

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 2094969 T3**



(12)

Oversættelse af europæisk patentskrift

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **F 03 D 11/04 (2006.01)** **F 03 D 11/00 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2014-12-01**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2014-10-22**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **07846851.9**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2007-11-27**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2009-09-02**
- (86) International ansøgning nr.: **EP2007010289**
- (87) Internationalt publikationsnr.: **WO2008064861**
- (30) Prioritet: **2006-11-27 DE 102006056274**
- (84) Designerede stater: **AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**
- (73) Patenthaver: **Senvion SE, Überseering 10, 22297 Hamburg, Tyskland**
- (72) Opfinder: **SCHÜTTENDIEBEL, Ralf, Nonnenpfad 6, 49074 Osnabrück, Tyskland**
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Budde Schou A/S, Hausergade 3, 1128 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Tårn til et vindenergianlæg**
- (56) Fremdragne publikationer:
BE-A- 451 404
DE-A1- 2 804 711
DE-B3-102005 033 600
FR-A- 901 698

Beskrivelse

Nærværende opfindelse angår et tårn til et vindenergianlæg med en underdel i form af et gittertårn med i det mindste tre hjørnestænger og en overdel af et i det væsentlige i tværsnit rundt rørtårn, hvor i overgangsområdet det øvre tilslutningsområde, især oversiden, af underdelen, ved hjælp af et overgangslegeme er forbundet med det øvre tilslutningsområde, især undersiden, af overdelen.

Eksempelvis er et sådant tårn kendt under betegnelsen OWEC Jacket Quattropod fra firmaet OWEC Tower A/S. Et sådant tårn til et vindenergianlæg er omtalt i WO-A-2006/004417.

Et yderligere tårn til et vindenergianlæg er beskrevet i DE-B-103 39 438, hvor et, imellem et nedre tårnafsnit med et gittertårn og et øvre tårnafsnit med et rørtårn anbragt, overgangsstykke er tilvejebragt. Overgangsstykket er udformet således, at dets horisontale udstrækning i det nedre område er større end dets horisontale udstrækning i det øvre område.

De to tårnformer egner sig til, at vindenergianlæg kan opstilles offshore, dvs. i et hav.

FR 901 698 A omtaler et vindkraftanlæg med et gittertårn og en, over gittertårnet anbragt, hydraulisk drejeindretning til dæmpning af vridningskræfter.

DE 28 04 711 A1 omtaler en vindenergimaskine med en stiv formkonstruktion, idet der på tårnet for vindenergimaskinen udvendigt er anbragt en skrueformet bane.

BE 451 404 A omtaler en vindenergimaskine med et gittertårn.

Ud fra denne kendte teknik er det hensigten med opfindelsen, at tilvejebringe et tårn til et vindenergianlæg med en høj stabilitet, som eksempelvis kan opstilles offshore, idet tårnet i sin opbygning skal være enkel og opstillingen af tårnet skal kunne realiseres økonomisk forsvarligt.

Dette opnås ved hjælp af et tårn med de i krav 1 angivne træk.

Opfindelsen beror på den tanke, at overgangen fra en gittermast hhv. et gittertårn til et rørtårn, hvorpå et vindenergianlæg hhv. en drejeligt lejret nacelle med en rotor og med i det mindste en rotorvinge er anbragt, i et overgangsområde er forbundet ved hjælp af overgangslegemet, idet hjørnestængerne i underdelen stikker ind i området for
5 overgangslegemet og i det konisk udformede overgangsområde er sammensvejst med keglestubbkappen hhv. segmenterne for keglestubbkappen. Fortrinsvis er, i en udførelsesform, hældningen for rørtårnsvæggen mindre end hældningen for keglestubbkappen.

- 10 Herved bliver en mere effektiv og jævn kraftoverføring opnået fra det runde, som skalbærekonstruktion udformede rørtårn til det kantede gittertårn med diskrete belastningslinjer via hjørnestængerne. Samtidigt bliver, ved hjælp af svejseforbindelsen af hjørnestængerne med keglestubbkappen hhv. keglestubsegmenterne, svejsesømsvolumenet i overgangsområdet væsentligt reduceret, hvorved det er muligt
15 at anvende standardkonstruktionselementer, eksempelvis i form af standardrørprofiler eller standardplader, der som regel kun skal bearbejdes lidt eller slet ikke.

Desuden bliver også skrå rørtålslutninger i overgangsområdet fra gittertårn til rørtårn undgået, som har en kompliceret geometri. Derved opnås samlet en enklere
20 opbygning af et tårn til et vindenergianlæg. Tårnet ifølge opfindelsen har følgende den væsentlige fordel, at ved en slank geometri for tårnet opnås en høj torsions- og/eller bøjningsbelastning. Samtidigt bliver, ved den høje torsions- og/eller bøjningsbelastbarhed, vægten af keglestubbkappen hhv. overgangslegemet optimeret.

- 25 En alternativ løsning opnås ved et tårn af den indledningsvis nævnte art ved, at overgangslegemet, især et som eller i form af en keglestubbkappe udformet overgangslegeme, på sin yderside er udformet med en hældning, som svarer til hældningen for hjørnestængerne i underdelen, hvor især hjørnestængerne i underdelen er forbundet med undersiden af overgangslegemet. Herved opnås
30 ligeledes en mere effektiv og ensartet kraftoverføring fra det runde rørtårn til det kantede gittertårn med dettes hjørnestænger.

En pålidelig forbindelse opnås også ved, at tværsnittet eller tværsnittene for hjørnestængerne i overgangsområdet afsnitsvis og/eller i området ved forbindelsen
35 med keglestubbkappen i det væsentlige er uforandrede. Derved er det muligt, at anvende standardiserede rørprofiler eller lignende som hjørnestænger.

En foretrukken udførelsesform udmærker sig yderligere ved, at hjørnestangen eller -stængerne i overgangsområdet er udformede gennemgående, især uden bøjning, hvorved der ikke opstår nogen tværsnitsspring i hjørnestængerne samt ikke opstår
5 nogen spændingsforhøjelser i overgangsområdet. Samtidigt kan der udelades supplerede afstivninger i overgangsområdet på hjørnestængerne eller på overgangslegemet. Derved har de langsgående akser for hjørnestængerne i området ved overgangen hhv. i overgangsområdet ikke nogen retningsændring. Således bliver optrædende bøjningsmomenter på tårnet via forskydningskræfter overført langs de,
10 især lodret udformede, svejsesømme til hjørnestængerne hhv. hjørnestangsrørene i gittertårnet.

Desuden fås der, ved udformningen af hjørnestængerne uden bøjninger, i det mindste i overgangsområdet en bedre tilgængelighed under svejseprocessen til forbindelse af
15 hjørnestængerne med keglestubbkappen.

Fortrinsvis svarer, i en udførelsesform, hældningsvinklen for i det mindste én hjørnestang eller flere hjørnestænger til hældningsvinklen for keglestubbkappen, således at en homogen kraftoverføring via keglestubbkappen hhv. overgangslegemet er
20 mulig, og spændingsforøgelse på konstruktionselementet forringes, hvorved yderligere omkostningerne til inspektioner under drift af vindenergianlægget formindskes.

Yderligere er det i overensstemmelse med en udførelsesform foreskrevet, at i det
25 mindste en hjørnestang, især ved sin langsgående side, er eller bliver sammensvejst med keglestubbkappen. Ved sammensvejsningen af hjørnestangen i form af fortrinsvis to langsgående sømme på de langsgående sider opnås i forhold til de kendte konstruktioner et væsentligt ringere svejsesømsvolumen, hvorved ved en forøget stivhed af overgangslegemet, massen hhv. vægten af overgangslegemet reduceres.

30

Yderligere er det foreskrevet, at der på keglestubbkappen på ydersiden er anbragt en arbejdsplatform, hvorved vedligeholdelsesarbejder på overgangslegemet hhv. på tårnet kan udføres.

Hertil foreslås yderligere, at den på ydersiden tilvejebragte arbejdsplatform er udformet på keglestubkappen i det nedre område og/eller i overgangen til underdelen, fortrinsvis rundtgående.

- 5 Ved at det indvendige rum i keglestubkappen, især ved hjælp af i det mindste en indvendig platform, i det mindste delvis er aflukket, kan en slags beskyttelsesrum eller rum udformes i det indre af keglestubkappen, hvori eksempelvis moduler eller driftsindretninger for vindenergianlægget (eksempelvis transformator, vekselretter, koblingsanlæg og lignende) kan optages.
- 10 Især er der i det indvendige rum i keglestubkappen udformet én eller flere platforme, således at der under overdelen hhv. rørtårnet i det indre af overgangslegemet kan udformes adgangsrum eller arbejdsrum hhv. driftsrum, hvorved det er muligt at nå frem til eksempelvis et vindenergianlæg, som er opstillet offshore i et vandområde, fra
- 15 neden via de indvendige rum i overgangslegemet på enkel måde og vejrbeskyttet. I den forbindelse er der i de aflukkede driftsrum eller arbejdsrum i det indvendige rum af overgangslegemet anbragt passende moduler eller driftsindretninger for vindenergi-anlægget, hvorved tilgængeligheden samt vedligeholdelsen af disse moduler hhv. indretninger forenkles.
- 20 I den forbindelse er det muligt, eksempelvis at nå frem til en godt tilgængelig åben platform i det indvendige rum, hvor der over denne platform er anbragt en yderligere lukket hhv. aflukkelig platform, hvorved kun vedligeholdelsespersonalet opnår tilsvarende adgang til vindenergianlægget ved en vedligeholdelsessituation. Derved
- 25 bliver to forskellige arbejdsniveauer udformet i overgangslegemet. Eksempelvis bliver et nedre arbejdsniveau udformet som åbent driftsrum med et åbent adgangs anlæg, medens der med en anden platform udformes et øvre arbejdsniveau som et lukket elektrisk driftsrum.
- 30 Således bliver der ved hjælp af en øvre platform i det indre rum af keglestubkappen hhv. overgangslegemet udformet et øvre, især aflukket eller aflukkeligt rum, fortrinsvis arbejdsrum eller elektrisk driftsrum. Et lukket elektrisk driftsrum kan i den forbindelse kun betrædes under ledsagelse af elektrisk uddannede personer eller af elektrotekniske fagmænd.

Fortrinsvis er der i det øvre rum i det indvendige rum i keglestubbkappen tilvejebragt eller optaget hhv. anbragt et, især øvre, adgangs anlæg, således at overdelen (rørtårnet) for vindkraftanlægget ved hjælp af adgangs anlægget kan tilgås hhv. nås fra overgangslegemet ved hjælp af adgangs anlægget, hvorved vedligeholdelses-
5 personalet, ved udføring af en vedligeholdelse, vejrbeskyttet kan nå sikkert frem til nacellen til et vindkraftanlæg hhv. et vindenergianlæg.

I overensstemmelse med en foretrukken videreudvikling er der i det øvre rum af det indvendige rum i keglestubbkappen tilvejebragt i det mindste én driftsindretning for
10 vindkraftanlægget, fortrinsvis spændingskoblingsanlæg, især mellemspændingskoblingsanlæg.

Desuden bliver, efter udførelsen af en vedligeholdelsesforanstaltning, adgangs anlægget, eksempelvis i form af en adgangskurv eller lignende, optaget i det øvre rum
15 af det indvendige rum i keglestubbkappen, som er udformet som øvre driftsrum.

Yderligere er der i en fordelagtig udførelsesform, ved hjælp af en nedre platform i det indvendige rum af keglestubbkappen, udformet et nedre, især åbent, rum, fortrinsvis arbejdsrum, via hvilket vedligeholdelsespersonalet kan få adgang til det derover
20 udformede andet, fortrinsvis lukkede, arbejds- hhv. driftsrum.

Desuden udmærker en fordelagtig udførelsesform sig ved, at der i det nedre rum i det indvendige rum af keglestubbkappen er optaget et, især nedre, adgangs anlæg, således at overgangslegemet for vindkraftanlægget ved hjælp af adgangs anlægget kan
25 befærdes hhv. nås fra den nedre del, især gittertårnet.

Desuden er det gunstigt, at der i det indvendige rum i keglestubbkappen er optaget eller optages et nedre adgangs anlæg og et øvre adgangs anlæg, hvorved gennemføringen af vedligeholdelsesforanstaltninger eller inspektioner lettes, eftersom de tilsvarende
30 personer, efter at være nået frem til det indvendige rum i keglestubbkappen hhv. overgangslegemet, på enkel måde opnår adgang til underdelen hhv. rørtårnet for vindkraftanlægget. Desuden opnås ved hjælp af adgangs anlæggene, at vedligeholdelsespersonalet sikkert kan fremføres til de passende indretninger. Adskillelsen i et nedre adgangs anlæg og et øvre adgangs anlæg er fordelagtig,
35 eftersom der stilles meget forskellige krav til adgangs anlæggene. Det nedre adgangs anlæg er udformet som åbent adgangs anlæg, dvs. det forløber udvendigt i

forhold til vindenergianlægget og er udsat for vejrpåvirkninger, især det aggressive havklima. Desuden forløber det langs hældningen af en hjørnestang i underdelen, er altså skråtstillet i forhold til lodret. Det øvre adgangs anlæg er derimod anbragt nøjagtigt lodret i rørtårnet. Det drejer sig om et lukket adgangs anlæg, dvs. det forløber
5 i det indre af vindenergianlægget og er således kun meget indskrænket udsat for de klimatiske betingelser.

Ved en foretrukken videreudvikling er det desuden foreskrevet, at det nedre adgangs anlæg i hvilestillingen anbringes eller bliver anbragt i det indvendige rum i
10 keglestubbkappen hhv. overgangslegemet, således at under den aktive anvendelse af vindenergianlægget til generering af elektrisk energi, er det nedre adgangs anlæg anbragt vejrbeskyttet, dvs. mod ydre påvirkninger mod vejr eller bølgegang eller lignende og sikkert i overgangslegemet. Skal vindenergianlægget vedligeholdes eller inspiceres, bliver det nedre adgangs anlæg kørt ud af overgangslegemet nedad,
15 hvorved de tilsvarende personer får adgang til overgangslegemet hhv. de forskellige arbejdsplatforme og rum i overgangslegemet og i overdelen.

Yderligere er det gunstigt, at keglestubbkappen i det nedre område og/eller i det øvre område er udformet med et T-profil eller et L-profil, med henblik på at opnå en
20 pålidelig forbindelse med rørtårnet og/eller med den supplerende anbragte arbejdsplatform eller indvendige platform.

En pålidelig forbindelse af hjørnestængerne med keglekappen sikres ved, at hjørnestængerne over en længde på mere end to diametre af hjørnestangen er
25 forbundet med keglestubbkappen. Fortrinsvis er længden af svejsesømmene imellem hjørnestængerne og keglestubbkappen i området mellem to gange og ti gange diametrene af hjørnestængerne. Fortrinsvis svarer længden af svejsesømmene til tre til otte gange, fortrinsvis fire til seks gange diametrene af hjørnestængerne. Ved ikke runde hjørnestænger er der med diameteren betegnet en gennemsnitlig tværsnits-
30 dimension.

Ved en videreudvikling har keglestubbkappen i det mindste en udsparring, især imellem to hjørnestænger, og/eller en adgangsåbning. Ved hjælp af den tilvejebragte udsparring bliver vægten af keglestubbkappen tilsvarende reduceret. Yderligere bliver,
35 via adgangsåbningen, som eksempelvis også kan være udformet aflukkelig, en adgang til et indvendigt rum i keglestubbkappen opnået.

Desuden er det ved en videreudvikling foreskrevet, at én eller flere hjørnestænger i overgangsområdet er udformede kontinuerligt forløbende i længderetningen og/eller i omkredsretningen og/eller er eller bliver sammensvejest med keglestubbkappen.

- 5 Desuden er hjørnestængerne på fordelagtig vis udformede som hule profiler, især rør, fortrinsvis af stål. Yderligere er eller bliver hjørnestængerne dannede af standardiserede rørprofiler, eftersom standardrør, eksempelvis fra pipeline-konstruktion, er meget prisgunstige og tilgængelige i store mængder.

- 10 Yderligere udmærker tårnet sig ved, at keglestubbkappen omfatter i det mindste en ringstiver eller adskillige ringstivere, fortrinsvis ved den nedre og/eller øvre ende af keglestubbkappen.

- Hertil er det gunstigt, at en i det nedre område af keglestubbkappen tilvejebragt
15 ringstiver i det mindste delvis eller fuldstændigt omslutter én eller flere hjørnestænger. Herved omgiver ringstiverne ved ydersiden hhv. ved indersiden af keglestubbkappen hjørnestængerne. I den forbindelse er det en fordel, at ringstiverne eksempelvis har et T-formet profil.

- 20 Desuden er det fordelagtigt, at den, fortrinsvis i det nedre område af keglestubbkappen eller ved dennes underside tilvejebragte, ringstiver er delvis forbundet med én eller flere hjørnestænger, således at især forbindelsen af ringstiver med en hjørnestang er udformet diskontinuerlig. Derved muliggøres ved passende mekaniske belastninger af vindkraftanlægget, eksempelvis ved bøjning og/eller torsion af tårnet, dvs. overdelen
25 samt overgangslegemet og gittertårnet, en passende elastisk udbøjning af hjørnestængerne, hvorved materialepåvirkningen i det kritiske nedre forbindelsespunkt for hjørnestangen til keglestubbkappen reduceres. Ved hjælp af den diskontinuerlige forbindelse af ringstiveren med én eller flere hjørnestænger bliver den mekaniske belastning af tårnet til et vindenergianlæg i et særligt kritisk område væsentligt
30 formindsket, således at levetiden af kraftigt belastede konstruktionselementer, især hjørnestænger og keglestubbkappe, forøges signifikant.

- Hertil er det yderligere foreskrevet, at der imellem ringstiveren og den igennem en åbning i ringstiveren forløbende hjørnestang er tilvejebragt én eller flere især
35 nyreformede udsparinger, hvorved en elastisk udbøjning af hjørnestangen eksempelvis i tangential retning i forhold til overgangslegemet, muliggøres. I den

forbindelse er hjørnestangen i radial retning i forhold til keglestubbkappen fast hhv. stift forbundet med keglekappen.

Yderligere er det i overensstemmelse med en foretrukken udførelsesform foreskrevet, at der imellem ringstiveren og den igennem en åbning i ringstiveren forløbende hjørnestang for gittertårnet er tilvejebragt én eller flere, især nyreformede, udsparinger, hvorved torsions- og/eller bøjningsbelastninger af tårnet i tangential retning for keglestubbkappen hhv. i omløbsretningen overføres mere blødt til hjørnestængerne, eftersom stivhedsspringet i overgangen fra hjørnestængerne til ringstiveren på grund af udsparingerne overføres reduceret. I den forbindelse er nyreformede udsparinger tilvejebragt på begge sider af hjørnestangen i området ved en åbning i ringstiveren, igennem hvilken en hjørnestang forløber, i omkredsretningen for keglestubbkappen.

Yderligere er det fordelagtigt, at ringstiveren ikke er forbundet med én eller flere hjørnestænger i omkredsretningen for keglestubbkappen. Desuden udmærker tårnet sig ved, at ringstiveren er forbundet med én eller flere hjørnestænger på tværs af, især vinkelret på, omkredsretningen for keglestubbkappen.

Yderligere er det i overensstemmelse med en foretrukken videreudvikling for tårnet foreskrevet, at keglestubbkappen i området ved ringstiveren har én eller flere fortrinsvis dråbeformede eller næseformede udsparinger, således at ved en bøjnings- og/eller torsionsbelastning af tårnet muliggøres udbøjningsbevægelsen for hjørnestangen i tangential retning for keglestubbkappen, hvorved også de mekaniske belastninger og påvirkninger af overgangslegemet og ringstiveren samt på gittertårnet formindskes.

Hertil er det gunstigt, at ringstiverne er udformede som L-profil eller som T-profil.

Yderligere er det foretrukket, at der på den nedre ende af keglestubbkappen er anbragt eller påsvejst én eller flere ringstivere, især med et T-profil eller et L-profil, imellem hjørnestængerne.

Desuden er det i overensstemmelse med opfindelsen foreskrevet, at overgangslegemet er anbragt under rotorvingespidserne, hvorved fortrinsvis rørtårnet i overdelen udgør i et mindste en sjettedel af hele tårnhøjden.

Yderligere bliver hensigten opnået ved et vindkraftanlæg, som er udformet med et, i overensstemmelse med opfindelsen ovenfor beskrevet, tårn. Til undgåelse af gentagelser henvises der udtrykkeligt til beskrivelsen ovenfor.

- 5 Ligeledes bliver hensigten opnået ved en anvendelse af et overgangslegeme i et tårn til et vindkraftanlæg, hvor detaljerne for overgangslegemet hhv. tårnet er beskrevet ovenfor.

Opfindelsen beskrives i det følgende nærmere, og uden indskrænkning af den almene opfindelses tanke, ved hjælp af tegningerne, hvor der med hensyn til alle i teksten ikke
10 nærmere forklarede opfindelsesmæssige detaljer udtrykkeligt henvises til tegningerne. På tegningen viser:

- fig. 1a, 1b hver især et sidebillede af et udsnit af et tårn til et vindenergianlæg;
- 15 fig. 2 en perspektivisk afbildning af et overgangslegeme ifølge opfindelsen med tværsnit igennem forbindelsesstederne;
- fig. 3 et yderligere sidebillede af en yderligere udførelsesform for et overgangslegeme;
- fig. 4 et tværsnit igennem et overgangslegeme;
- 20 fig. 5 skematisk en afbildning af et overgangslegeme med tværsnitsvisninger af hjørnestængerne;
- fig. 6 et skematisk detailbillede af et forbindelsessted imellem en hjørnestang og keglestubbkappen;
- fig. 7a en keglestubbkappe hhv. et overgangslegeme set fra oven under
25 udeladelse af det derpå anbragte rørtårn;
- fig. 7b set fra oven en udførelsesform for en ringstiver, som er udformet i området ved undersiden af et overgangslegeme og
- fig. 8a, 8b hver især et overgangslegeme set forfra hhv. bagfra, med visning af
indretninger i det indvendige rum af overgangslegemet, under udeladelse
30 af omhyllningen af keglestubbkappen for overgangslegemet.

I de følgende figurer er ens eller ensartede elementer hhv. modsvarende dele forsynede med samme henvisningstal, således at der bortses fra en tilsvarende fornyet omtale.

Fig. 1a og 1b viser hver især et sidebillede af et udsnit af et tårn 10 til et vindkraftanlæg, hvor tårnet 10 i det væsentlige består af tre tårnbyggeelementer. Afbildningerne i fig. 1a og 1b af tårnet 10 er drejet 45° i forhold til hinanden.

- 5 Tårnet 10 har en underdel 20 i form af et gittertårn 20, hvorpå et konisk udformet overgangslegeme 30 er anbragt. Overgangslegemet 30 tilspidser sig opadtil og er anbragt under et rørtårn 40.

Overgangslegemet 30 danner således overgangen imellem gittertårnet 20 og rørtårnet
10 40. I den forbindelse har gittertårnet 20 tværstænger 21, 22, som indbyrdes forbinder hjørnestængerne 24 i gittertårnet. Hjørnestængerne 24 står eksempelvis på et fundament eller på jorden.

Hældningen af hjørnestængerne 24 (målt over diagonalen) udgør fortrinsvis 4° til 20° ,
15 fortrinsvis 6° til 10° , hvor hældningen især afhænger af jordforholdene. I forbindelse med særlig blød jord kan det være en fordel, at bygge et nedre gittertårnsegment, som har en væsentlig større hjørnestangshældning end den øvre del af gittertårnet.

Rørtårnet 40 er udformet cylindrisk eller med ringere hældning, dvs. med en hældning
20 $<5^\circ$, især $<3^\circ$, fortrinsvis $<1,5^\circ$.

Overgangslegemet 30 danner overgangen imellem gittertårnet 20 og rørtårnet 40. Hertil er overgangslegemet 30 udformet i form af en keglestubkappe 32, idet keglestubkappen 32 kan bestå af adskillige keglestubsegmenter, som forbindes
25 indbyrdes ved montagen.

Keglestubkappen 32 danner en forbindelsesstruktur hhv. en slags forbindelsesindretning imellem underdelen 20 hhv. det øvre tilslutningsområde for underdelen 20 og overdelen 40 hhv. det nedre tilslutningsområde for overdelen 40. Med henblik på at
30 opnå en pålidelig forbindelse imellem gittertårnet 20 med hjørnestængerne 24 og keglestubkappen 32, rager hjørnestængerne 24 med deres fortsættelse ind i overgangsområdet imellem gittertårnet 20 og rørtårnet 40 og er via svejsesømme på de langsgående sider af hjørnestængerne 24 forbundet med keglestubkappen 32. I den forbindelse er de med keglestubkappen 32 forbundne hjørnestænger 24
35 udformede med en hældning, som i det væsentlige svarer til hældningen for keglestubkappen.

- Ved udførelsesformer ifølge opfindelsen er tre til ti hjørnestænger tilvejebragt, som sammensvejses med keglestubbkappen 32 ved hjælp af to langsgående sømme i overgangsområdet, dvs. sammensvejses på begge sider af hjørnestængerne med
- 5 keglestubbkappen. I den forbindelse forløber hjørnestængerne 24 i det væsentlige uden tværsnits- og retningsændring, dvs. også i overgangsområdet uden bøjning, i overgangsområdet hhv. keglestubbkappen 32. Især er hjørnestængerne udformet som hule profiler, fortrinsvis som rør.
- 10 I fig. 1a, 1b er tårnet 10 udformet med en arbejdsplatform 50, idet arbejdsplatformen 50 er anbragt ved den nedre ende af keglestubbkappen 32. Arbejdsplatformen 50 er monteret rundtgående omkring keglestubbkappen 32 i det mindste afsnitsvis eller fuldstændigt rundtgående omkring keglestubbkappen 32.
- 15 Desuden kan det ved en udførelsesform være foreskrevet, at én eller flere adgangsåbninger eller udsparinger er tilvejebragt i keglestubbkappen 32, hvorved en adgang til det indvendige rum i keglestubbkappen 32 muliggøres. Samtidigt kan, ved passende udsparinger, som eksempelvis i fig. 1b er vist med henvisningstallet 33, vægten af en keglestubbkappe 32 hhv. et keglestubbkappesegment reduceres, uden at
- 20 erfare negativ indflydelse på stivheden af konstruktionselementet.
- Fig. 2 viser i en perspektivisk afbildning et udsnit af en keglestubbkappe 32 med tilsvarende tværsnit igennem de derpå påsvejste hjørnestænger 24. Hjørnestængerne 24 er med de langsgående sider forbundet med keglestubbkappen 32, hvorved
- 25 keglestubbkappen 32 er indsvejst imellem hjørnestængerne 24. Dette betyder at tværsnittet af en hjørnestang 24 ikke gennemløbes af kappepladen i keglestubbkappen 32. Overgangen imellem hjørnestængerne 24 i gittertårndelen 20 i overgangsområdet imellem underdelen 20 og overdelen 40 sker uden bøjninger, dvs. de langsgående akser for hjørnestængerne 24 forløber uden retningsændring, fortrinsvis over den øvre
- 30 halvdel eller den totale længde af hjørnestængerne 24.
- I fig. 3 er vist en yderligere afbildning af et tårn 10, hvor keglestubbkappen 32 omfatter afrundede udsparinger 35, 36, 37. Desuden er der ved en udformning af tårnet 10 ved den nedre ende af keglestubbkappen 32 i det indvendige rum i det mindste afsnitsvis
- 35 tilvejebragt en indvendig platform 52, således at det indvendige rum i keglestubbkappen 32 er tilgængeligt, samtidigt kan der i det udformede indvendige rum anbringes i det

mindste et modul for et vindenergianlæg, eksempelvis en transformator eller en vekselretter eller lignende.

I forbindelse med vindenergianlæg, som opstilles onshore, er det muligt, at hjørne-
5 stængerne og kappepladen i keglestubkappen 32 forbindes indbyrdes ved hjælp af
skrueforbindelser. Hertil er der på hjørnestængerne 24 udformet tilsvarende lasker
eller lignende. Desuden er det for onshore vindenergianlæg muligt, at en fortrinsvis
kort hjørnestang er sammensvejst med keglestubkappen 32 og en skrueflange for den
indsvejte hjørnestang er tilvejebragt i området ved den nedre ringstiver, således at
10 gittertårnet forbindes med keglestubkappen 32 via en flangeforbindelse.

Desuden er det ved en yderligere udformning muligt, at diagonalstængerne samt
hjørnestængerne 24 i gittertårnet i det øvre område er udformede med en forstærket
væg i forhold til i det nedre område for stængerne hhv. hjørnestængerne, således at
15 en høj torsions- samt bøjningsbelastning af tårnet kan optages i forbindelse med en
slank geometri for tårnet.

Fig. 4 viser et tværsnit igennem en keglestubkappe 32 i overensstemmelse med
opfindelsen, som i det øvre område er udformet med et L-formet profil 38. L-Profilen 38
20 tjener i den forbindelse som flangeforbindelse til rørtårnet 40. I det nedre område af
keglestubkappen 32 er der udformet et T-profil 39, således at arbejdsplatformen 50
samt den indvendige platform 52 kan anbringes på benene af T-profilet. L-Profilen 38
samt T-profilet 39 kan ved en udførelsesform også være udformede afsnitsvis på
omkredsen af keglestubkappen 32, således at de også har funktion som tilsvarende
25 ringstivere og forstærker keglestubkappen ved det øvre samt nedre område. Disse
ringstivere forløber imellem hjørnestængerne og forløber ikke igennem hjørnestangs-
tværsnittet.

På typisk måde har keglestubkappen 32 i forbindelse et 5-6 MW anlæg med en
30 diameter på rotoren på ca. 126 m en tilslutningsdiameter for rørtårnet på 4 m til 7 m.
Højden af keglestubkappen 32 hhv. overgangslegemet 30 ligger typisk imellem 4 m og
6 m.

Eksempelvis kan hjørnestængerne i forbindelse med et vindenergianlæg med en
35 effekt på 5 til 6 MW have en diameter på 400 til 1200 mm. Fortrinsvis er diameteren
mindre end 955 mm, især 864 mm, eftersom tilsvarende standardiserede plader kan

anvendes til fremstilling af hjørnestængerne. Den tilsvarende vægtykkelse for hjørnestængerne ligger imellem 15 og 50 mm og fortrinsvis er vægtykkelsen for hjørnestængerne 35 mm.

- 5 Den udvendige diameter på hovedflangen udgør fortrinsvis imellem 4,2 og 7,0 m. For vejtransport foretrækkes en udvendig diameter på hovedflangen på 4,3 m. Fortrinsvis er den udvendige diameter i forbindelse med offshorevindenergianlæg typisk i størrelsesordenen 5,5 m.
- 10 Højden af overgangskonussen hhv. keglestubkappen 32 ligger imellem 4,0 og 6,0 m. For vejtransport er en højde på 4,3 m egnet. For offshorevindenergianlæg har overgangskonussen typisk i en højde på 5,5 m. Vægtykkelsen i keglestubkappen udgør 20 til 60 mm, fortrinsvis 30 mm.
- 15 Fig. 5 viser en yderligere udførelsesform for et tårn 10 for et vindkraftanlæg hhv. et vindenergianlæg i tværsnit, idet yderligere tværsnitsafbildninger for hjørnestængerne 24 er vist. Overgangslegemet 30 hhv. keglestubkappen 32 bliver forbundet med rørtårnet 40 ved hjælp af en skematisk vist flangeforbindelse 54. Flangeforbindelsen 54 er udformet rundtgående cirkelformet såvel ved oversiden på overgangslegemet 30
20 som også på undersiden af rørtårnet 40, idet flangeforbindelsen 54 fremstilles ved hjælp af bolte hhv. skruebolte. Typisk har den cirkelformede flangeforbindelse i forbindelse med vindenergianlæg i 3 til 6 MW klassen en diameter på 2,5 til 6,5 m, fortrinsvis op til 5,5 m.
- 25 På undersiden af keglestubkappen 32 i overgangen fra gittertårnet 20 til overgangslegemet 30 er der ved den nedre ende af keglestubkappen 32 tilvejebragt en rundtgående ringstiver 56, som har passende åbninger, således at ringstiveren 56 i området ved åbningerne gennemløbes af hjørnestængerne 24, og de rørformede hjørnestænger 24 ved de sideværts langsgående sømme sammensvejses med
30 keglestubkappen 32 i området ved stød- hhv. sømstederne med overgangslegemet 30 hhv. keglestubkappen 32.

- Hjørnestængerne 24 er i området ved overgangslegemet 30 gennemgående i tværsnit, fortrinsvis cirkelformet, lukket hhv. udformede, således at keglestubkappen
35 32 i området ved hjørnestængerne 24 har tilsvarende form- og/eller funktionskomplementære samt nedadtil åbne hhv. åbne indsnit eller udsparinger, i hvilke de

rørformede hjørnestænger 24 indpasses samt anbringes. Ved svejsning bliver hjørnestængerne 24 varigt forbundet med overgangslegemet 30. Kun i det øvre område af hjørnestængerne 24 rager, som det ses til højre i fig. 5, et øvre samt kort, sig opadtil tilspidset (ende-) stykke af keglestubkappen 32 ind i rørprofilet for

5 hjørnestangen 24 og opdeler denne således i to halvskaller.

Med henblik på at forhindre end indtrængning af vand eller fugtighed i halvprofilerne og/eller rørprofilerne for hjørnestængerne 24 i det øvre område ved disses indløbende ender, er en udformning tilvejebragt, som med en passende afdækning eller lignende

10 aflukker åbningerne i de for hjørnestængerne 24 anvendte rørprofiler. Afdækningerne for profilerne af hjørnestængerne 24 er ikke vist i fig. 5.

Yderligere er i fig. 5 med henvisningstallet 60 betegnet et udsnit, som i fig. 6 igen er vist i en forstørret afbildning. Udsnittet 60 angår den nedre overgang hhv. forbindelsen

15 imellem hjørnestangen 24 og keglestubkappen 32 samt med ringstiveren 56 i det nedre område af keglestubkappen 32.

Som det fremgår af fig. 6, er der ved overgangen imellem hjørnestangen 24 hhv. det lukkede rørprofil for hjørnestangen 24 udformet en langsgående, dvs. lodret

20 forløbende, sømforbindelse hhv. svejseforbindelse 62 imellem hjørnestangen 24 og keglestubkappen 32. Desuden er keglestubkappen 32 forbundet med den rundtgående ringstiver 56, som eksempelvis er udformet T- eller L-formet og anbragt på undersiden af keglestubkappen 32, ved hjælp af en svejseforbindelse 64.

I det nedre overgangsområde imellem den lodret forløbende svejseforbindelse 62 og den vandret rundtgående og i området ved omslutningen af hjørnestangen 24 afbrudte svejseforbindelse 64 har keglestubkappen 32 i området ved dette sømsted en dråbe- eller næseformet udsparring 65, med henblik på at forhindre den mekaniske belastning i dette overgangsområde ved overgangen fra gittertårnet 20 til overgangslegemet 30

30 ved mekaniske belastninger af tårnet 10 for vindkraftanlægget. Ved hjælp af udformningen af udsparringen 65 i keglestubkappen 32 på begge sider af en hjørnestang 24 reduceres faren for eksempelvis revnester eller andre brudsteder i området ved dette mekanisk kraftigt belastede overgangsområde væsentligt.

Desuden ses af det fig. 6, at gittertårnet 20 er udformet under ringstiveren 56 og således afgrænser overgangslegemet 30 hhv. keglestubkappen 32 nedadtil.

I fig. 7a er vist et planbillede af overgangslegemet 30 hhv. keglestubkappen 32, idet det på overgangslegemet 30 anbragte rørtårn er udeladt. I den forbindelse ses det af fig. 7a, at keglestubkappen 32 ved sin overside imod rørtårnet er udformet med en flangering 34 med passende ensartet udformede borehuller eller lignende.

I overensstemmelse med det i fig. 7a viste udførelseseksempel har gittertårnet fire hjørnestænger 24, som forløber igennem de stjerneformede åbninger i ringstiveren 56 (se fig. 7b) og med en forudbestemt hældning, som svarer til hældningen for keglestubkappen 32, i det øvre område af keglestubkappen 32 ved de langsgående sider af de rørformede hjørnestænger 24 er forbundet med overgangslegemet 30. En foretrukken forbindelse imellem hjørnestængerne 24 og keglestubkappen 32 opnås ved svejseforbindelser.

I fig. 7b er planbilledet af en ringstiver 56 (se fig. 7a) vist, under udeladelse af overgangslegemet 30 hhv. keglestubkappen 32 og hjørnestængerne. Den på undersiden af keglestubkappen 32 tilvejebragte hhv. anbragte ringstiver 56 er udformet rundtgående som ring hhv. cirkelformet, idet der indvendigt i ringen ved positionerne, hvor hjørnestængerne (se fig. 7a, henvisningstal 24) forløber igennem ringstiveren 56, er anbragt tilsvarende i diameter mindre ringe 58. I fig. 7b er som stregpunkteret linje 57 snitlinjen imellem midterfladen i keglestubkappen 32 og midterfladen for ringstiveren 56 indtegnet.

Ringene 58 har åbninger 59, som hjørnestængerne 24 forløber igennem. I den forbindelse omslutter ringene 58 hjørnestængerne 24 (se fig. 7a).

Åbningerne 59 i ringene 58 er ikke udformede komplementære til de i det væsentlige i tværsnit rundt udformede hjørnestænger 24, således at ved indersiden af ringene 58 forbindes hjørnestængerne 24 i gittertårnet kun delvis hhv. afsnitsvis med ringstiverne. I den forbindelse har åbningerne 59 sideværts imod hjørnestængerne nyreformede udbugtninger 55, således at i omkredsretningen for ringstiveren 56 er hjørnestængen 24 i området ved udbugtningerne 55 ikke forbundet med ringstiveren 56.

Hjørnestængerne 24 bliver i radial retning ved ydersiden og indersiden af hjørnestængerne 24 ved sømpositionerne 66 hhv. svejsestederne indbyrdes forbundet, medens hjørnestængerne i omkredsretningen af ringstiveren 56 ikke er

forbundet med de i radial rundtgående retning tilvejebragte udbugtninger 55. Derved bliver de mekaniske belastninger i overgangslegemet 30 ved sømpositionerne imellem keglestubkappen 32 og hjørnestængerne 24 overført mere blødt, hvorved en materialetæthed i området ved disse kritiske positioner nedsættes signifikant hhv. 5 forhindres.

Den nedre ringstiver 56 omslutter med sine for hjørnestængerne 24 i gittertårnet tilvejebragte ringe 58 hjørnestængerne 24 i gittertårnet, idet ved omslutningen af hjørnestængerne i området ved den ved undersiden tilvejebragte ringstiver 10 (henvi-
 ningstal 56) ringstiveren 56 ikke er rundtgående forbundet ved åbningerne i ringene 50. Især bliver hjørnestængerne 24 forbundet med den nedre ringstiver 56 i de radiale kvadranter af omslutningen med hjørnestængerne, medens ringstiveren 56 i de tangentielle kvadranter af omslutningen med hjørnestængerne 24 ikke er forbundet.

15 Fig. 8a og 8b viser set forfra hhv. bagfra et skematisk vist indvendigt rum i overgangslegemet 30 under udeladelse af den omhyllende keglestubkappe 32. Det indvendige rum 70 i overgangslegemet 30 omfatter en nedre platform 72 og en øvre platform 74. Den nedre platform 72 er udformet som åben platform, dvs. platformen 72 kan ikke fuldstændigt aflukkes hhv. er ikke fuldstændigt aflukket imod vejrpåvirkninger. 20 I den forbindelse omfatter den nedre platform 72 én eller flere åbninger, således at eksempelvis vedligeholdelsespersonale via passende trappestiger kan nå fra gittertårnet 20 ind i det indvendige rum 70 i overgangslegemet 30.

Desuden kan, i overensstemmelse med det i fig. 8a og 8b viste udførelseseksempel, 25 den nedre platform 72 nås via en bevægelig transportkurv 76. Herved har vindkraftanlægget et nedre adgangs anlæg til at nå frem til det indvendige rum 70 i overgangslegemet 30.

I hvilestillingen befinder transportkurven 76 sig i det indre af overgangslegemet 30, 30 således at transportkurven 76 først bevæges nedad, når passende adgangsberettigede personer besigtiger hhv. vedligeholder vindkraftanlægget.

Eksempelvis bliver transportkurven 76, for gennemføring af en vedligeholdelsesforanstaltning, kørt nedad til basis for gittertårnet 20, således at personerne stiger ind 35 fornedet og efterfølgende med transportkurven 76 når op i det indre rum 70 i overgangslegemet 30. Der stiger personerne ud af transportkurven 76 og når efter

udstigning den øvre platform 74 via en imellem den nedre platform 72 og den øvre platform 74 tilvejebragt stige 78.

Ved hjælp af den øvre platform 74 dannes der et, især lukket, elektrisk driftsrum
5 indvendigt i overgangslegemet 30, hvori eksempelvis et mellemspændingskoblings-
anlæg 80 er anbragt. Samlet bliver der ved hjælp af den øvre lukkede platform 74
dannet et arbejdsniveau indvendigt i overgangslegemet 30, hvorved det er muligt, at
anbringe bestemte driftsindretninger til et vindkraftanlæg på den øvre platform 74.

10 Desuden omfatter vindkraftanlægget et andet øvre adgangs anlæg, hvortil der på den
øvre platform 74 er anbragt en anden transportkurv 82. Herved kan ved lige-
holdelsespersonalet, efter at være nået frem til den øvre platform 74, stige ind i
transportkurven 82, hvorved vedligeholdelsespersonalet køres til nacellen på rørtårnet
40, med henblik på at gennemføre vedligeholdelsesforanstaltninger i nacellen eller på
15 rotorvingerne eller på rotoren.

Ved hjælp af adskillelsen af de to adgangs anlæg i to forskellige adgangsplatforme 72,
74 muliggøres en særlig kompakt udformning af overgangslegemet 30.

20 Desuden er det inden for opfindelsen rammer muligt, at det indvendige rum 70 i
overgangslegemet 30 kun omfatter én platform, via hvilken et indvendigt rum i
rørtårnet 40 nås. Herved er det muligt, at driftsenheder, som eksempelvis, som vist i
fig. 8a og 8b, er anbragt på den anden, øvre platform 74, er anbragt på et højere
niveau i rørtårnet 40.

Henvisningstalsliste

10	tårn
20	gittertårn
21	stræber
22	stræber
24	hjørnestang
30	overgangslegeme
32	keglestubkappe
33	udsparing
34	flangering
35	udsparing
36	udsparing
37	udsparing
38	L-profil
39	T-profil
40	rørtårn
50	arbejdsplatform
52	indvendig platform
54	flangeforbindelse
56	ringstiver
57	linje
58	ring
59	åbning
60	udsnit
62	svejsesforbindelse
64	svejsesforbindelse
65	udsparing
66	sømposition
70	indvendigt rum
72	nedre platform
74	øvre platform
76	transportkurv
78	stige
80	mellemspændingskoblingsanlæg
82	transportkurv

PATENTKRAV

1. Tårn (10) til et vindkraftanlæg med en underdel (20) i form af et gittertårn (20) med i det mindste tre hjørnestænger (24) og en overdel (40) af et i det væsentlige i tværsnit
5 rundt rørtårn (40), hvori overgangsområdet for det øvre tilslutningsområde, især oversiden, af underdelen (20) ved hjælp af et overgangslegeme (30) er forbundet med det øvre tilslutningsområde, især undersiden, af overdelen (40), **kendetegnet ved, at** overgangslegemet (30) er udformet som en keglestubkappe (32), idet hjørnestængerne (24) rager ind i overgangsområdet og i overgangsområdet imellem det øvre
10 tilslutningsområde for underdelen (20) og det nedre tilslutningsområde for overdelen (40) i det mindste afsnitsvis er forbundet med keglestubkappen (32), idet især tværsnittet eller tværsnittene af hjørnestængerne i overgangsområdet afsnitsvis og/eller i området ved forbindelsen med keglestubkappen (32) i det væsentlige er uforandrede.

15

2. Tårn (10) i overensstemmelse med indledningen til krav 1, **kendetegnet ved, at** overgangslegemet (30), især et i form af en keglestubkappe (32) udformet overgangslegeme (30), på sin udvendige side er udformet med en hældning, som svarer til hældningen for hjørnestængerne (24) i underdelen (20), idet især hjørnestængerne (24) i underdelen (20) er forbundet med undersiden af overgangslegemet (30, 32).

20

3. Tårn (10) ifølge krav 1, **kendetegnet ved, at** hjørnestangen eller hjørnestængerne (24) i overgangsområdet er udformede gennemgående, især uden bøjning.

25

4. Tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 3, **kendetegnet ved, at** hældningsvinklen for i det mindste én hjørnestang (24) eller adskillige hjørnestænger (24) svarer til hældningsvinklen for keglestubkappen (32) og/eller at i det mindste én hjørnestang (24), især ved sine langsgående sider er sammensvejst eller sammensvejses med
30 keglestubkappen (32).

30

5. Tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 4, **kendetegnet ved, at** der på keglestubkappen (32) på ydersiden er anbragt en arbejdsplatform (50), idet især arbejdsplatformen (50) er udformet på keglestubkappen (32) i det nedre område og/eller i
35 overgangen til underdelen (20), fortrinsvis rundtgående.

35

6. Tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 5, **kendetegnet ved, at** det indvendige rum i keglestubkappen (32), især ved hjælp af i det mindste én indvendig platform (52), i det mindste delvis er aflukket og/eller at der i det indvendige rum (70) i keglestubkappen (32) er anbragt én eller flere platforme (72, 74).

5

7. Tårn (10) ifølge krav 6, **kendetegnet ved, at** ved hjælp af en øvre platform (74) er der i det indvendige rum (70) i keglestubkappen (32) udformet et øvre, især aflukket, rum, fortrinsvis et arbejdsrum, idet der især i det øvre rum i det indvendige rum (70) i keglestubkappen (32) er tilvejebragt et især øvre transportanlæg, således at overdelen
10 (40) i vindkraftanlægget ved hjælp af transportanlægget er tilgængeligt hhv. kan nås fra overgangslegemet (30) og/eller hvor der især det øvre rum i det indvendige rum (70) i keglestubkappen (32) er tilvejebragt en driftsindretning (82) for vindkraftanlægget, fortrinsvis et spændingskoblingsanlæg, især et mellemspændingskoblingsanlæg (82).

15

8. Tårn (10) ifølge krav 6 eller 7, **kendetegnet ved, at** ved hjælp af en nedre platform (72) er der i det indvendige rum (70) i keglestubkappen (32) udformet et nedre, især åbent, rum, fortrinsvis et arbejdsrum, idet der især i det nedre rum i det indvendige rum (70) i keglestubkappen (32) er optaget et især nedre, adgangsanlæg, således at
20 overgangslegemet (30) i vindkraftanlægget ved hjælp af adgangsanlægget er tilgængeligt hhv. kan nås ved hjælp af adgangsanlægget fra underdelen (20), især gittertårnet (20).

9. Tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 8, **kendetegnet ved, at** der i det indvendige
25 rum (70) i keglestubkappen (32) er optaget et nedre adgangsanlæg og et øvre adgangsanlæg, idet især det nedre adgangsanlæg i hvilestillingen er anbragt i det indvendige rum i keglestubkappen (32) hhv. i overgangslegemet (30).

10. Tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 9, **kendetegnet ved, at** keglestubkappen
30 (32) i det nedre område og/eller i det øvre område er udformet med et T-profil (39) eller et L-profil (38) og/eller at hjørnestængerne (24) over en længde på mere end to diametre for hjørnestængerne (24) er forbundet med keglestubkappen (32) og/eller at keglestubkappen (32) omfatter i det mindste én udsparring (33, 35, 36, 37), især imellem to hjørnestænger (24), og/eller omfatter en adgangsåbning (33) og/eller at én
35 eller flere hjørnestænger (24) i overgangsområdet udformes kontinuerligt forløbende i længderetningen og/eller i omkredsretningen og/eller er sammensvejst med

keglestubbkappen (32) og/eller at hjørnestængerne (24) er udformede som hule profiler, især rør, fortrinsvis af stål eller er udformede af standardiserede rørprofiler.

11. Tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 10, **kendetegnet ved, at** keglestubbkappen (32) omfatter i det mindste én ringstiver eller adskillige ringstivere, fortrinsvis ved den nedre og/eller øvre ende, idet især en i det nedre område af keglestubbkappen (32) tilvejebragt ringstiver (56) omslutter én eller flere hjørnestænger (24) i det mindste delvis eller fuldstændigt og/eller hvor især ringstiveren (56) er forbundet delvis med én eller flere hjørnestænger (24), således at især forbindelsen imellem ringstiver (56) og en hjørnestang (24) er udformet diskontinuerlig.

12. Tårn (10) ifølge krav 11, **kendetegnet ved, at** der imellem ringstiveren (56) og den i en åbning (59) i ringstiveren (56) gennemløbende hjørnestang (24) er tilvejebragt én eller flere, især nyreformede, udsparinger (55) og/eller at ringstiveren ikke er forbundet med én eller flere hjørnestænger i omkredsretningen for keglestubbkappen og/eller at ringstiveren (56) er forbundet med én eller flere hjørnestænger (24) på tværs, især vinkelret på omkredsretningen for keglestubbkappen (32) og/eller at keglestubbkappen (32) i området ved ringstiveren (56) har én eller flere, fortrinsvis dråbeformede eller næseformede, udsparinger (65) og/eller at ringstiveren er udformet som L-profil eller som T-profil.

13. Tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 12, **kendetegnet ved, at** der ved den nedre ende af keglestubbkappen (32) er anbragt eller påsvejst én eller flere ringstivere, især med et T-profil eller et L-profil, imellem hjørnestængerne (24) og/eller at overgangslegemet er anbragt under rotorvingespidsene og/eller at rørtårnet i overdelen udgør i det mindste 1/6 af hele tårnhøjden.

14. Vindkraftanlæg med et tårn (10) ifølge ethvert af kravene 1 til 13.

15. Anvendelse af et overgangslegeme (30) i et tårn (10) til et vindenergianlæg ifølge ethvert af kravene 1 til 13.

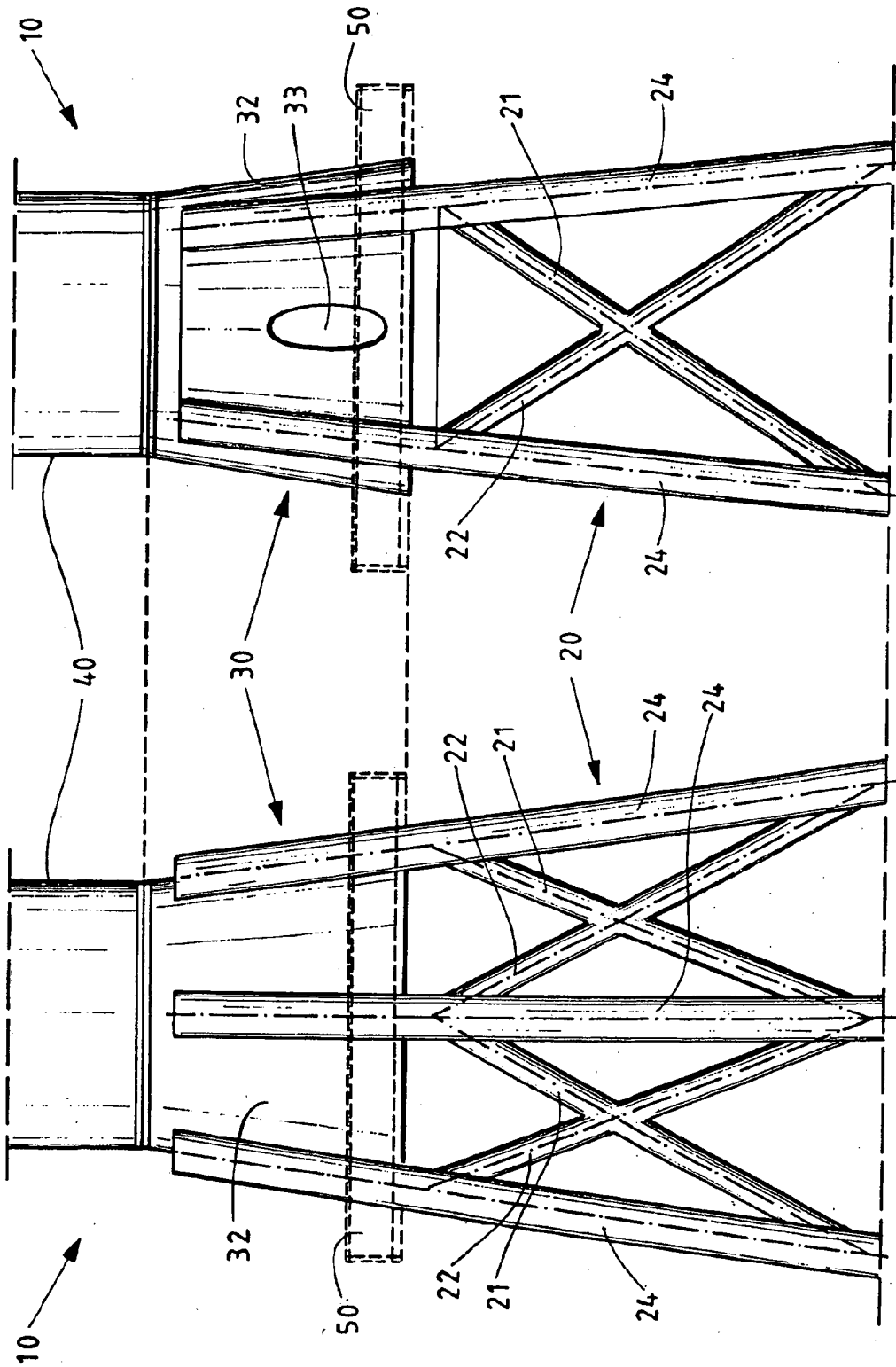


FIG. 1a

FIG. 1b

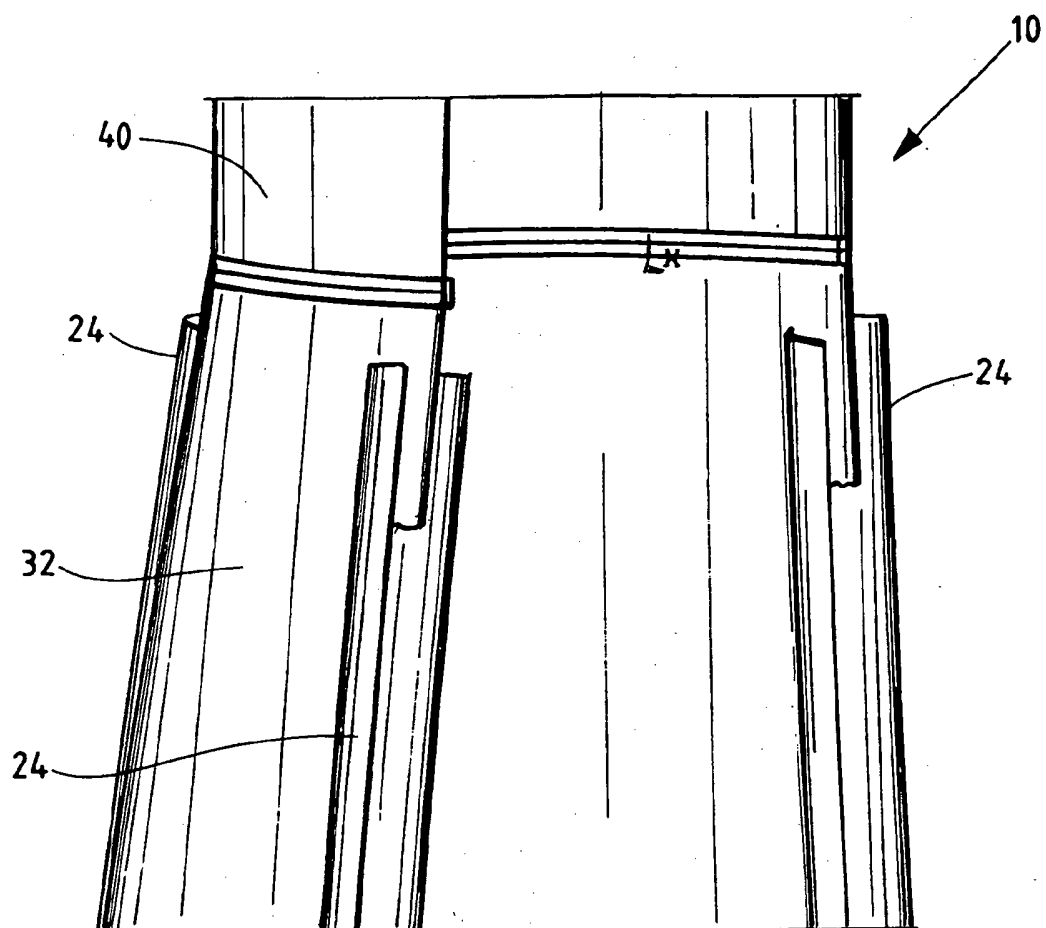


FIG. 2

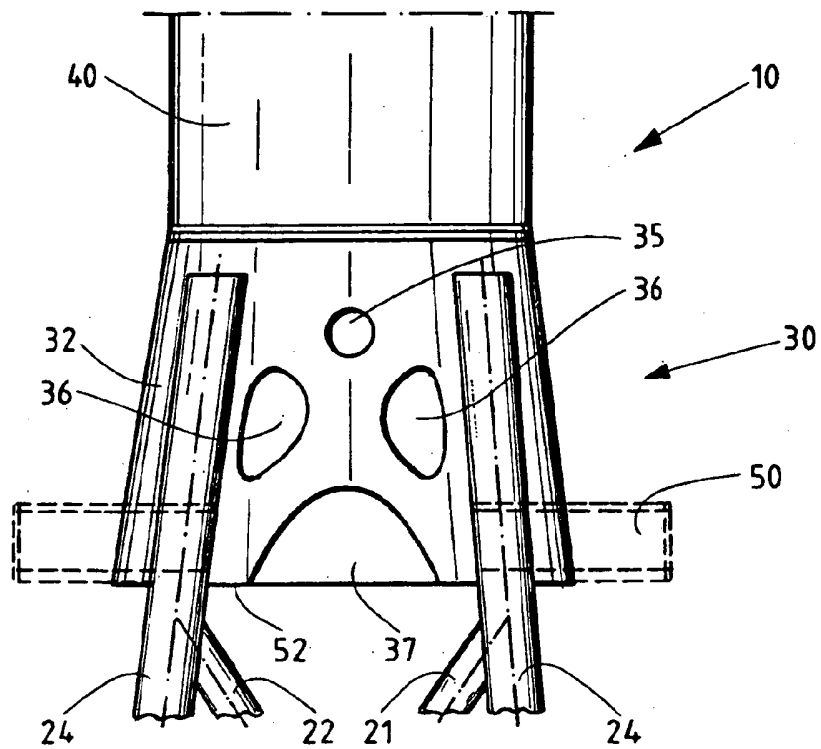


FIG. 3

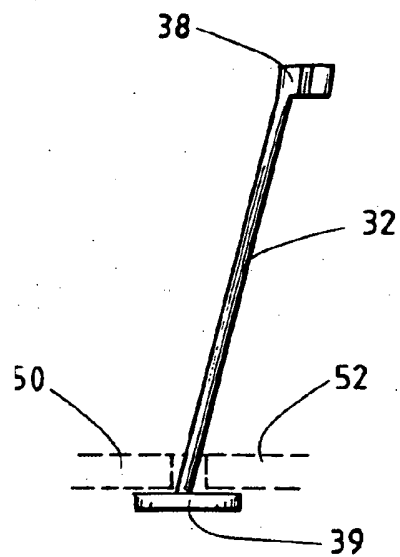


FIG. 4

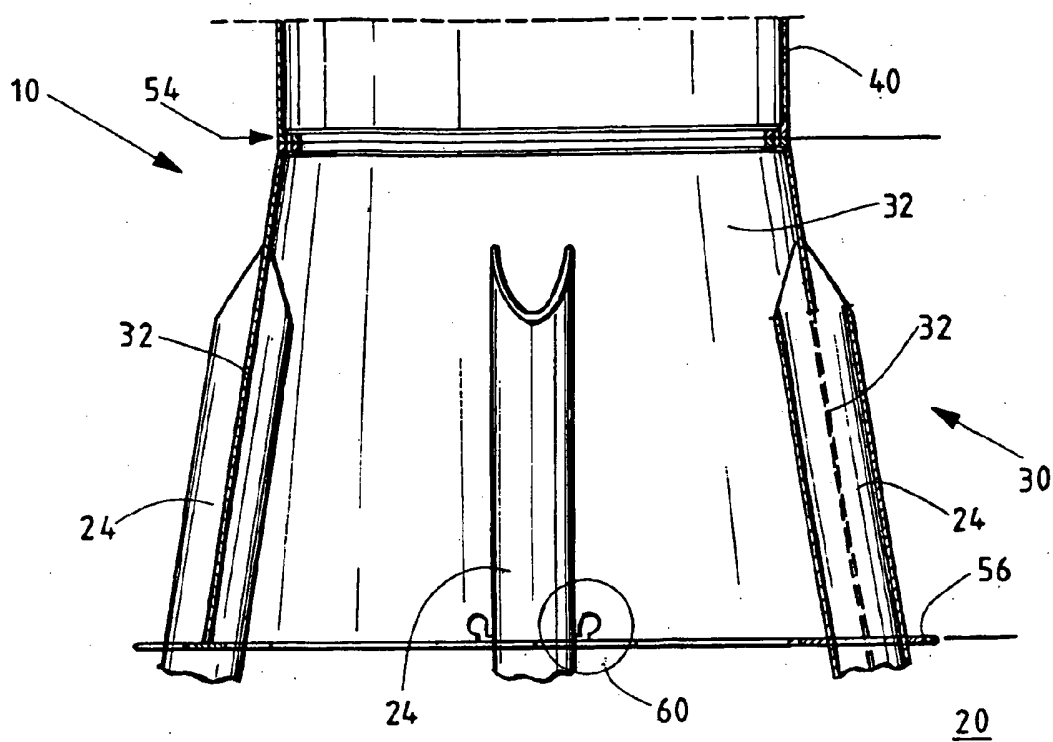


FIG. 5

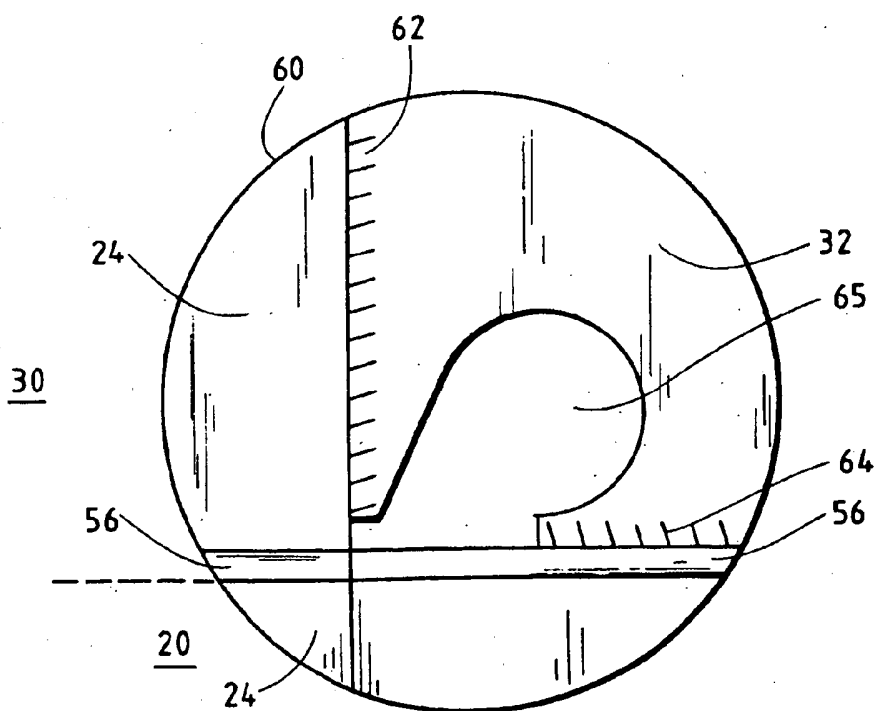
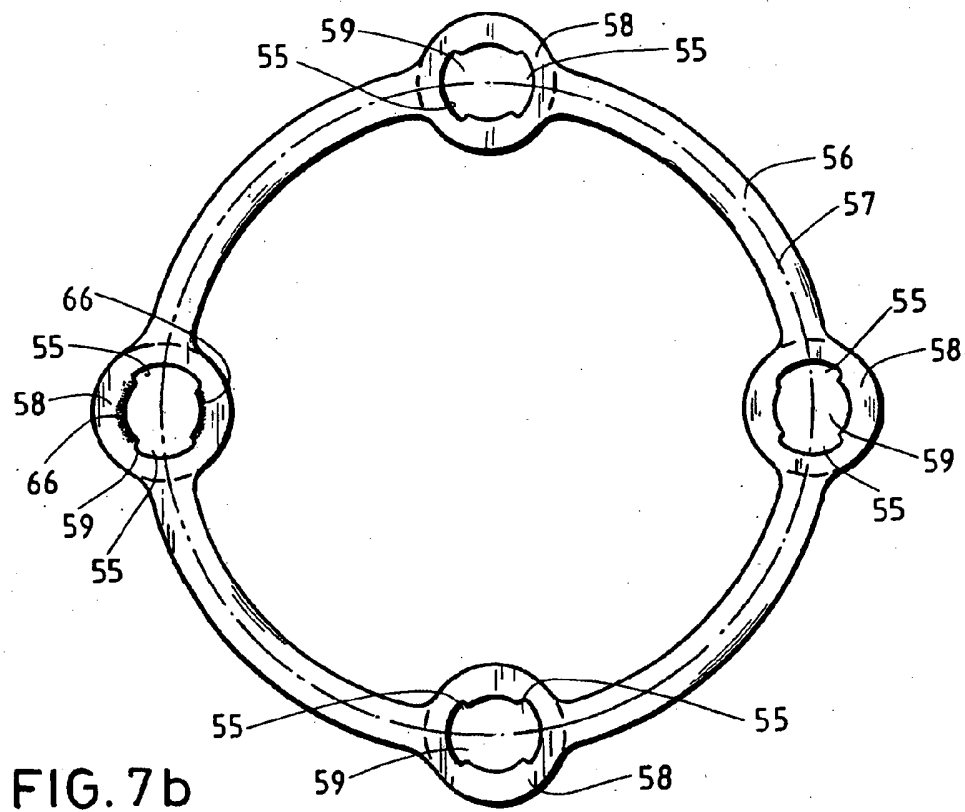
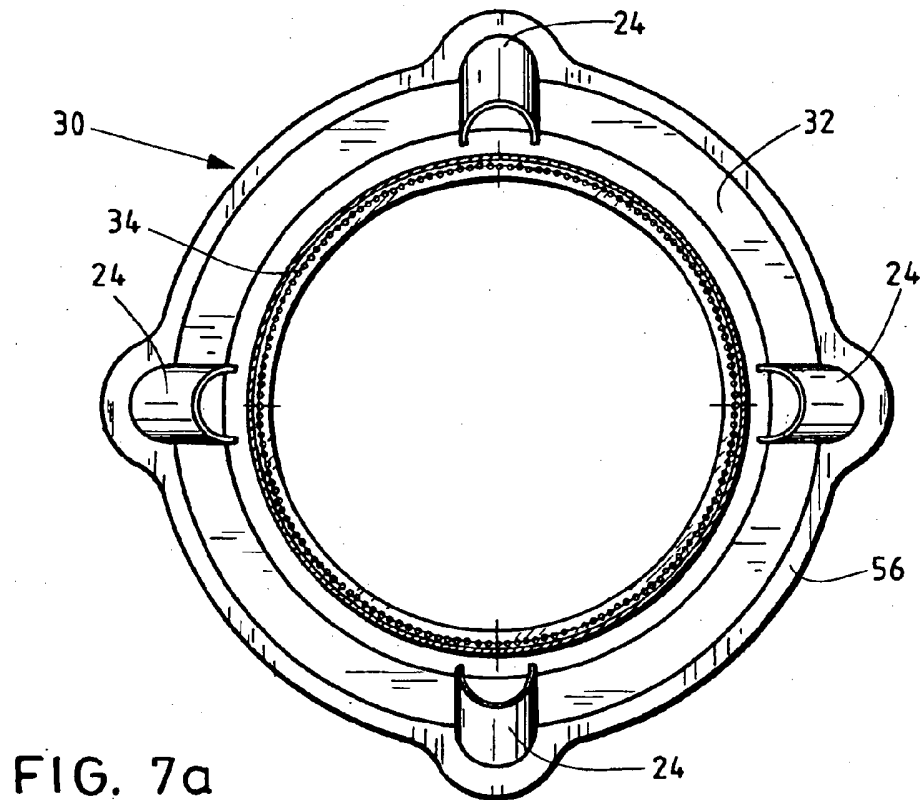


FIG. 6



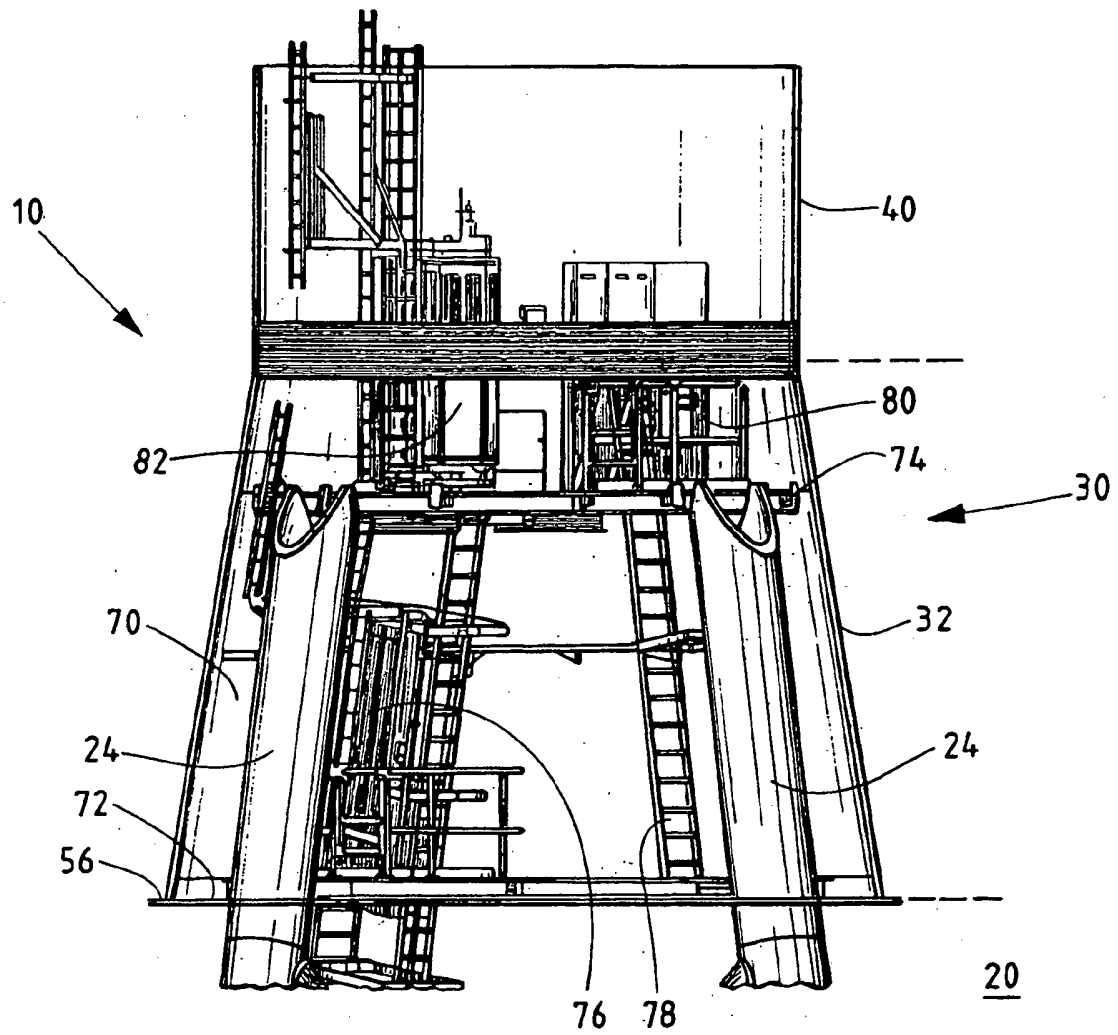


FIG. 8a

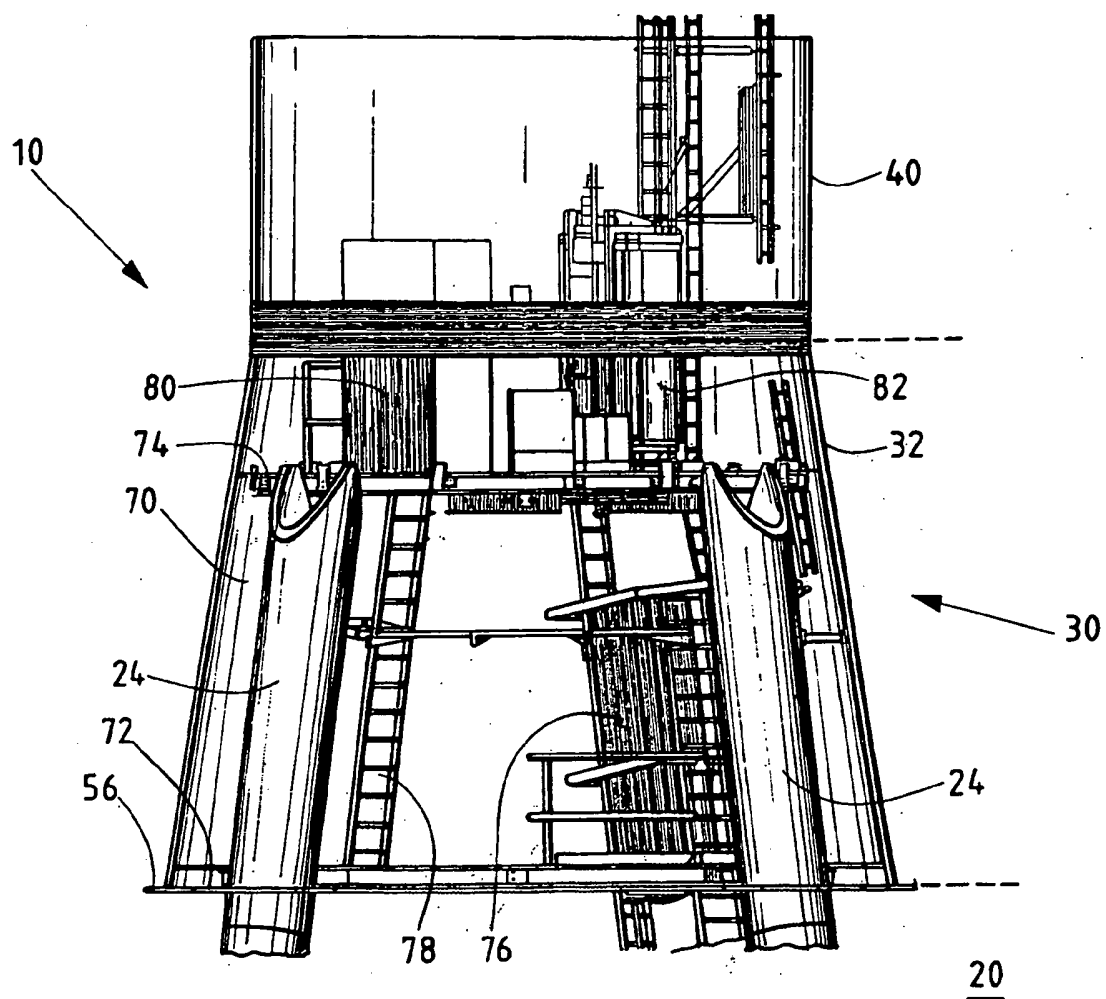


FIG. 8b