



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **324961**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

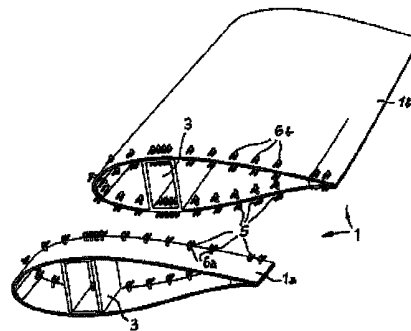
B64C 27/46 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20023018	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.12.22 PCT/EP00/13167
(22)	Inng.dag	2002.06.21	(85)	Videreføringsdag	2002.06.21
(24)	Løpedag	2000.12.22	(30)	Prioritet	1999.12.24, DE, 19962989
(41)	Alm.tilgj	2002.08.19			
(45)	Meddelt	2008.01.14			
(73)	Innehaver	Aloys Wobben, Argestrasse 19, 26607 AURICH, DE			
(72)	Oppfinner	Aloys Wobben, Argestrasse 19, 26607 AURICH, DE			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 7085 Majorstua, 0306 OSLO			

(54)	Benevnelse	Skjøtforbindelse for hulprofiler
(56)	Anførte publikasjoner	DE-2921152, US-3310327
(57)	Sammendrag	

En skjøtforbindelse for delte hulprofiler passende for rotorblader på vindkraftanlegg, omfattende flere lasker (5) anordnet langs skjøtforbindelsen, som overlapper delingsfugen. Laskene (5) har sine respektive ender festet til en av hulprofilene (1a, 1b) som skal skjøtes. Innretningen er fortrinnsvis anordnet slik at en av de to bolter (6a, 6b) som fester lasken (5) i dens ender har en kileformet avflating med hvilken lasken (5) kan påføres en trekkforspenning.



Oppfinnelsen angår anvendelse av en skjøtforbindelse av konstruksjonsdeler hvor det langs en skjøtfuge er anordnet lasker som overlapper skjøtfugen, og som med sine ender hver er festet direkte til en av konstruksjonsdelene som skal forbindes med
5 liten lengdeavstand fra skjøtfugen.

På samme måte som flypropeller har rotorene på vindkraftanlegg rotorblader som består av en bærende bjelke – for det meste med overbelte og underbelte – og en hulprofil, som bestemmer rotorens aerodynamiske egenskaper. Hulprofilene består i dag vanligvis av komposittmaterialer, nemlig glass- eller kullfibere med polyester- eller
10 epoxyresiner som bindemidler. Det har vært vanlig praksis å fremstille rotorbladhulprofilene (som har tverrsnitt som overveiende endrer seg over lengden) i form av to langsgående delte halvskall som settes sammen med bjelken til ferdig blad.

Med økende ytelser i moderne vindkraftanlegg får også deres rotorør større diameter, noe som krever fremstilling av tilsvarende lengre rotorblader. Dersom
15 produksjonen av slike lange rotorblader, det vil si halvskallet som er nødvendig for dette ikke er uproblematisk i ett stykke (blant annet på grunn av den tilsvarende større fabrikkbygning) så er den deretter nødvendige transport til oppstillingsstedet for vindkraftanlegget en alvorlig hindring.

Fra DE 29 21 152 A1 er det kjent et tverrdelt rotorblad hvor hulprofildelene er
20 forbundet ved hjelp av skjøtforbindelsen nevnt i innledningen. Her er endene av profildelene sammenkoplet av strekkforankringer, mellom hvilke spennelementene er spent i form av stålkabler eller stållameller som i det indre av profildelene gjennomløper over bladlengden, eventuelt også gjennom ytterligere mellomforankringer. Denne anordning er så langt problematisk da dens spesifikke lengdeendring av spennelementene
25 avhenger av temperatursvingninger og/eller sentrifugalkrefter som avhenger av utvidelseskoeffisienter og elastisitetsmodul for materialer som anvendes, som resulterer i betydelige totale lengdeendringer på grunn av spennelementenes store lengde, som ikke kan oppfanges av forspenningen av spennelementene og som fører til løsning av skjøtforbindelsen.

30 Videre er det fra US 3 310 327 A1 kjent en skjøtforbindelse som nevnt i innledningen, som tjener til forbindelse av prefabrikkerte konstruksjonsdeler av bygninger og liknende. På endene av laskene er det festet bolter som over hele deres lengde griper inn i konstruksjonsdelenes helmateriale.

Ifølge oppfinnelsen blir skjøtforbindelsen kjent fra US 3 310 327 A1 anvendt
35 med det tiltak at konstruksjonsdelene er delte hulprofiler, særlig rotorblader på vindkraftanlegg, og laskene er anordnet langs delingsfugen på omkretsen av profildelene. Dermed løses en oppgave å utvikle en skjøtforbindelse som ikke har vesentlig innflytelse på rotorbladets aerodynamiske egenskaper, har liten vekt og fremfor alt er i stand til å motstå de betydelige veksellaster som rotorbladene blir utsatt for under drift av et

vindkraftanlegg, uten fare for at det skjer en løsning. Laskene erstatter fullstendig den vanlig flensforbindelse i et stykke for forbindelse av hulprofiler eller også strekkforankringsforbindelsen i et stykke kjent fra DE 29 21 152 A1; de er vesentlig lettere enn disse og kan anordnes fordelt over omkretsen av hulprofilen atskilt i forskjellige avstander fra hverandre, nemlig avhengighet av kreftene som skal overføres i delingsfugen, slik at beregningen av forbindelsen – ved meget god kraftinnføring – med hensyn til dens driftsfasthet er mulig på en enklere måte enn ved en av de kjente flens- eller strekkforankringsforbindelsene. Selv om denne forbindelsestype også kan anvendes for langsgående delte hulprofiler (rotorblader), egner de seg særlig for tverrdelte hulprofiler med urunde tverrsnitt, idet laskene er anordnet på omkretsen av rotorbladet.

En særlig fordel er det at den nye skjøtforbindelsen er vedlikeholdsfri, fordi den ikke er selvløsende og derfor er det ingen forspenningstap som det må tas hensyn til.

Hver laskforbindelse består fortrinnsvis av dobbellasker med en lask anordnet på utsiden og innsiden av hulprofilen. I tillegg er det fordelaktig sørget for at hver lask er forspennbar med en definert trekkraft. Med en tilstrekkelig stor trekkraftforspenning oppnås det at det til tross for veksellastpåkjenningen (trekkraft/trykkraft) under forløpet av en omdreining av rotoren forblir trekkraften i skjøtforbindelsen, og endrer seg kun i sin størrelse under omdreiningsforløpet. For å påføre trekkraftforspenningen som var nødvendig for dette på de enkelte lasker som sammen danner skjøtforbindelsen, er det fortrinnsvis sørget for at hver lask er festet til profildeelene ved hjelp av to bolter, og minst én av boltene i det respektive kontaktområdet med lasken eller laskene har en kileformet avflating i dens akseretning, og holdes ikke-dreibar. Alternativt kan boltene også være dannet delkonisk, og da kan de også dreies. I alle tilfeller finner det ved befestigelsen av laskene sted samtidig oppbygging av en trekkraftforspenning i laskens lengderetning og således vinkelrett på delingsfugen når laskene med deres (tilsvarende utformede) ender skyves over boltene og trykkes i retning mot hulprofilens flate. For å utføre dette på enkel måte består bolten fordelaktig av en hylse forsynt med de kileformede avflatinger, og en skrue med mutter som gjennomtrenger denne aksialt, idet både skruehodet og mutteren trykker på den tilhørende lask ved hjelp av skålliknende trykkpartier og forspenner lasken ved bevegelse langs kilflaten (eller konusflaten).

Et ytterligere alternativ av forspenningsmekanismen kan bestå i at minst én av boltene har en eksentrisk utbuktning i forhold til dens akse i kontaktområdene med laskene. Ved dreining av bolten – som forøvrig ikke behøver å bli dreid for befestigelse av laskene – kan også på denne måten være tilveiebrakt med den ønskede trekkraft – forspenning i lasken.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende i forbindelse med et utførelseseksempel og under henvisning til tegningene, der fig. 1 er et planriss av et (enkelt) tverrdelt rotorblad for et vindkraftanlegg i skjematisk tverrsnitt (spalten mellom delene tjener bare til anskueliggjøring), fig. 2 er et planriss av utsnittet x av skjøt-

forbindelsen ifølge oppfinnelsen mellom de to rotorbladdeler på fig. 1, fig. 3 er et perspektivriiss av den totale, men oppskårede som på fig. 1, skjøtforbindelse mellom de to rotorbladdeler på fig. 1, fig. 4 er et snitt i sin lengderetning i større målestokk av en av laskforbindelsene som samlet danner skjøtforbindelsen, fig. 5 er et planriiss av laskforbindelsen på fig. 4, og fig. 6 er et snittriss etter linjen A-A på fig. 4.

Fig. 1 viser et tverrdelt rotorblad på et vindkraftanlegg i skjematisk tverrsnitt. Delingsfugen 2 mellom delene 1a og 1b av rotorbladet 1 er åpnet. Begge rotorbladdeler 1a og 1b består av en bærende kjerneprofil 3 og et aerodynamisk formet skall 4.

Fig. 2 viser i planriiss et utsnitt av skjøtforbindelsen mellom delene 1a og 1b av rotorbladet 1 ved lukket delingsfuge 2. Skjøtforbindelsen består av flere lasker 5 som overlapper delingsfugen 2, og som er festet ved hjelp av bolter 6a og 6b på hver av de to rotorbladdeler 1a, 1b.

På fig. 3 er delingsfugen 2 åpnet som på fig. 1, og avsnittene av de rotorbladdeler 1a, 1b er vist i perspektiv. Også laskene 5 er av klarhetsgrunner vist oppskåret, og totalriset av den (oppdelte) skjøteforbindelse viser hvordan laskene 5 med deres bolter 6a, 6b er fordelt over det – urunde – tverrsnitt av den delte hulprofil. I området ved kjerneprofilen 3 er anordningen av laskene 5 tettest fordi der skjer den høyeste kraftoverføring; i de øvrige områder er de tilveiebrakt større avstander mellom laskene 5.

Fig. 4-6 viser en laskforbindelse i detalj. Ovenfor og nedenfor hulprofildelene 1a, 1b er det anordnet en lask 5. Ved delen 1b er begge lasker 5 ved hjelp av en bolt 6b under mellomkopling av skiver 7 festet av en skrue 8 med mutter 9. På delen 1a er befestigelsen av lasken 5 liknende, men boltens 6a har kileformede avflatinger 10 som avskråner fra boltens sentrum til dens ender og til aksens 11 for den (lengre) skrue 8 med mutter 9. Mellom skruens 8 hode og dens nærliggende lask 5 på den ene side og mellom mutteren 9 og dens nærliggende lask 5 på den annen side er det anordnet skålformede trykkpartier 12. Blir skruen 8 tiltrukket med mutteren 9 så utøver trykkpartiene 12 tilsvarende krefter på lasken 5; deres tilnærming særlig mot profildelen 1a lar den gli oppover langs boltens 6a avflatinger 10 slik at det i laskene 5 bygges opp en trekkspenning (i kontaktområdene for laskene 5 med avflatingene 10 kan laskenes 5 innervegger være tilpasset avflat- ingenes 10 flater). Trekkspenningene i laskene 5 fører til en stengende trykkspenning mot hulprofildelene 1a, 1b i området ved deres delingsfuge 2.

P a t e n t k r a v

5 1. Anvendelse av en skjøtforbindelse av konstruksjonsdeler hvor det langs en skjøtfuge er anordnet lasker som overlapper skjøtfugen, og som med sine ender hver er festet direkte til en av konstruksjonsdelene som skal forbindes med liten lengdeavstand fra skjøtfugen, **karakterisert ved** at konstruksjonsdelene er delte hulprofiler, særlig rotorblad på vindkraftanlegg, og laskene (5) er anordnet langs delingsfugen (2) på
10 omkretsen av profildelene i /1a, 1b).

2. Anvendelse av en skjøtforbindelse ifølge krav 1, **karakterisert ved** at anordningstettheten av laskene (5) langs delingsfugen (2) er forskjellig i avhengighet av trekkreftene som skal overføres på delingsfugen (2).

3. Anvendelse av en skjøtforbindelse ifølge krav 1 eller 2, **karakterisert ved** at
15 det anordnet dobbellasker hver med en lask (5) anordnet på yttersiden og innersiden av hulprofilen (1).

4. Anvendelse av en skjøtforbindelse ifølge foregående krav, **karakterisert ved** at hver lask (5) henholdsvis dobbellask er forspennbar med en definert trekkraft.

5. Anvendelse av en skjøtforbindelse ifølge krav 4, **karakterisert ved** at laskene
20 (5) på profildelene (1a, 1b) er festet ved hjelp av to bolter (6a, 6b), og minst én av boltene (6a) har en kileformet avflating (10) i dens akseretning i kontaktområdene med laskene (5), og holdes udreibar.

6. Anvendelse av en skjøtforbindelse ifølge krav 3 og 5, **karakterisert ved** at bolten (6a) består av en hylse forsynt med de kileformede avflatinger (10), og en skrue
25 (8) med mutter (9) som gjennomtrenger denne aksialt, idet både skruehodet og mutteren trykker på den tilhørende lask (5) ved hjelp av skålliknende trykkpartier (12) og forspenner denne ved bevegelse langs kileflaten.

7. Anvendelse av en skjøtforbindelse ifølge krav 4, **karakterisert ved** at laskene
5 er festet til profildelen (1a, 1b) ved hjelp av to bolter (6), og minst én av boltene har i
30 kontaktområdene med laskene (5) en utbuktning som er eksentrisk i forhold til dens akse.

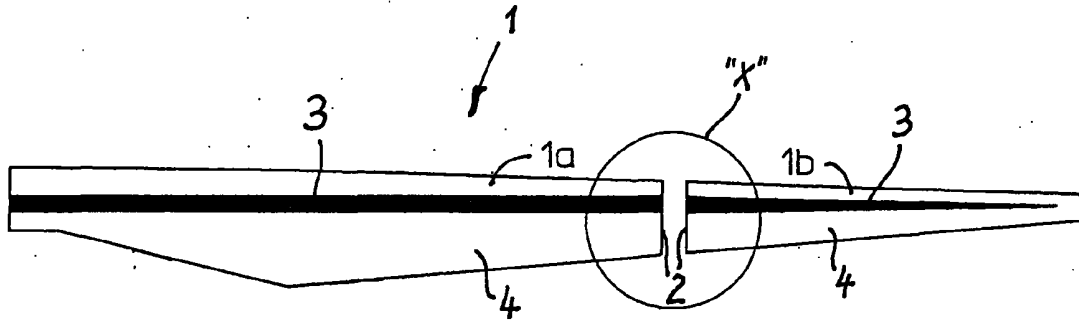


Fig. 1

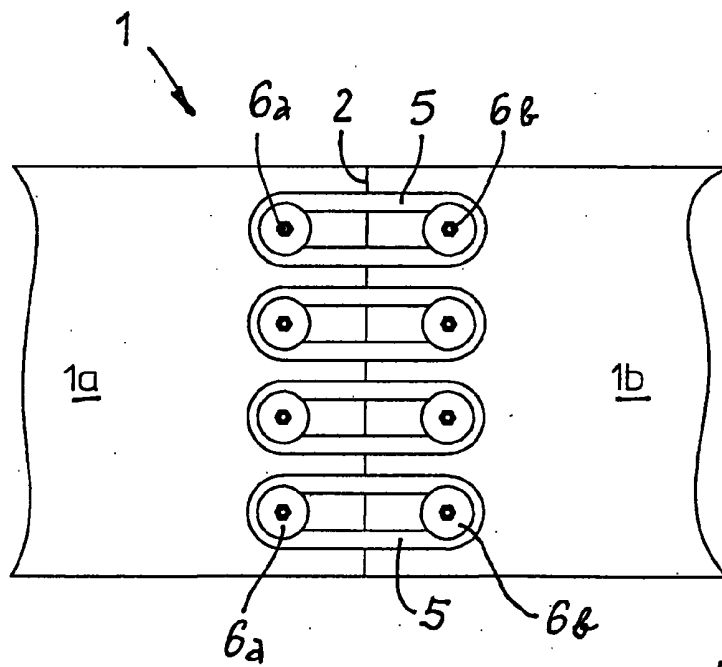


Fig. 2

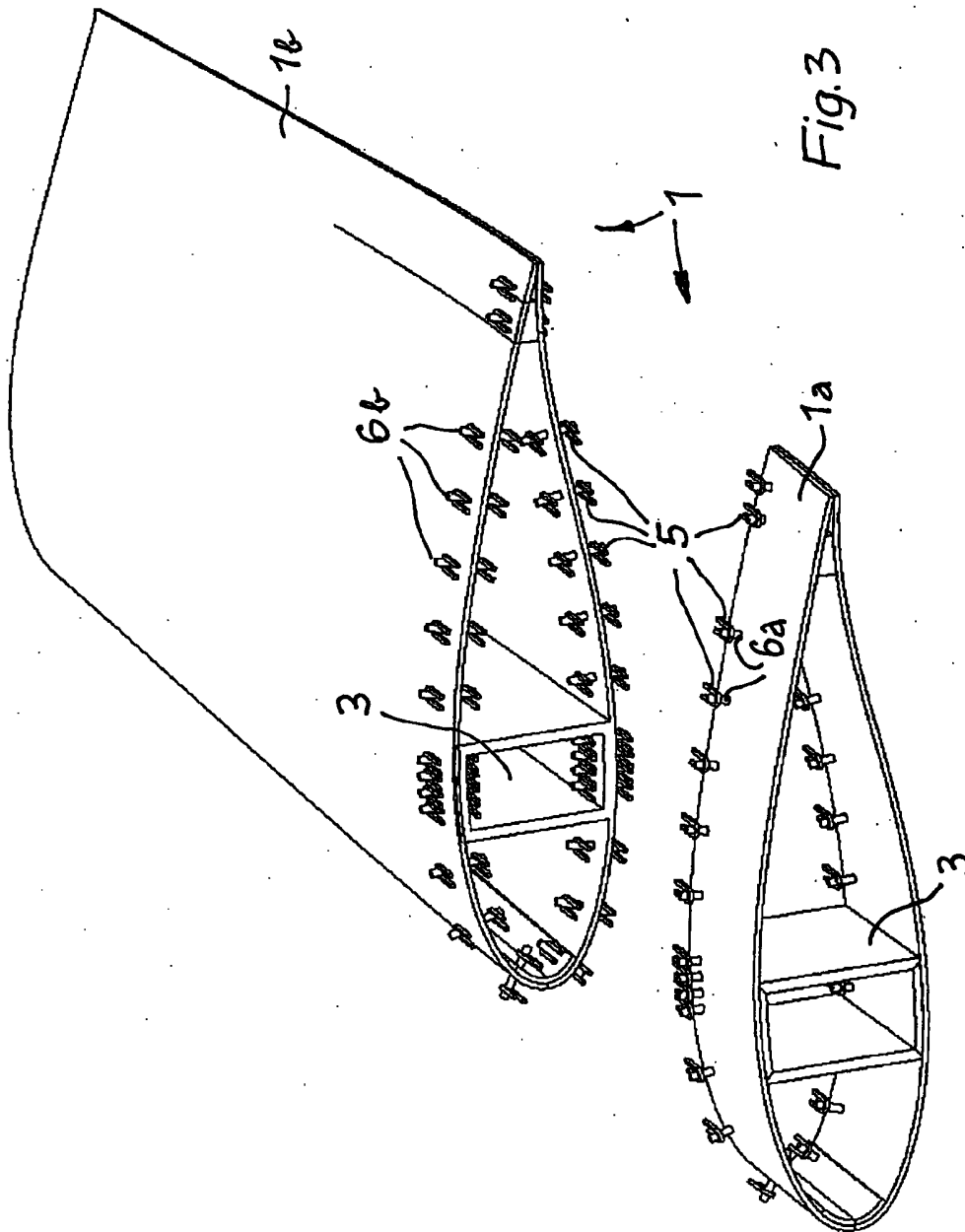


Fig. 3

