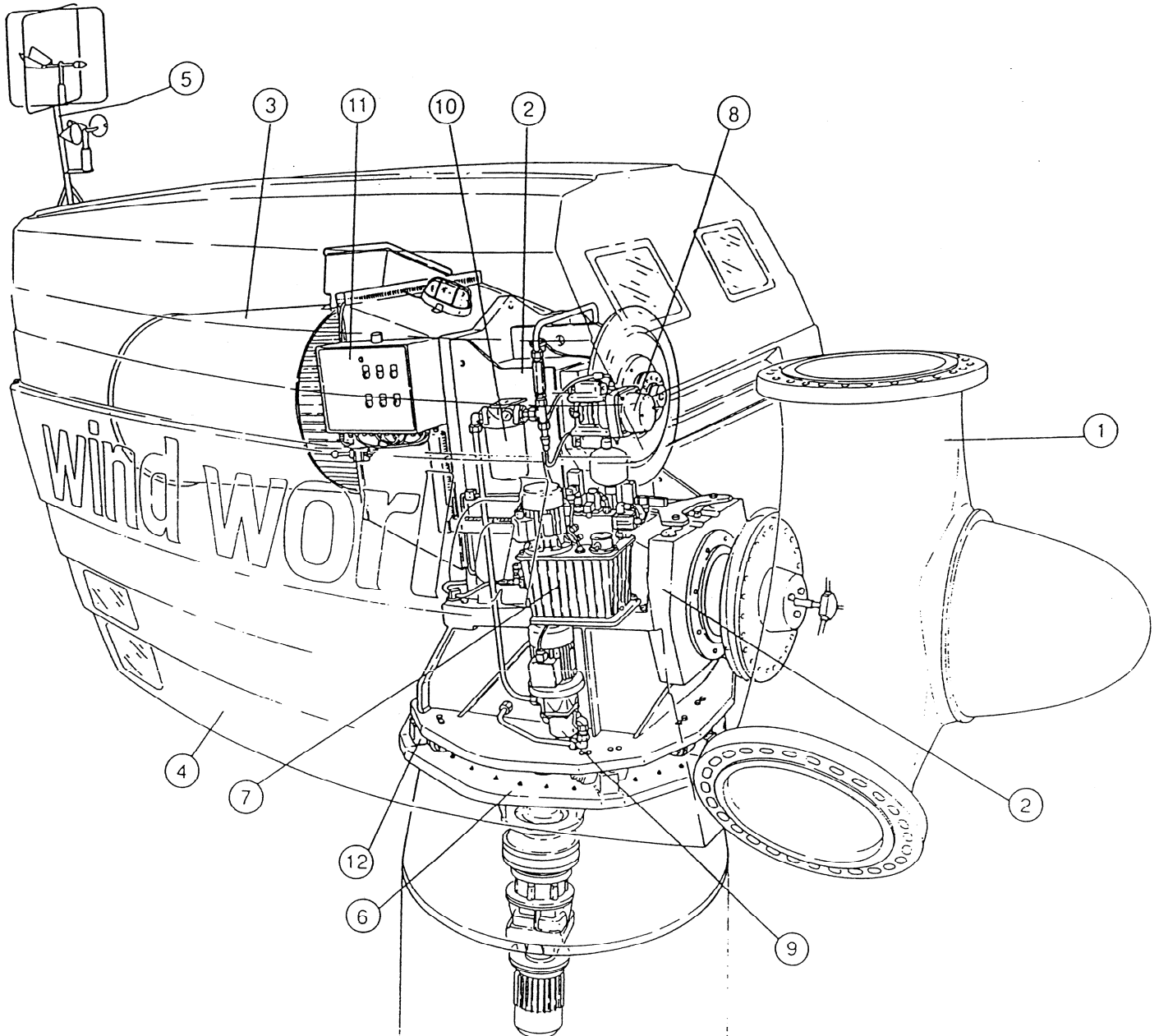
Styringen er standardudstyret med fjernovervågning via et Hayes kompatibelt modem over telefonnettet. Ved ethvert stopsignal vil møllen automatisk ringe op til Wind World's serviceafdeling og meddele årsagen og tidspunktet for standsningen på en computerskærm, gemme oplysningen, samt udskrive den på printer. Meddelelsen kan efter ønske også sendes til andre computere forsynet med modem.

Fra serviceafdelingen kan møllen kaldes op, hvorefter der kan udføres fejlfinding af alle sensorer og computerporte, samt vurderes, hvilke skridt der skal tages for at få mølledriften genoptaget. Der kan via overvågningen foretages stop, start og krøjning til højre eller venstre.

Styringen kan alternativt leveres med overvågningsudstyr, der fungerer efter FDV-protokollen.

3. ILLUSTRATIONER

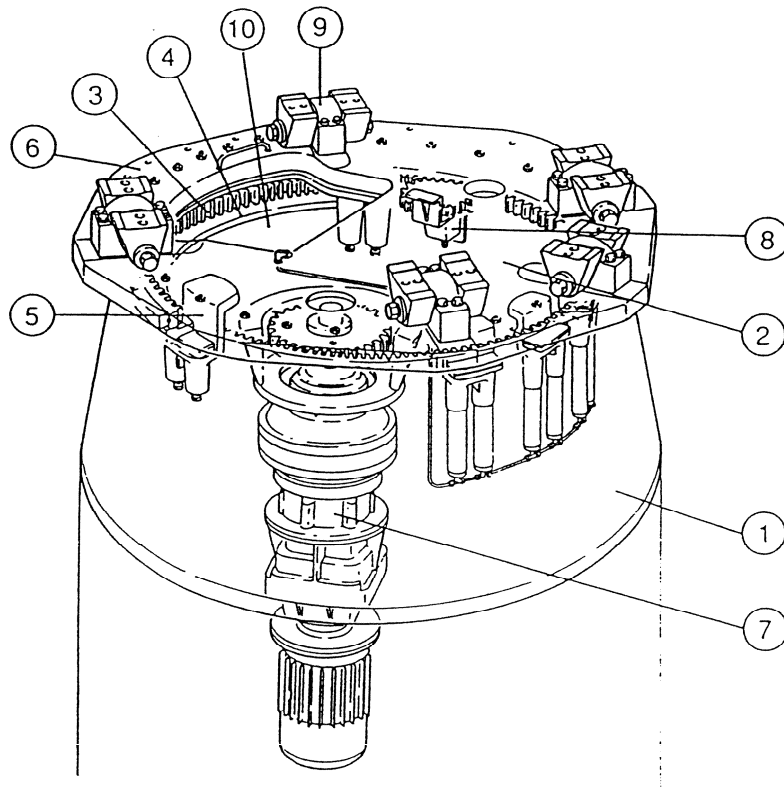
3.1 KABINE OG TOP-UNIT



W-2700/170kW

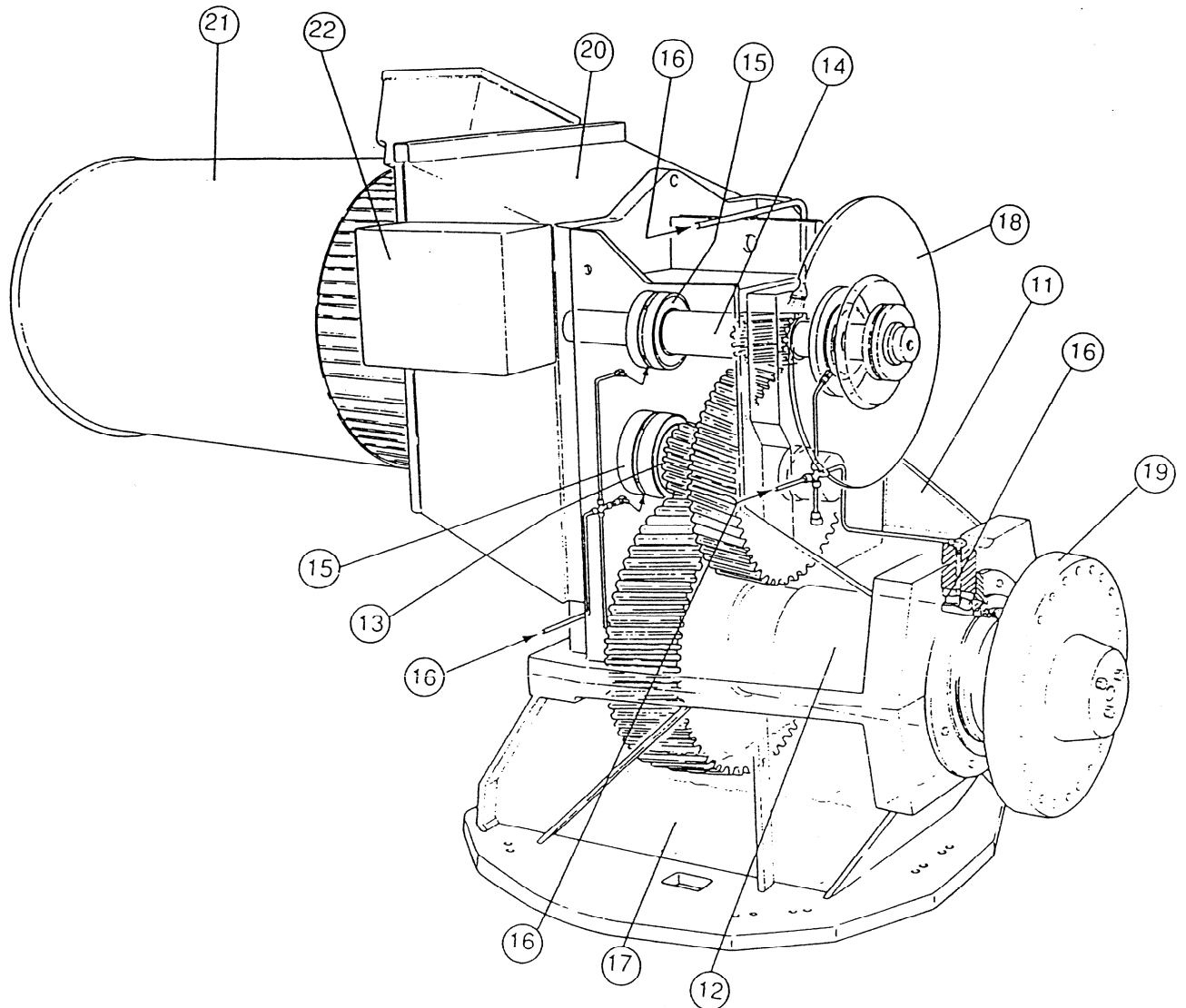
1	Nav	Hub	Nabe
2	Gearkasse	Gear Box	Getriebe
3	Generator	Generator	Generator
4	Kabine	Nacelle Cover	Gehäuse
5	Vejrstation	Weather Station	Wetter-Station
6	Krøjesystem	Yaw System	Drehsystem
7	Hydraulikstation	Hydraulic Station	Hydraulik-Station
8	Bremsekaliper/-skive	Brake Caliper/-Disc	Scheibenbremse
9	Olietrykspumpe	Oil Pressure Pump	Öldruck-Pumpe
10	Oliefilter	Oil Filter	Ölfilter
11	Styringsboks	Control Box	Kontrollkasten für Steuerung
12	Gummiophæng	Rubber Silent Block	Gummidämpfer

3.2 KRØJESYSTEM



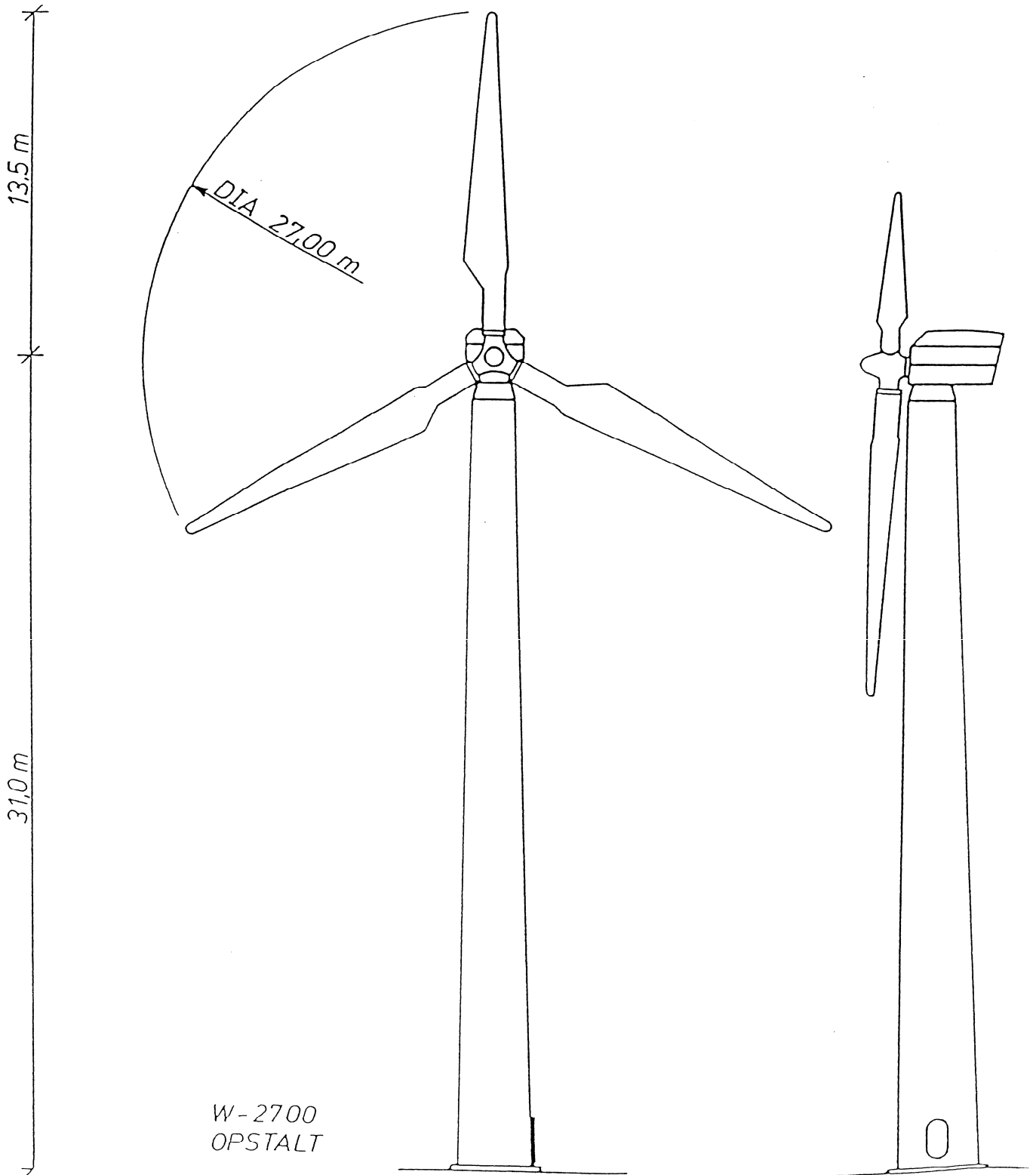
1	Tårn	Tower	Turm
2	Krøjesystem	Yaw System	Drehsystem
3	Krøjekrans	Ball Bearing	Drehkranz
4	Krøjebremsekive	Yaw Disc Brake	Bremsscheibe für Drehsystem
5	Krøjebremsekaliper	Yaw Disc Brake Caliper	Bremsen für Drehsystem
6	Krøjeplade	Yaw Plate	Tragplatte aus Gußstahl
7	Krøjegear	Yaw Drive	Drehgetriebe
8	Snøføler	Cable Twist Counter	Kabelwickelfühler
9	Gummiophæng	Rubber Silent Block	Gummidämpfer
10	Mandehul	Manhole	Durchstieg
11	Gearkasse	Gear Box	Getriebe

3.3 GEARKASSEOPBYGNING



12	Hovedaksel	Main Shaft	Hauptwelle
13	Mellemaksel	Medium Speed Shaft	Zwischenwelle
14	Højgearsaksel	High Speed Shaft	Schnelle Welle
15	Leje	Bearing	Lager
16	Tryksmøringssystem	Pressure Lubrication	Druckschmierung
17	Oliesump	Oil Sump	Ölsumpf
18	Bremeskive	Brake Disc	Bremsscheibe
19	Navflange	Hub Flange	Nabenflansch
20	Generatorkonsol	Generator Bracket	Generator-Konsole
21	Generator	Generator	Generator
22	Styringsboks	Control Box	Kontrollkasten für Steuerung

3.4 W-2700 VINDMØLLE OPSTILLET



4 TEKNISKE DATA

4.1 DATA FOR HOVEDKOMPONENTER

4.1.1 Rotor

Antal vinger	3
Diameter	27.0 m
Bestrøget areal	573 kv.m
Navhøjde	31 m el. 41 m
Rotor omdrejninger nominelt	35,5 omd/min
Tiphastighed nominelt	50 m/s
Effektregulering	Stall
Rotorplacering	Forvind
Rotoraksel tilt	4.0 grader
Tipvinkel	- 2.0 grader
Vægt (vinger + nav + navforlængere)	5700 kg

4.1.2 Vinger

Fabrikat	LM GLASFIBER
Type	LM 12.0 HHT
Vingelængde	11,5 m
Luftbremsetype	Drejetip
Materiale	Glasfiber/polyester
Profil type	NACA 63-200
Vridning	20,5 grader
Største korde	1.500 m
Tip korde	0.565 m
Areal af vingebladet	11,6 kv.m
Vægt (pr. stk.)	840 kg

4.1.3 Nav

Fabrikat	WIND WORLD
Type	Buksenav
Materiale	GGG 40 efter DIN 1693
Overfladebehandling	Sandblæst, primet og malet
Vægt	1300 kg

4.1.4 Navforlængere

Fabrikat	WIND WORLD
Type	Rørforlængere
Boltemateriale	ISO Grade 8.8 - varmegalvaniserede
Overfladebehandling	Varmgalvaniserede og malet
Vægt. (pr. stk. uden bolte)	380 kg

4.1.5 Gear

Fabrikat	WIND WORLD
Type	Integreret 2- trins parrallelaksel gear
Udveksling	1 : 21.1
Langsomtgående aksel	35.5 omd/min
Hurtiggående aksel	750 omd/min
Akseltætninger	Vedligeholdelsesfrie labyrinttyper
Smøring	Tryksmøring suppleret med plaskesmøring
Oliemængde	80 l.
Vægt komplet (uden olie)	3200 kg

4.1.6 Gearhus

Fabrikat	WIND WORLD
Materiale	R.St 37,2 efter DIN 17100
Certifikat	3.1B efter DIN 50 049
Overfladebehandling	Sandblæst, primet og malet
Svejskontrol	Sømklasse B efter DS 412
Vægt	1800 kg

4.1.7 Hovedaksel

Fabrikat	WIND WORLD
Materiale	34Cr19Mo6V
Certifikat	3.1B efter DIN 50 049
Slagsejhedsprøve	DVM ved 20 grader
Ultralydsprøve	SEP 1921, pgr. 2, kl. C/c
Vægt	675 kg

4.1.8 Tandhjul og aksler

Fabrikat	VALMET el. JAHNEL-KESTERMANN
Materiale	17Cr19Mo6V
Certifikat	3.1B efter DIN 50 049
Anvendelsesfaktor	$K_A = 1.4$ (DIN 3990)
Sikkerhed mod udmattelse i tandrod	$S_F = 1.71$ -
Sikkerhed mod pitting	$S_H = 1.36$ -
Vægt	575 kg

4.1.9 Lejer		
Fabrikat	.....	FAG el. SKF
Type	.....	Dobbeltradede sfæriske rullelejer
4.1.10 Gear olie pumpe		
Fabrikat	.....	HYDRA-GRENE
Type	.....	Tandhjulspumpe
Pumpe kapacitet	.....	12 l/min
El-motor	.....	Almindelig normmotor
Type	.....	Asynkron, IP54, 6-polet
Spænding	.....	3 x 400 V
Effekt	.....	0,55 kW
4.1.11 Parkeringsbremser		
Fabrikat	.....	DEMAG
Type	.....	Fail-safe
Antal bremsekalibre	.....	1 stk
4.1.12 Krøjesystem		
Fabrikat	.....	WIND WORLD
Type	.....	Aktiv krøjning
Kontrol	.....	Vindfane
Fastholdelse i vinden	.....	Fail/safe krøjebremser
Antal krøjegear	.....	1 stk
Antal krøjebremser	.....	5 stk
Hastighed	.....	3.4 min. for 1 omd.
Vægt (Incl. transmissionsdæmpning)	.....	1650 kg
4.1.13 Krøjegear og Motorer		
Fabrikat gear	.....	BONFIGLIOLI-TRANSMITTAL
Type	.....	Planet/Tandhjul
Udveksling	.....	1:1218.875
El-motor	.....	Almindelig normmotor
Type	.....	Asynkron, IP54, 6-polet
Spænding	.....	3 x 400 V
Effekt	.....	0.37 kW

4.1.13 Hydraulikstation

Fabrikat	AVN HYDRAULIK
Kapacitet	2 l/min
Trykområder til luftbremser	60-74 bar
Trykområder til parkeringsbremser	20-30 bar
Trykområder til krøjebremser	60-74 bar
Oliemængde	5 l
El-motor	Almindelig normmotor
Type	Asynkron, IP54, 4-polet
Spænding	3 x 400 V
Effekt	0.37 kW

4.1.14 Generator

Fabrikat	ABB MOTORS
Type	8-polet, lukket kappekølet maskine (IP54)
Isolationsklasse	Klasse F
Mærkepladeeffekt	170 kW ved klasse B temperaturstigning
Maksimal ydelse	180 kW ved klasse F temperaturstigning
Fuldlaststrøm (4/4)	310 A
Maksimal strømstyrke (v/180 kW)	315 A
Spænding/frekvens	415/50 Hz
Nominelt omdrejningstal	750 omd/min
Reaktiv effekt ved tomgang	86 kVar
Reaktiv effekt ved fuldlast	145 kVar

Generator last	Effektivitet	Power factor
5/4	94.7	0.76
4/4	95.2	0.76
3/4	95.3	0.74
1/2	94.9	0.65
1/4	92.3	0.43

Vægt	1225 kg
------	---------

4.1.15 Møllestyring

Fabrikat	WEST CONTROL
Type	Mikroprocessor VM2000
Max. For-sikring ved transformer	400 A
Maksimalafbryder m.generatorbeskyttelse	400 V, 315 A
Termisk overstrømsbeskyttelse	315 A - langsom reaktion
Magnetisk kortslutningsbeskyttelse	1260 A - hurtig reaktion
Max. kortslutningsbeskyttelse mod net	65 K amp.
Kondensatorspænding	415 V

Kondensatorbatterier	3 x 25 + 1 X 10 kW
Maksimal indkoblingsstrøm	300 A
Indkoblingssystem	Blød ved hjælp af tyristorer, samt regulering af gen.spænding ved svag vind
Driftspændingsområde	380 V - 415 V
Udkoblingsgrænser/reaktionstid	353 V - 438 V:
	over 438 V : 7,95 sek.*
	under 358 V : 7,95 sek.*
Frekvensvariation/reaktionstid	47 Hz - 51 Hz : 0,2 sek.
Automatisk motorstart	Nej
Vægt	Ca. 170 kg

* med fasekompensering. 0,2 sek. udkobling af fasekompensering.

Der afviges i øvrigt ikke fra kravene i DEFU-KR 77 afsnit 3.

4.1.16 Tårn

Fabrikat	WIND WORLD
Type	Konisk Rørtårn
Tårnhøjde	30.0 m EL. 40m
Plademateriale	R.St 37.2 efter DIN 17100
Flangemateriale	Stål 52.3 efter DIN 17100
Boltemateriale	ISO 8.8 varmgalvaniserede
Overfladebehandling	Malet
Plade og flangecertifikat	3.1B efter DIN 50 049
Ultralydsprøve af flanger	SEL 072-77 Tafel Klasse 2
Aufschweissbiegeversuch af flanger	DIN 17100/SEP 1390
Adgang	Gennem aflåselig dør i bunden af tårnet
Opstigning	Indvendig stige med 2 eller 3 platforme
Adgang til møllehat	Indvendig
Vægt 30 m tårn	13500 kg
Vægt 40 m tårn	23500 kg

4.1.17 Total Vægt

Hele møllen med 30 meter tårn	27000 kg
Hele møllen med 40 meter tårn	36000 kg
Rotor (vinger, forlængere og nav)	5000 kg
Top-unit excl. rotor	6800 kg

4.2 MÅLT EFFEKTKURVE

