

19



Octrooi Centrum
Nederland

11 2000821

12 C OCTROOI²⁰

21 Aanvraagnummer: 2000821

51 Int.Cl.:
F03D1/06 (2006.01)

22 Ingediend: 17.08.2007

41 Ingeschreven:
18.02.2009

47 Verleend:
18.02.2009

45 Uitgegeven:
06.05.2009

73 Octrooihouder(s):
**Stichting Energieonderzoek Centrum
Nederland te Petten.**

72 Uitvinder(s):
Arne van Garrel te Amsterdam.

74 Gemachtigde:
**Ir. A. van Westenbrugge c.s. te
2502 LS Den Haag.**

54 **Windturbine en rotorblad.**

57 Een windturbine omvat een rotor met een aantal rotorbladen, die elk een voorrand en een achterrand bezitten. Ten minste een rotorblad is voorzien van een reeks openingen, die zijn aangebracht nabij de achterrand. Het rotorblad heeft fluïdumverplaatsingsmiddelen die fluïdum tijdens bedrijf afwisselend door die openingen naar buiten en naar binnen dwingen. Hierdoor ontstaan wervelingen aan de achterrand die het geproduceerde geluid verminderen.

NL C 2000821

Dit octrooi is verleend ongeacht het bijgevoegde resultaat van het onderzoek naar de stand van de techniek en schriftelijke opinie. Het octrooischrift komt overeen met de oorspronkelijk ingediende stukken. Octrooi Centrum Nederland is een agentschap van het ministerie van Economische Zaken.

Windturbine en rotorblad

De uitvinding heeft betrekking op een windturbine omvattende een rotor met een aantal rotorbladen, die elk een voorrand en een achterrاند bezitten.

5 Tijdens bedrijf produceert een windturbine geluid. De geluidsproductie kan overlast veroorzaken, in het bijzonder bij toepassing op land. De geluidshinder is afhankelijk van de afstand tot de windturbine – door de windturbine verder weg te plaatsen, neemt het geluidsniveau af. Dit reduceert echter het voor windenergie beschikbare oppervlak. Daarnaast kan het toerental van de windturbine worden beperkt
10 om de geluidsproductie te verminderen. Hierdoor worden het rendement van de windturbine en het geproduceerde vermogen nadelig beïnvloed.

Een aanzienlijk deel van de geluidsproductie van een windturbine wordt veroorzaakt door het geluid van de achterranden van de rotorbladen bij het ronddraaien van de rotor – het zogenaamde achterrاندgeluid. Uit NL9301910 is een windturbine
15 met een aantal rotorbladen bekend, waarbij de achterranden een zaagtandvorm bezitten om de geluidsproductie te verminderen. De zaagtandvorm geeft echter aanleiding tot vermogensverlies en geluidstoename bij omstandigheden die afwijken van de ontwerpspecificaties.

Een doel van de uitvinding is een windturbine te verschaffen, die het
20 achterrاندgeluid vermindert terwijl het vermogen in hoofdzaak in stand blijft.

Dit doel is volgens de uitvinding bereikt doordat ten minste een rotorblad is voorzien van een reeks openingen, die zijn aangebracht nabij de achterrاند, alsmede fluïdumverplaatsingsmiddelen voor het afwisselend door die openingen naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum.

25 De fluïdumverplaatsingsmiddelen volgens de uitvinding genereren zogenaamde “synthetic jets” uit de openingen nabij de achterrاند. De “synthetic jets” worden volgens de uitvinding toegepast om het achterrاندgeluid te verminderen. Een “synthetic jet” omvat een reeks wervelingen die worden gevormd door het afwisselend uitblazen en aanzuigen van fluïdum door een opening. Elke opening stuurt een
30 dergelijke reeks wervelingen in de stroming om het rotorblad. De wervelingen van de “synthetic jets” beïnvloeden die stroming zodanig dat de structuur van de turbulente grenslaag en het zog achter de achterrاند van het rotorblad wordt veranderd. Hierdoor reduceert de geluidsproductie van de achterrاند. Aangezien de stroming om het

rotorblad verder nauwelijks verandert, blijft het geproduceerde vermogen van de windturbine in hoofdzaak gelijk.

Een verder voordeel is het gereduceerde beschadigingsrisico vergeleken met de bekende rotorbladen met relatief kwetsbare zaagtandvormige achterranden.

5 Opgemerkt wordt dat “synthetic jets” op zichzelf bekend zijn. Volgens de uitvinding worden “synthetic jets” echter toegepast voor het verminderen van geluidsproductie.

10 Het rotorblad heeft bijvoorbeeld een worteleind dat is verbonden met een naaf van de rotor. Het rotorblad steekt vanaf de naaf over een spanwijdte radiaal naar buiten tot een tipeind. De langsrichting van het rotorblad verloopt tussen het worteleind en het tipeind. Het rotorblad omvat in dwarsdoorsnede een aërodynamische profielvorm met een koorde, die is gedefinieerd door een rechte lijn tussen de voorrand en de achterrand van die profielvorm. Overigens kan de profielvorm in langsrichting van het rotorblad verschillen. In dat geval zijn de profielvorm en de koorde daarvan afhankelijk van de
15 afstand vanaf de naaf van de rotor.

 De openingen kunnen volgens de uitvinding op verschillende manieren zijn uitgevoerd. Bijvoorbeeld zijn de openingen elk uitgevoerd voor het naar buiten dwingen van fluïdum in een uitstroomrichting die een component evenwijdig aan de koorde heeft. De “synthetic jets” bezitten dan in hoofdzaak geen snelheidscomponent
20 dwars ten opzichte van het rotorblad. De wervelingen van de “synthetic jets” worden in hoofdzaak glad ten opzichte van de stroming uitgepuft. De wervelingen kunnen daarbij overigens wel een snelheidscomponent in langsrichting van het rotorblad bezitten.

 Bij voorkeur is de uitstroomrichting waarin het fluïdum uit de openingen wordt gedwongen in hoofdzaak evenwijdig aan de koorde. De openingen zijn in dit geval naar
25 achteren gericht, d.w.z. het uit de openingen uitgepufte fluïdum stroomt in hoofdzaak evenwijdig aan de stroming om het rotorblad. Dit is gunstig voor het verlagen van het achterrangeluid.

 In een uitvoeringsvorm zijn de openingen in de langsrichting van het rotorblad op afstand van elkaar zijn aangebracht. Bijvoorbeeld bevinden de openingen zich op in
30 hoofdzaak gelijke afstanden van elkaar. De afstand tussen telkens twee aangrenzende openingen is in dit geval in hoofdzaak gelijk. De openingen zijn hierdoor regelmatig en/of homogeen verdeeld in langsrichting van het rotorblad.

Het is volgens de uitvinding mogelijk, dat de afstand tussen de openingen in hoofdzaak overeenkomt met 0,1-5% van de koorde, zoals 0,5-2% van de koorde. De afstand tussen de openingen is zodanig, dat de “synthetic jets” uit de openingen elkaar beïnvloeden. Door interactie van de “synthetic jets” uit verschillende openingen wordt
5 een effectieve vermindering van het achterrangeluid bereikt.

In een uitvoeringsvorm van de uitvinding zijn de fluïdumverplaatsingsmiddelen uitgevoerd voor het afwisselend door de openingen naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum met een frequentie van 50-5000 Hz, zoals 50-500 Hz. De “synthetic jets” zijn bij deze frequenties bijzonder effectief voor het verminderen van achterrangeluid.

10 Het is volgens de uitvinding mogelijk dat de fluïdumverplaatsingsmiddelen regelbaar zijn afhankelijk van een signaal dat is waargenomen door een sensor. De fluïdumverplaatsingsmiddelen zijn regelbaar door een regeleenheid. De sensor en/of de regeleenheid kunnen zich binnen het rotorblad bevinden, maar ook daarbuiten zijn aangebracht.

15 In een bijzondere uitvoeringsvorm is elk rotorblad voorzien van een sensor, en zijn de fluïdumverplaatsingsmiddelen van elk rotorblad regelbaar afhankelijk van het signaal dat is waargenomen door de sensor van dat rotorblad. De rotorbladen bezitten elk een lokale sensor. Op basis van lokaal waargenomen grootheden worden de fluïdumverplaatsingsmiddelen van de respectievelijke rotorbladen bediend.

20 De regeleenheid kan de fluïdumverplaatsingsmiddelen op verschillende manieren aansturen. Bijvoorbeeld zijn de fluïdumverplaatsingsmiddelen inschakelbaar en uitschakelbaar. Ook kan de frequentie van de fluïdumverplaatsingsmiddelen worden geregeld.

De sensor kan zijn uitgevoerd voor het waarnemen van windsnelheid en/of
25 windrichting. Bij hoge windsnelheden komt het achterrangeluid niet uit boven het omgevingsgeluid van de wind. De “synthetic jets” kunnen dan worden uitgeschakeld. Ook is het achterrangeluid soms slechts hinderlijk bij bepaalde windrichtingen, bijvoorbeeld als zich rondom de windturbine slechts in een beperkt gebied bebouwing bevindt. Bij die windrichtingen is toepassing van “synthetic jets” dan bijzonder
30 geschikt.

In een uitvoeringsvorm heeft elk rotorblad een azimuthhoek die is bepaald door de hoek vanaf de omhoog gerichte verticaal tot dat rotorblad in rotatierichting beschouwd, en is de sensor uitgevoerd voor het waarnemen van de azimuthhoek, en is de

regeleenheid uitgevoerd voor het aanschakelen van de fluïdumverplaatsingsmiddelen bij een azimuthhoek tussen 0-180° en het uitschakelen van de fluïdumverplaatsingsmiddelen bij een azimuthhoek daarbuiten. De rotorbladen produceren het meeste geluid in het eerste en tweede kwadrant, d.w.z. als de rotorbladen naar beneden bewegen. In dat gebied kan de regeleenheid de fluïdumverplaatsingsmiddelen aanschakelen voor het genereren van “synthetic jets”, terwijl geen “synthetic jets” worden uitgepuft als de rotorbladen omhoog draaien.

In een uitvoeringsvorm is de regeleenheid uitgevoerd voor het bepalen van de frequentie van de fluïdumverplaatsingsmiddelen. Bijvoorbeeld omvat de regeleenheid een elektrische aansturing. De regeleenheid kan zijn uitgevoerd voor het opleggen van een vaste frequentie. Alternatief is de frequentie variabel en/of instelbaar door de regeleenheid, bijvoorbeeld op basis van een signaal van de sensor zoals hierboven aangegeven.

In een uitvoeringsvorm zijn de fluïdumverplaatsingsmiddelen uitgevoerd voor het naar buiten dwingen van fluïdum door een eerste groep van de openingen en tegelijkertijd naar binnen dwingen van fluïdum door een tweede groep van de openingen tijdens een eerste tijdsperiode, en het naar binnen dwingen van fluïdum door de eerste groep van de openingen en tegelijkertijd naar buiten dwingen van fluïdum door de tweede groep van de openingen tijdens een tweede tijdsperiode na de eerste tijdsperiode. Hierdoor kan de invloed van de “synthetic jets” op de stroming om het rotorblad nauwkeurig worden ingesteld.

De fluïdumverplaatsingsmiddelen kunnen op verschillende manieren zijn uitgevoerd. Bijvoorbeeld zijn de fluïdumverplaatsingsmiddelen voorzien van ten minste een fluïdumkamer, die is aangebracht binnen het rotorblad en verbonden met ten minste een opening, waarbij de fluïdumkamer is voorzien van middelen voor het veranderen van het volume van de fluïdumkamer voor het naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum door de daarmee verbonden opening. Daarbij is het mogelijk, dat meerdere fluïdumkamers zijn voorzien, die elk zijn verbonden met telkens een opening of meerdere openingen.

Bijvoorbeeld omvatten de middelen voor het veranderen van het volume van de fluïdumkamer een flexibel membraan. Elke fluïdumkamer is gevormd door een inwendige holle ruimte in het rotorblad. Elke fluïdumkamer heeft een volume, dat bijvoorbeeld is begrensd door de opening en het flexibele membraan. Het flexibele

membraan is bekrachtigbaar. Door het vervormen van het flexibele membraan naar de opening toe, d.w.z. naar buiten, wordt het volume gereduceerd. Hierbij wordt een hoeveelheid fluïdum uit de fluïdumkamer geduwd ter vorming van een werveling. Het fluïdum stroomt tijdens het uitpuffen “recht” uit de opening. Vervolgens wordt het flexibele membraan terugvervormd, zodat het volume van de fluïdumkamer toeneemt. Hierdoor ontstaat een onderdruk in de fluïdumkamer, zodat fluïdum wordt aangezogen van buiten de opening. Dit leidt tot een massastroom de fluïdumkamer in. Hierbij stroomt het fluïdum langs het oppervlak van het rotorblad naar de opening en buigt af naar binnen. De netto massastroomflux door de opening is gelijk aan nul. Vervolgens kan het flexibele membraan weer naar buiten bewegen voor het opwekken van een verdere werveling. De aaneenschakeling van wervelingen vormt een “synthetic jet”.

In plaats van het flexibele membraan kunnen de fluïdumverplaatsingsmiddelen een zuiger omvatten die heen en weer beweegbaar is in de fluïdumkamer voor het genereren van wervelingen. Andere uitvoeringsvormen voor het opwekken van “synthetic jets” zijn volgens de uitvinding ook mogelijk.

Het is volgens de uitvinding mogelijk dat een fluïdumkamer of meerdere fluïdumkamers zijn voorzien. Bijvoorbeeld zijn meerdere openingen aangesloten op een gemeenschappelijke langwerpige fluïdumkamer.

In een uitvoeringsvorm verdelen de middelen voor het veranderen van het volume van de fluïdumkamer, zoals het flexibel membraan of ander drijforgaan, de fluïdumkamer in twee deeltkamers, waarbij de eerste deeltkamer is verbonden met een eerste opening en de tweede deeltkamer is verbonden met een tweede opening. Tijdens het vervormen van het flexibele membraan in een richting, verkleint het volume van de eerste deeltkamer en vergroot het volume van de tweede deeltkamer. De eerste opening, die is verbonden met de eerste deeltkamer, stoot hierdoor een hoeveelheid fluïdum uit. Tegelijkertijd zuigt de tweede deeltkamer fluïdum via de tweede opening naar binnen. Als het flexibele membraan vervolgens in een tegenoverliggende richting wordt verplaatst, stroomt fluïdum door de eerste opening de eerste deeltkamer binnen, terwijl een werveling de tweede opening verlaat.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een rotor met een aantal rotorbladen, die elk een voorrand en een achterrاند bezitten. De uitvinding betreft verder een rotorblad met een voorrand en een achterrاند. Volgens de uitvinding is een reeks openingen voorzien, die zijn aangebracht nabij de achterrاند, alsmede

fluidumverplaatsingsmiddelen voor het afwisselend door die openingen naar buiten en naar binnen dwingen van fluidum.

De uitvinding zal thans slechts bij wijze van voorbeeld nader worden toegelicht aan de hand van de bijgaande tekening.

5 Figuur 1 toont een aanzicht in perspectief van een windturbine omvattende een rotor met een aantal rotorbladen volgens de uitvinding.

Figuur 2 toont een aanzicht in perspectief, gedeeltelijk in dwarsdoorsnede, van een rotorblad van de in figuur 1 getoonde windturbine.

10 Figuur 3 toont een gedeeltelijk opengewerkt bovenaanzicht van een tweede uitvoeringsvorm van een rotorblad volgens de uitvinding.

De in figuur 1 getoonde windturbine is in zijn geheel aangeduid met 1. De windturbine 1 is in dit uitvoeringsvoorbeeld op land aangebracht. De windturbine 1 omvat een mast 8 en een rotor 2, die draaibaar om een rotatiehartlijn 10 is verbonden met de mast 8.

15 De rotor 2 omvat een naaf 9 en een aantal rotorbladen 3,4,5. Hoewel de rotor 2 in dit uitvoeringsvoorbeeld drie rotorbladen heeft, kunnen meer of minder rotorbladen zijn voorzien. Elk rotorblad 3, 4, 5 heeft een worteleind en een tipeind. Het worteleind is bevestigd aan de naaf 9, terwijl het daar tegenoverliggende tipeind vrij is. Elk rotorblad 3,4,5 heeft een langsrichting die vanaf het worteleind naar het tipeind verloopt.

20 Elk rotorblad 3, 4, 5 omvat een voorrand 7 en een achterrاند 6, in rotatierichting van de rotor 2 beschouwd. Tijdens het ronddraaien van de rotor 2 produceren de achterranden 6 van de rotorbladen geluid. Het achterrاندgeluid ontstaat door reflectie van turbulentie in de grenslaag op de achterrاند 6 van elk rotorblad. De geluidsproductie neemt toe naarmate de turbulente grenslaag dikker is. Voor het
25 verminderen van het achterrاندgeluid heeft elk rotorblad 3, 4, 5 een reeks openingen 12, die in dit uitvoeringsvoorbeeld zijn aangebracht in de achterrاند 6. De openingen kunnen echter zijn aangebracht nabij de achterrاند 6 in het rotorbladoppervlak aan de lagedrukzijde en/of hogedrukzijde (niet weergegeven). Een combinatie met openingen in de achterrاند 6, zoals getoond in figuur 2, is ook mogelijk.

30 Uit de openingen 12 stromen “synthetic jets”, d.w.z. een aaneenschakeling van wervelingen. De wervelingen beïnvloeden de stroming om het rotorblad zodanig, dat de dikte van de turbulente grenslaag aan de achterrاند 6 van elk rotorblad 3, 4, 5 afneemt. Hierdoor reduceert de geluidsproductie van de achterrاند 6 tijdens het ronddraaien van

de rotor 2. Aangezien de stroming om het rotorblad verder nauwelijks verandert, blijft het geproduceerde vermogen van de windturbine in hoofdzaak gelijk.

De “synthetic jets” aan de achterraand 6 vormen derhalve geluidsreductiemiddelen voor het reduceren van het door het rotorblad veroorzaakte geluid tijdens het draaien van de rotor 2. Voor het opwekken van de “synthetic jets” omvatten de rotorbladen 3, 4, 5 fluïdumverplaatsingsmiddelen voor het afwisselend door de openingen 12 naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum.

De fluïdumverplaatsingsmiddelen omvatten in dit uitvoeringsvoorbeeld meerdere fluïdumkamers 15, die via telkens een kanaal 14 zijn verbonden met de openingen 12. Elke fluïdumkamer 15 is voorzien van een flexibel membraan 16, dat door een regeleenheid 17 vervormbaar is (zie de stippellijn en de streepjeslijn in figuur 2 en 3). De regeleenheid 17 brengt het flexibele membraan 16 in trilling. De trillingfrequentie ligt bijvoorbeeld tussen 50-300 Hz. Als het flexibele membraan 16 van een fluïdumkamer 15 naar de daarmee verbonden opening 12 beweegt, neemt het volume van de fluïdumkamer 15 af. Hierdoor wordt een hoeveelheid fluïdum uit die opening 12 gedreven. Dit resulteert in een kleine werveling bij de opening 12, die uitmondt aan de achterraand 6.

Na het uitpuffen van deze werveling verplaatst het flexibele membraan 16 zich van de opening 12 af. Het flexibele membraan 16 voert immers een trilling uit. Dit betekent dat het volume van de fluïdumkamer 15 toeneemt, en fluïdum van buiten het rotorblad wordt aangezogen door de opening 12. Hierdoor wordt het fluïdum in de fluïdumkamer 15 aangevuld, zodat de massastroomflux door de opening 12 in hoofdzaak gelijk is aan nul.

Vervolgens stuurt de regeleenheid 17 het flexibele membraan 16 weer in de richting van de opening 12 ter vorming van een verdere werveling. Door het trillen van het flexibele membraan 16 ontstaat een aaneenschakeling van wervelingen uit de openingen 12. De fluïdumverplaatsingsmiddelen bepalen de frequentie waarmee de wervelingen uit de opening 12 worden gepufl. Door interactie van de wervelingen vormt elke aaneenschakeling een “synthetic jet”. Het uit de opening 12 gedreven fluïdum omvat het fluïdum dat de rotorbladen 3, 4, 5 omgeeft, zoals lucht.

Zoals getoond in figuur 2 bevinden de openingen 12 zich op gelijke afstanden a van elkaar. De afstand a tussen de openingen is bijvoorbeeld ongeveer 1% of 1,5% van de koorde c, die is gedefinieerd door de afstand vanaf de voorrand 7 tot de achterraand

6. De “synthetic jets” uit aangrenzende openingen 12 beïnvloeden elkaar, zodat het achterrandgeluid effectief wordt tegengewerkt.

De openingen 12 zijn zodanig gericht, dat fluïdum tijdens het uitpuffen uit de fluïdumkamer 15 in hoofdzaak evenwijdig aan de koorde c in de stroming om het rotorblad vloeit. Dit is gunstig voor het instandhouden van het geproduceerde vermogen van de windturbine 1. Het fluïdum dat uit de openingen 12 stroomt kan echter een snelheidscomponent in langsrichting van het rotorblad bezitten. Het is zelfs mogelijk dat het fluïdum uit de openingen 12 enigszins omhoog of omlaag stroomt (niet weergegeven).

10 Figuur 3 toont een uitvoeringsvorm waarbij de fluïdumkamers 15 elk twee deelkamers 19,20 omvatten, die onderling zijn gescheiden door het flexibele membraan 16. Tijdens het uitvoeren van de trilling door de membranen 16, die wordt aangestuurd door de regeleenheid 17, wordt fluïdum vanuit de deelkamers 19 uit een eerste groep van openingen 12 geduwd en tegelijkertijd fluïdum van buiten het rotorblad via een
15 tweede groep van openingen 12 in de deelkamers 20 gezogen. Hierdoor is de frequentie van de wervelingen uit aangrenzende openingen 12 ten opzichte van elkaar verschoven.

De uitvinding is niet beperkt tot de in de figuren weergegeven uitvoeringsvoorbeelden. Bijvoorbeeld omvat elk rotorblad een of meer fluïdumkamers die zijn verbonden met telkens een opening of meerdere openingen. Ook kan het
20 flexibel membraan worden vervangen door elk drijforgaan voor het uitdrijven van fluïdum of middelen voor het veranderen van het volume van de fluïdumkamer, zoals een zuiger die beweegbaar is in de fluïdumkamer. Daarnaast heeft de uitvinding betrekking op elk aërodynamisch object dat roteert in een fluïdum en daarbij geluid produceert, zoals een rotorblad van een propellor, helikopter of straalmotor.

Conclusies

1. Windturbine (1) omvattende een rotor (2) met een aantal rotorbladen (3, 4, 5), die elk een voorrand (7) en een achterrاند (6) bezitten, met het kenmerk, dat ten minste
5 een rotorblad (3, 4, 5) is voorzien van een reeks openingen (12), die zijn aangebracht nabij de achterrاند (6), alsmede fluïdumverplaatsingsmiddelen voor het afwisselend door die openingen (12) naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum.

2. Windturbine volgens conclusie 1, waarbij het rotorblad (3, 4, 5) in
10 dwarsdoorsnede een koorde heeft, die zich uitstrekt tussen de voorrand (7) en de achterrاند (6).

3. Windturbine volgens conclusie 1 of 2, waarbij elke opening (12) is aangebracht in de achterrاند (6) of op een afstand van de achterrاند (6) die kleiner is dan 10 % van
15 de koorde.

4. Windturbine volgens conclusie 2 of 3, waarbij elke opening (12) is uitgevoerd voor het naar buiten dwingen van fluïdum in een uitstroomrichting die een component evenwijdig aan de koorde heeft.
20
5. Windturbine volgens conclusie 4, waarbij de uitstroomrichting in hoofdzaak evenwijdig aan de koorde verloopt.

6. Windturbine volgens een van de voorgaande conclusies, waarbij het rotorblad (3,
25 4, 5) een langsrichting heeft, en waarbij de openingen (12) in de langsrichting op afstand van elkaar zijn aangebracht.

7. Windturbine volgens conclusie 6, waarbij de openingen (12) zich op in hoofdzaak gelijke afstanden van elkaar bevinden.
30
8. Windturbine volgens conclusie 6 of 7 voor zover afhankelijk van conclusie 2, waarbij de afstand tussen de openingen (12) in hoofdzaak overeenkomt met 0,1-5% van de koorde, zoals 0,5-2% van de koorde.

9. Windturbine volgens een van de voorgaande conclusies, waarbij de
fluïdumverplaatsingsmiddelen zijn uitgevoerd voor het afwisselend door de openingen
(12) naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum met een frequentie van 50-
5 5000 Hz, zoals 50-500 Hz.
10. Windturbine volgens een van de voorgaande conclusies, waarbij de
fluïdumverplaatsingsmiddelen regelbaar zijn afhankelijk van een signaal dat is
waargenomen door een sensor.
- 10 11. Windturbine volgens conclusie 10, waarbij elk rotorblad (3, 4, 5) is voorzien van
een sensor, en waarbij de fluïdumverplaatsingsmiddelen van elk rotorblad (3, 4, 5)
regelbaar zijn afhankelijk van het signaal dat is waargenomen door de sensor van dat
rotorblad (3, 4, 5).
- 15 12. Windturbine volgens conclusie 10 of 11, waarbij de
fluïdumverplaatsingsmiddelen van elk rotorblad (3, 4, 5) inschakelbaar en
uitschakelbaar zijn.
- 20 13. Windturbine volgens een van de conclusies 10-12, waarbij de sensor is
uitgevoerd voor het waarnemen van windsnelheid en/of windrichting.
14. Windturbine volgens conclusie 11 of 12, waarbij elk rotorblad (3, 4, 5) een
azimuthhoek heeft die is bepaald door de hoek vanaf de verticaal tot dat rotorblad (3, 4,
25 5) in rotatierichting beschouwd, en waarbij de sensor is uitgevoerd voor het waarnemen
van de azimuthhoek, en de regeleenheid (17) is uitgevoerd voor het aanschakelen van de
fluïdumverplaatsingsmiddelen bij een azimuthhoek tussen 60-180° en het uitschakelen
van de fluïdumverplaatsingsmiddelen bij een azimuthhoek daarbuiten.
- 30 15. Windturbine volgens een van de voorgaande conclusies, waarbij de
fluïdumverplaatsingsmiddelen zijn uitgevoerd voor het naar buiten dwingen van
fluïdum door een eerste groep van de openingen (12) en tegelijkertijd naar binnen
dwingen van fluïdum door een tweede groep van de openingen (12) tijdens een eerste

tijdperiode, en het naar binnen dwingen van fluïdum door de eerste groep van de openingen (12) en tegelijkertijd naar buiten dwingen van fluïdum door de tweede groep van de openingen (12) tijdens een tweede tijdperiode na de eerste tijdperiode.

5 16. Windturbine volgens een van de voorgaande conclusies, waarbij de fluïdumverplaatsingsmiddelen zijn voorzien van ten minste een fluïdumkamer (15), die is aangebracht binnen het rotorblad (3, 4, 5) en verbonden met ten minste een opening (12), en waarbij de fluïdumkamer (15) is voorzien van middelen voor het veranderen van het volume van de fluïdumkamer (15) voor het naar buiten en naar binnen dwingen
10 van fluïdum door de daarmee verbonden opening (12).

17. Windturbine volgens conclusie 16, waarbij de middelen voor het veranderen van het volume van de fluïdumkamer (15) een flexibel membraan (16) omvatten.

15 18. Windturbine volgens conclusie 16 of 17, waarbij de middelen voor het veranderen van het volume van de fluïdumkamer (15) de fluïdumkamer (15) verdeelt in twee dealkamers (19,20), en waarbij de eerste dealkamer (19) is verbonden met een eerste opening (12) en de tweede dealkamer (20) is verbonden met een tweede opening (12).

20 19. Rotor met een aantal rotorbladen (3, 4, 5), die elk een voorrand (7) en een achterrاند (6) bezitten, met het kenmerk, dat ten minste een rotorblad (3, 4, 5) is voorzien van een reeks openingen (12), die zijn aangebracht nabij de achterrاند (6), alsmede fluïdumverplaatsingsmiddelen voor het afwisselend door die openingen (12)
25 naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum.

20. Rotorblad, omvattende een voorrand (7) en een achterrاند (6), met het kenmerk, dat het rotorblad (3, 4, 5) is voorzien van een reeks openingen (12), die zijn aangebracht nabij de achterrاند (6), alsmede fluïdumverplaatsingsmiddelen voor het
30 afwisselend door die openingen (12) naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum.

21. Werkwijze voor het bedienen van een windturbine volgens een van de conclusies 1-18.

22. Werkwijze volgens conclusie 21, waarbij een grootheid, zoals windsnelheid en/of windrichting, wordt waargenomen door een sensor, een signaal dat overeenkomt met die door de sensor waargenomen grootheid wordt overgedragen aan een regeleenheid, en de fluïdumverplaatsingsmiddelen worden geregeld door de regeleenheid afhankelijk van dat signaal.
- 5

Fig 1

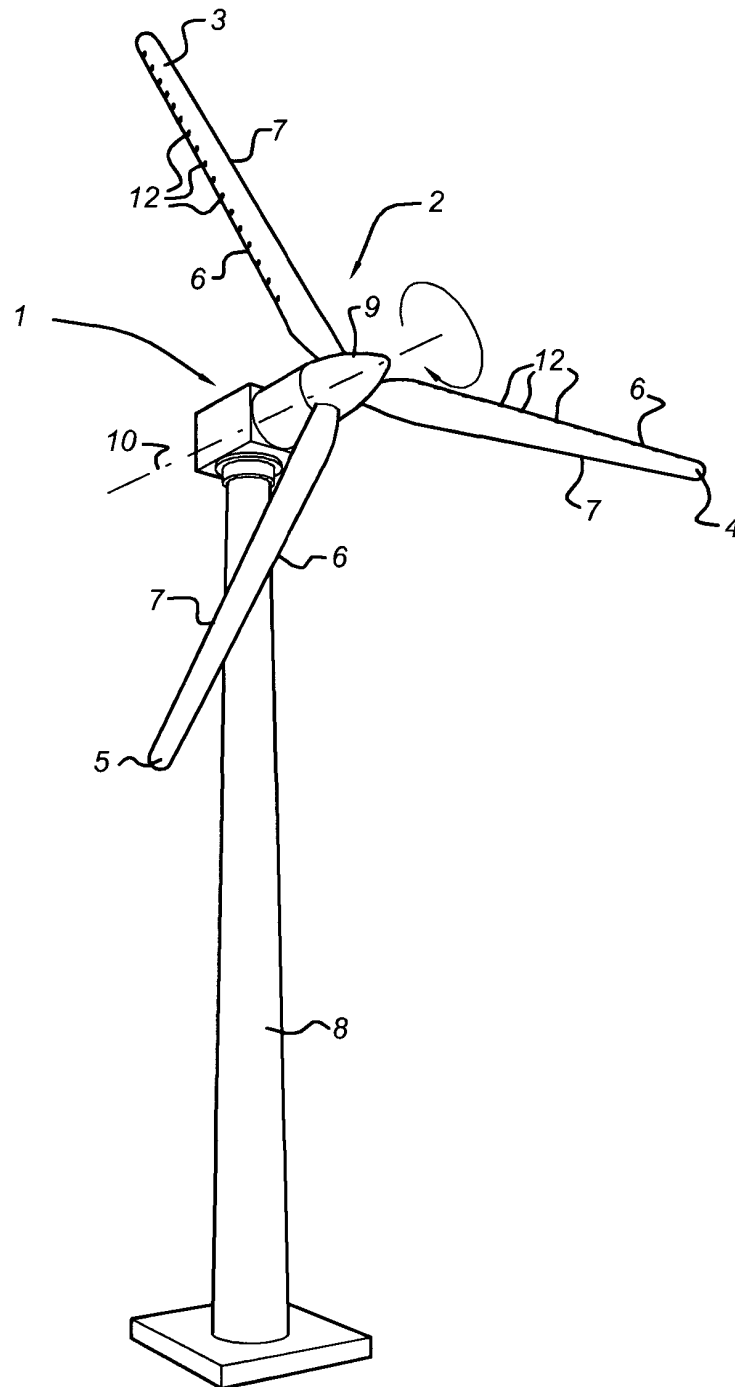


Fig 2

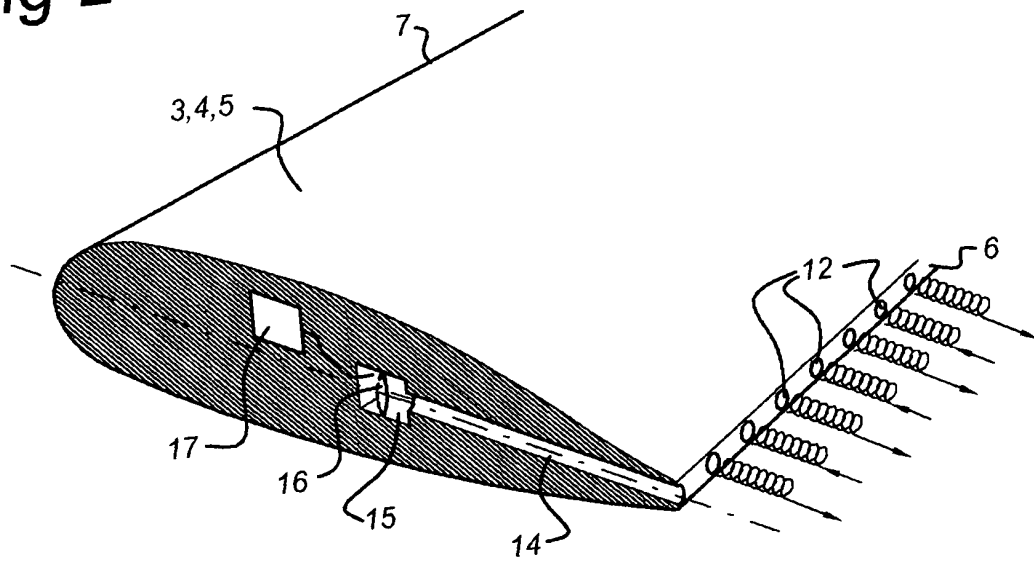
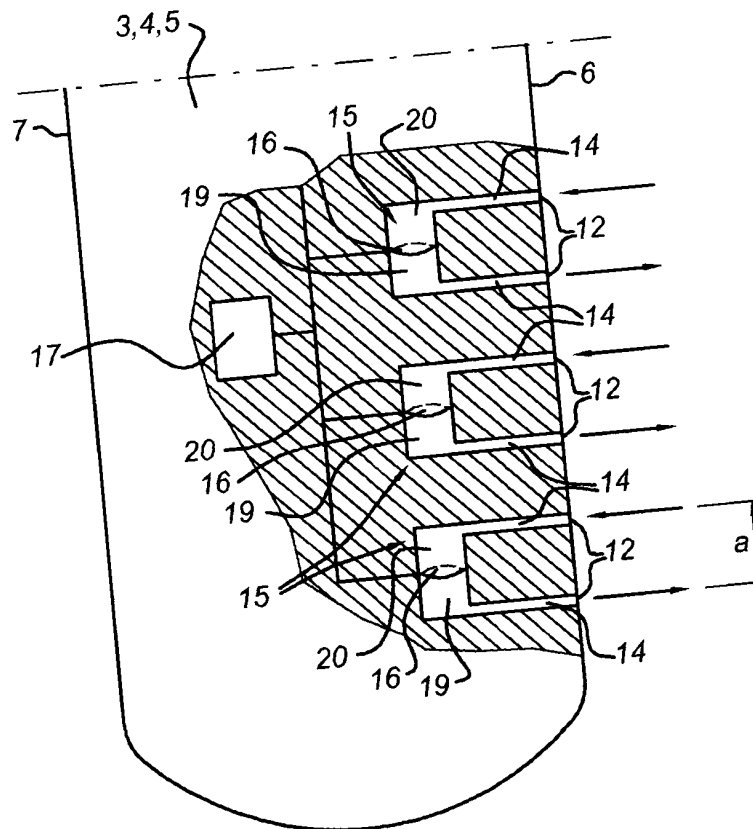


Fig 3



SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE		KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE	
		P6011701 NL	
Nederlands aanvraag nr.		Indieningsdatum	
2000821		17-08-2007	
		Ingeroepen voorrangsdatum	
Aanvrager (Naam)			
St. energieonderzoek Centrum Nederland			
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type		Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr.	
		SN 49202 NL	
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)			
Volgens de internationale classificatie (IPC)			
F03D1/06			
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK			
Onderzochte minimumdocumentatie			
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen		
IPC8	F03D	G10K	F01D F04D
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen			
III.	☐	GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)	
IV.	☐	GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)	

**RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

NL 2000821

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
INV. F03D1/06

Volgens de Internationale Classificatie van octroolen (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
F03D G10K F01D F04D

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)
EPO-Internal, WPI Data

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	WO 00/50778 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]; MILLER ROBIN MIHEKUN [US]; TUNKEL ROMAN) 31 augustus 2000 (2000-08-31) bladzijde 4, regel 2 - bladzijde 5, regel 14 bladzijde 7, regel 24 - bladzijde 9, regel 18 figuren 8-13	1-13, 15-22
A	EP 1 674 723 A (GEN ELECTRIC [US]) 28 juni 2006 (2006-06-28) kolom 4, regels 9-26 kolom 7, regel 20 - kolom 8, regel 22 figuren 1-3 ----- -/--	1-13, 16, 19-21

☒ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C. ☒ Leden van dezelfde octroofamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

A niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft

D in de octroolaanvraag vermeld

E eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven

L om andere redenen vermelde literatuur

O niet-schriftelijke stand van de techniek

P tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

T na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octroolaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding

X de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur

Y de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht

G lid van dezelfde octroofamilie of overeenkomstige octrooi-publicatie

Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid

12 Juni 2008

Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Gebker, Ulrich

ONDERZOEKSAFPORT BETREFFENDE HET
**RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
 VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
 de stand van de techniek
NL 2000821

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN		
Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	US 2006/088421 A1 (SHCHUKIN ILIYA L [RU] ET AL SHCHUKIN ILIYA LVOVICH [RU] ET AL) 27 april 2006 (2006-04-27) samenvatting bladzijde 1, alinea 4-10 bladzijde 2, alinea 24 figuren 1-3 -----	1-5, 19-21
A	JP 2003 254226 A (EBARA CORP) 10 september 2003 (2003-09-10) samenvatting figuren 1-3,12 -----	1-13,16, 19-21
A	EP 1 780 408 A (GEN ELECTRIC [US]) 2 mei 2007 (2007-05-02) samenvatting kolom 1, regels 3-37 kolom 3, regels 32-37 kolom 4, regels 40-45 figuren 1-5 -----	1-13,16, 19-21
A	WO 00/55036 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]; MCCORMICK DUANE C [US]; GYSLING DANIEL) 21 september 2000 (2000-09-21) bladzijde 1, regels 18-30 bladzijde 5, regel 3 - bladzijde 8, regel 3 bladzijde 15, regels 1-26 figuren 8-11 -----	1-12, 15-22
A	US 6 004 095 A (WAITZ IAN A [US] ET AL) 21 december 1999 (1999-12-21) samenvatting; figuur 7 -----	1-12, 19-21
A	GODARD ET AL: "Control of a decelerating boundary layer. Part 2: Optimization of slotted jets vortex generators" AEROSPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY, EDITIONS SCIENTIFIQUES ET MEDICALES ELSEVIER, deel 10, nr. 5, 1 juli 2006 (2006-07-01), bladzijden 394-400, XP005545739 ISSN: 1270-9638 alinea's [03.2], [0004] figuur 12 -----	1,21

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**
Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

NL 2000821

In het rapport genoemd octrooi geschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
WO 0050778	A	31-08-2000	
		AU 3707700 A	14-09-2000
		CA 2364319 A1	31-08-2000
		DE 60004492 D1	18-09-2003
		DE 60004492 T2	09-06-2004
		EP 1159534 A1	05-12-2001
		JP 2002538378 T	12-11-2002
		US 6109566 A	29-08-2000
EP 1674723	A	28-06-2006	
		CA 2530196 A1	23-06-2006
		CN 1793643 A	28-06-2006
		JP 2006177354 A	06-07-2006
		MX PA05013934 A	10-07-2006
		US 2006140760 A1	29-06-2006
US 2006088421	A1	27-04-2006	
		AU 2003298976 A1	22-07-2004
		WO 2004059162 A1	15-07-2004
		RU 2218477 C1	10-12-2003
JP 2003254226	A	10-09-2003	
		GEEN	
EP 1780408	A	02-05-2007	
		BR PI0604707 A	28-08-2007
		CN 1955459 A	02-05-2007
		US 2007098552 A1	03-05-2007
WO 0055036	A	21-09-2000	
		AU 5865200 A	04-10-2000
		CA 2361824 A1	21-09-2000
		DE 60011235 D1	08-07-2004
		DE 60011235 T2	23-06-2005
		EP 1156962 A2	28-11-2001
		JP 2002539035 T	19-11-2002
		US 6390418 B1	21-05-2002
US 6004095	A	21-12-1999	
		GEEN	



OCTROOICENTRUM NEDERLAND

WRITTEN OPINION

File No. SN49202	Filing date (day/month/year) 17.08.2007	Priority date (day/month/year)	Application No. NL2000821
International Patent Classification (IPC) INV. F03D1/06			
Applicant Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland te Pe			

This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the application
- ☒ Box No. VIII Certain observations on the application

	Examiner Gebker, Ulrich
--	----------------------------

WRITTEN OPINION

Application number

NL2000821

Box No. I Basis of this opinion

1. This opinion has been established on the basis of the latest set of claims filed before the start of the search.
2. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:
 - a. type of material:
 - ☐ a sequence listing
 - ☐ table(s) related to the sequence listing
 - b. format of material:
 - ☐ on paper
 - ☐ in electronic form
 - c. time of filing/furnishing:
 - ☐ contained in the application as filed.
 - ☐ filed together with the application in electronic form.
 - ☐ furnished subsequently for the purposes of search.
3. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
4. Additional comments:

Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty	Yes: Claims	1-18, 21, 22
	No: Claims	19,20
Inventive step	Yes: Claims	14
	No: Claims	1-13, 15-22
Industrial applicability	Yes: Claims	1-22
	No: Claims	

2. Citations and explanations

see separate sheet

WRITTEN OPINION

Application number

NL2000821

Box No. VIII Certain observations on the application

see separate sheet

Re Item V

Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Reference is made to the following document:

D1: WO 00/50778 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]; MILLER ROBIN MIHEKUN [US]; TUNKEL ROMAN) 31 augustus 2000 (2000-08-31)

2. The present application does not meet the criteria of patentability, because the subject-matter of claim 1 does not involve an inventive step.

2.1 The document D1 is regarded as being the closest prior art to the subject-matter of claim 1, and discloses in the embodiment discussed on page 8, line 32 - page 9 line 7 and the figures 12 and 13 (the references in parentheses applying to this document):

"een windturbine omvattende een rotor met een aantal rotorbladen, die elk een voorrand en een achterrاند bezitten. Ten minste een rotorblad is voorzien van een reeks openingen (80, 81), alsmede fluïdumverplaatsingsmiddelen (86) voor het afwisselend door die openingen naar buiten en naar binnen dwingen van fluïdum."

2.2 The subject-matter of claim 1 therefore differs from this known windturbine in that: "een reeks openingen zijn aangebracht nabij de achterrاند."

2.3 The problem to be solved by the present invention may therefore be regarded as how to reduce the noise induced by the trailing edge wake of an aerofoil of a wind turbine.

2.4 The solution proposed in claim 1 of the present application cannot be considered as involving an inventive step for the following reasons.

The feature of applying the synthetic jet close to the trailing edge is described in the same document D1 in a different embodiment as providing the same advantages as in the present application (figures 8-10 and page 8 lines 7-31, especially lines 28-31). The skilled person would therefore regard it as a normal design option to include this feature in the windturbine described in document D1 in the first mentioned embodiment in order to solve the problem posed.

2.5 The same reasoning applies, mutatis mutandis, to the subject-matter of the

corresponding independent claim 21, which therefore is also considered not inventive.

3. Furthermore the subject matter of independently formulated claims 19 and 20 is not new, because the subject matter of claims 19 and 20 is disclosed in document D1 (see figure 8).

4. Dependent claims 2-13, 15-18 and 22 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer, meet the requirements of inventive step, see document D1 and the corresponding passages cited in the search report.

4.1 The features of dependent claims 2-6 and 15-18 are described in document D1. Therefore the subject matter of claims 2-6 and 15-18 lack of an inventive step as well as claim 1.

4.2 The technical features of dependent claims 7-13 and 22 are each merely one of several straightforward possibilities from which the skilled person would select, in accordance with circumstances, without the exercise of inventive skill, in order to solve the problem posed. Therefore the subject matter of claims 7-13 and 22 lacks of an inventive step.

5. The subject matter of the present application is industrially applicable in the field of wind turbines.

Re Item VIII

Certain observations on the application

6. The relative term "nabij de achterrand" used in claim 1 has no well-recognised meaning and leaves the reader in doubt as to the meaning of the technical feature to which it refers, thereby rendering the definition of the subject-matter of said claim 1 unclear. For the purpose of this communication (especially the reasoning in paragraph 2.1 and 2.2 of this communication) the relative term "nabij de achterrand" has been interpreted as "op en afstand van de achterrand die kleiner is dan 10% van de koorde".

7. Although claims 1, 19 and 20 have been drafted as separate independent claims, they appear to relate effectively to each other. It seems that claim 19 contains all the technical features of claim 20. Furthermore claim 1 contains all the technical features of claim 19.

Therefore, according to the definition of a dependent claim, claim 19 is dependent on claim 20; and claim 1 is dependent on claim 19.