



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **330607**

(13) **B1**

NORGE

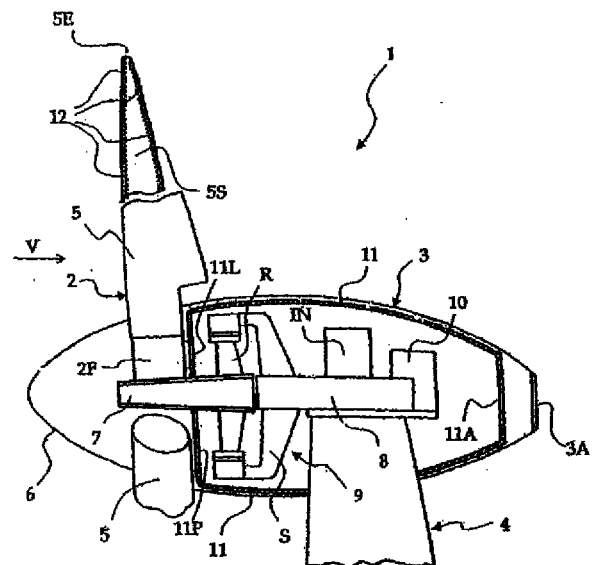
(51) Int Cl.
F03D 11/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20051832	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2003.10.16 PCT/IB2003/04551
(22)	Inng.dag	2005.04.15	(85)	Videreføringsdag	2005.04.15
(24)	Løpedag	2003.10.16	(30)	Prioritet	2002.10.17, IT, TO02A000908
(41)	Alm.tilgj	2005.06.02			
(45)	Meddelt	2011.05.23			
(73)	Innehaver	Lorenzo Battisti, Via 3 Novembre No.63, IT-38100 TRENTO, Italia			
(72)	Oppfinner	Lorenzo Battisti, Via 3 Novembre No.63, IT-38100 TRENTO, Italia			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Antiisingsystem for vindturbiner
(56)	Anførte publikasjoner	DE 19802574 A1, DE 842330 C
(57)	Sammendrag	

Vindenergikonverteringssystem (VEKS i det følgende) for å produsere elektrisk energi, omfattende et arrangement for avising og antiising, og en fremgangsmåte for å hindre og eliminere isdannelse på bladene av rotoren i en VEKS er gjenstanden for den foreliggende oppfinnelsen. Et slikt VEKS (1; 1'; 1''; 1''') er av typen som omfatter: - et tårn (4; 4') innrettet til å holde og fastholde VEKS (1; 1'; 1''; 1''') på bakken eller et fundament, - en kapsling (3) som befinner seg på tårnet (4; 4'), til hvilken er tilknyttet første midler (9, 1N, 10; TR) for å omdanne den roterende bevegelsen til en rotor for å danne elektrisk energi som kan tilføres et strømnett og for styring og drift av eventuelle elektriske anordninger i VEKS (1), - en rotor (2) tilknyttet kapslingen (3) slik at den kan rotere i forhold til kapslingen (3), idet rotoren (2) omfatter flere blader (5) og kan rotere på grunn av vinden (V) som treffer bladene (5), idet VEKS (1; 1'; 1''; 1''') innvendig omfatter andre midler (2E, 19, 21) for strømning av et fluid (F; F'; F''; F''') inne i rom (14, 15) avgrenset i det indre av bladene (5) på rotoren (2). Oppfinnelsen kjennetegnes ved at bladene (5) på rotoren omfatter, på i det minste en del av en ytterflate (5S), åpninger (12) som er i forbindelse med fluidet i rommene (14, 15) inne i bladene (5) og er innrettet til å bevirke en utdrivning av i det minste en del av fluidet (F; F'; F''; F''') til utsiden av bladene (5), for å samvirke termodynamisk med vinden (V) som treffer i det minste den nevnte del av overflaten (5S) ved åpningene (12), og/eller med vann og is som eventuelt befinner seg på ytterflaten (5S) til bladet (5).



Foreliggende oppfinnelse angår et avisings- og anti-isingsarrangement som anvendes i vindenergi-konverteringssystemer (i det følgende kalt VEKS), et vindenergi-konverteringssystem (VEKS) som omfatter avisings- og anti-isingsarrangementet og en fremgangsmåte for å hindre og unngå isdannelse på rotorblader i vindturbiner i vindenergi-konverteringssystemer (VEKS). Nærmere bestemt foreslås et system for å hindre og/eller eliminere isdannelse på rotorbladene til et VEKS når systemet arbeider under bestemte klimatiske og miljømessige forhold.

Isdannelse på et vingeprofil, og nærmere bestemt på rotorbladene til en vindturbin, har alvorlig innvirkning på komponentenes fluiddynamiske egenskaper. Særlig endres i stor grad strømnings- og trykkforholdene både når det gjelder det enkelte profil og bladet som helhet med sin tredimensjonale form, og derfor trykkfordelingen langs de relevante flater. Det er ofte meget vanskelig å forutse hvordan slike faktorer vil endres med avsetningen av is på flatene. En følge er at bladet under drift utsettes for forskjellige bøye- og torsjonsspenninger i forhold til de forutsatte tilstander, foruten en betydelig minskning av vindturbinens generelle aerodynamiske virkningsgrad.

Effekten som dannes av VEKS-rotoren når det er is på rotorbladene er mye mindre enn den som dannes uten ising. Dessuten oppstår det betydelige problem at bladet på grunn av den økede og ulike massefordeling som bevirkes av isen som befinner seg langs de relevante flater, fullstendig har endret den statiske og dynamiske oppførsel i forhold til de forutsatte betingelser.

Under slike driftstilstander foreligger dessuten et ikke neglisjerbart problem knyttet til sikkerheten ved VEKS, både når det gjelder sikkerheten for personer og gjenstander som befinner seg nær systemet, og muligheten for at selve systemet svikter og bryter sammen. Dersom bladene arbeider med is på flatene kan det på en helt uforutsigbar måte inntreffe at isstykker løsner fra bladene.

Denne hendelse kan bevirke følgende:

- 1) gjenstander eller personer rundt systemet treffes av slike isstykker,
- 2) det oppstår plutselige og neppe forutsigbare konstruktive påkjenninger, hovedsakelig av aeroelastisk natur, dersom vindturbinrotoren er i drift.

På grunn av de store dimensjoner på den siste generasjon VEKS, der rotorene kan være nitti meter i diameter og tårnene kan rage ett hundre meter i høyden, kan uforutsigbart store ismasser plutselig løsne som kuler fra bladene og bevirke betydelig skade på omgivelsene når forholdene tilsier at is kan løsne. De tilhørende følger, også

av rettslig type, av en slik hendelse som slettes ikke er usannsynlig, vil enkelt kunne innses.

Når det gjelder punkt 2) er dette absolutt ikke et lite problem. Når et VEKS er i drift,
 5 kan vibrasjonene av aeroelastisk natur danne betydelige konstruktive spenninger både i de enkelte blader og i systemet som helhet. Fenomener med strukturell resonans kan inntreffe, med svikt i bladene (når det gjelder et ikke enkelt forutsigbart vibrasjonsfenomen når trykkfordelingen på bladoverflaten kan være meget forskjellig fra den som er forutsatt) og systemet som helhet (broer som brøt sammen ved begynnelsen
 10 av det tyvende århundre på grunn av vindkast er velkjent fra litteraturen).

De nevnte grunner gjør at VEKS'et stanses når det oppdages is på bladene. Slik stans kan ha mer eller mindre lang varighet, avhengig av hvor alvorlig problemet er. Dersom isen ikke kan fjernes ved hjelp av tilgjengelige avisingsanordninger, er følgen at
 15 systemet bare kan benyttes i et begrenset antall dager i året, når de er montert i særlig kritiske områder med hensyn til isdannelse. Foreliggende estimer indikerer et tap av elektrisk energi på omtrent 20-50% av normal årsproduksjon fra et kontinuerlig arbeidende system.

20 Det er i dag kjent flere løsninger som et forsøk på å løse det alvorlige problemet med isdannelse på blader i et VEKS. Systemene som anvendes på dette område følger hovedsakelig tre driftsprinsipper:

- I) anvendelse av fôringer på bladoverflatene som absorberer varmestråling fra solen,
- 25 II) lokal oppvarming av bladoverflatene som utsettes for isdannelse,
- III) varmluftsirkulering inne i bladene, for å overføre varme til den ytre bladoverflate som utsettes for isdannelse, ved hjelp av indre varmeledning.

Det er innlysende at systemene av den første type bare virker når det er solskinn, og
 30 derfor bare om dagen og under klimatiske forhold med god solbestråling. Men fordi de mest kritiske driftstilstander oppstår i løpet av natten når det gjelder isdannelse, er slike systemer uten virkning når de trengs mest.

Systemene i punkt II) benytter generiske ark av et materiale med elektrisk motstand
 35 eller som er varmeledende, og som er innleiret i bladoverflaten og oppvarmet for joule-effekt. Slike ark oppvarmes elektrisk og utgjør ved fremstillingen ekstra og elektrisk ledende masser påført tynne lag i bladet, særlig i de områder som utsettes for ising.

De nevnte typer systemer kan synes egnet for formålet, nemlig at de angår både å hindre isdannelse under drift av et VEKS og for å fjerne isen som dannes på bladene, for eksempel ved stans av systemet. De oppviser imidlertid slike ulemper at disse typer løsninger hittil bare har vært benyttet i noen meget få systemer, nesten alle for eksperiment-formål.

For å arbeide effektivt må avisings- og anti-isingsarrangementene av type II) først og fremst ha en ganske komplisert mekanisme for kontroll og styring av isdannelse. Disse mekanismer benytter følere for isdannelse, programvare for kontroll og styring for å styre tilførselen av elektrisk energi til de områder der det er fare for isdannelse. Kom-
10 pleksiteten, omkostningene, påliteligheten og vedlikeholdsproblemene for VEKS'et blir betydelige.

Dessuten utgjør den nødvendige elektriske energi for oppvarming av platene ved hjelp av joule-effekten en absolutt ikke neglisjerbar andel av den samlede energi som
15 produseres av VEKS'et, og under bestemte forhold kan den til og med oppta slike mengder elektrisk energi som er meget nær den som produseres. Resultatet er derfor at systemets faktiske virkningsgrad blir drastisk redusert, med et utilfredsstillende utbytte under kritiske driftstilstander.

20 En annen ulempe er at når VEKS'et går på tomgang, ved at rotoren er i bevegelse uten å produsere elektrisk energi, må den elektriske energi som trengs for å hindre eller eliminere isdannelse tas fra elektrisitetsnettet, og systemet gir ikke noe utbytte under slike forhold.

25 Dessuten slites de varmeledende plater som er limt til bladoverflaten veldig lett, og de krever ofte vedlikeholdsarbeid og minsker muligheten for at maskinen kan generere elektrisk energi. Platene som hovedsakelig er laget av metallisk materiale, er også utsatt for atmosfærisk lyn. Boltene kan alvorlig skade ikke bare arrangementet for
30 avising og anti-ising, men også de elektriske anordninger og maskiner, og i noen tilfeller bevirke svikt i rotoren som boltene rager ut fra.

Når platene tilføres mye elektrisk energi dannes det meget sterke elektrostatiske, roterende felter, med forurensning og uønskede elektromagnetiske støyvirkninger
35 rundt VEKS'et.

En annen ikke neglisjerbar ulempe ved disse løsninger er at enhver garanti som gis av produsenten av vindturbinen går tapt i det øyeblikk et slikt arrangement for avising og anti-ising anbringes i bladstrukturen og enhver forstyrrende anordning i bladstrukturen.

Dessuten, ettersom det har blitt fastslått eksperimentelt at isen under bestemte miljømessige og klimatiske forhold, kan bygge seg opp hvor som helst på bladoverflaten, bør bladet være nesten fullstendig dekket av varmeledende plater.

- 5 Omkostningene ved fremstilling og vedlikehold kommer derfor opp på uakseptable nivåer, hvilket sammen med en ikke særlig høy samlet virkningsgrad for systemet, ikke gjør dette lønnsomt.

Når det gjelder systemene av type III) foreligger det patentdokumentasjon som viser
 10 anordninger for sirkulasjon av oppvarmet luft inne i bladelementet, for å varme opp dette og også den ytre overflate ved hjelp av indre varmeledning i materialet som danner bladelementet. Et eksempel er DE-patent nr. 196 21 485, og det kan henvises til teksten i dette for beskrivelse av detaljene ved den relevante løsning.

- 15 Ifølge patentet benyttes resirkulering av innvendig luft for hvert blad, styrt av en vifte, og luften oppvarmes ved hjelp av elektriske motstandselementer. Alle komponentene befinner seg i rotorens nav. Nærmere bestemt er det anordnet to rør som leder den oppvarmede luft i det fremre parti av bladet, mens et rør leder denne ut av det bakre parti av bladet for å muliggjøre den innvendige resirkulering av luften.

20

Denne løsning viser særtrekket med små utløpshull i den ytre ende av bladet, for å hindre ansamling av kondensert vann der strømmen blir kaldere fordi den er fjernere fra varmegeneratoren. Den ytre ende av bladet er det punkt hvor isdannelse er mest sannsynlig. For å føre så mye varme som mulig til denne ende kan det inne i bladet,
 25 nær den fremre kant, anordnes en kontinuerlig understøttelse av varmeledende materiale, f.eks. aluminium. Denne løsning bidrar til å danne en effektiv varmebro for oppvarmingen, idet rotorbladet generelt er laget av et komposittmateriale med lav varmeledningsevne, for eksempel harpiks og glass.

- 30 Dette systemet oppviser følgende ulemper. Den første er at med bladenes faktiske dimensjoner, idet tykkelsen av disse på noen steder kan komme opp i 60 mm, er det nødvendig å tilføre mye varmeenergi til den sirkulerende luft inne i bladet, for effektivt å varme opp hele bladelementet, inkludert den relevante ytterflate. Forutsatt at det lykkes å tilføre og overføre all den nødvendige energi for å oppnå anti-isingsvirkningen,
 35 vil en vindturbin som er utstyrt med et slikt system oppvise en meget lav virkningsgrad når det er fare for ising. Dette skyldes at for å oppvarme overflaten av bladet må hele bladmassen oppvarmes, og dette medfører at en betydelig mengde elektrisk energi må omdannes til varme.

Det er også kjent at bruken av vifter inne i roterende elementer sterkt frarådes av vifteprodusenter, fordi det er høy sannsynlighet for svikt og sammenbrudd på grunn av virkningen av Coriolis-krefter på de roterende deler av viften.

- 5 For å oppsummere kan den beskrevne løsning med tvungen luftsirkulasjon bare benyttes når systemet er stanset, med alle de resulterende logistiske begrensninger som enkelt kan innses.

Dokumentene DE 842 330 og DE 198 02 574 illustrerer vindturbin-anti-isingsarrange-
10 menter for et vindturbinssystem, der hvert vindturbinblad er utformet med en åpning i arbeidsflaten, beliggende fortrinnsvis ved endepartiet av bladet, i forbindelse med en luftstrøm som strømmer inn i bladene og oppvarmes av innkapslede strømgeneratorer og motordeler. Åpningene i bladet er plassert og utformet for å muliggjøre at den oppvarmede luftstrøm inne i bladet kontinuerlig strømmer inn i bladet ved sentrifugal-
15 virkninger, for å utveksle varme med de indre deler av bladet og derved varme opp bladet.

DE-bruksmønster nr. 200 14 238 U1 er også kjent. I dette dokumentet sirkuleres luften inne i bladelementet på den måte at luften oppvarmes ved hjelp av avgitt varme
20 fra de elektriske anordninger som inneholdes i vindturbinens kapsling. Det anvendes et ventilasjonssystem som kan være i drift også når rotoren er i drift, ettersom viften for den tvungne luftsirkulasjon befinner seg i arrangementets kapsling. Det er videre anordnet et kontinuerlig oppvarmet luftfordelingssystem inne i hvert av bladene.

- 25 Utførelseseksemplet medfører den ulempen at det er ganske komplisert og vanskelig å utføre, fordi det benytter mellomfluider for å oppnå varmevekslingen mellom den avgitte varme fra de elektriske anordninger og den sirkulerende luft inne i bladet.

Dessuten har det også den samme ulempe som påvist i det ovenfor angitte DE-patent
30 nr. 196 21 485, nemlig at den betydelige tykkelse til bladet som er dannet av dårlig ledende materialer, ikke sikrer en effektiv oppvarming av bladenes overflater.

Videre er varmen som tilføres ved hjelp av den tvungne sirkulasjon av fluidstrømmen inne i de elektriske anordninger ikke tilstrekkelig til å unngå problemet med isdannelse
35 under særlig kritiske miljømessige forhold. For dette må det alltid tilføres en passende mengde varme, typisk oppnådd ved hjelp av joule-effekten.

Det skal understrekes at det er den dårlige varmeledningsevne til materialet som danner bladet, som i stor grad hindrer effektiv varmeveksling mellom fluidstrømmen

og bladelementet. Selv om bladet kompliseres med innsetting av varmeledende metalliske deler, som skal nå den ytre ende av dette, ser arrangementet ut til å ha dårlig effektivitet. Effektiviteten øker imidlertid dersom en stor mengde elektrisk energi tas fra strømmettet for å varme opp vindturbiners bladelementer, med den ulempen at et VEKS' samlede virkningsgrad blir liten under kritiske driftsforhold.

Oppsummert er det den type varmeoverføring som er valgt i løsningene ifølge de nevnte patenter, nemlig indre varmekonveksjon fra bladelementene til ytterflaten, som viser seg å utgjøre hovedbegrensningen for effektiviteten ved avising og antiising.

Denne type løsning fører til bruk av en stor mengde varmeenergi for formålet og ikke til å sende varme bare til de særskilte overflateområder av bladet som utsettes for is. Endeområdet av bladet, som er mest utsatt for isdannelse, er nettopp det område som den innvendige luftstrøm kommer frem til med lavest temperatur, idet varmen allerede er avgitt til områdene nær roten av bladet.

15

Et formål for foreliggende oppfinnelse er å unngå de ovenfor nevnte ulemper ved den kjente teknikk, og å komme frem til et betydelig forbedret arrangement for avising og antiising som kan benyttes i VEKS'er.

Innen denne ramme er det et formål for foreliggende oppfinnelse å komme frem til et enkelt og pålitelig arrangement for avising og antiising som trenger mindre vedlikeholdsarbeid og medfører minskede omkostninger for fremstilling og implementering.

Et annet formål for foreliggende oppfinnelse er i betydelig grad å øke det antall dager i et år som VEKS'et kan arbeide kontinuerlig i forhold til hva som skjer i systemene som benytter de kjente løsninger. Med arrangementet for avising og antiising i henhold til foreliggende oppfinnelse kan man fullstendig unngå stans som utelukkende skyldes faren for ising eller faktisk isdannelse på bladene.

Et annet formål er å sikre en høy virkningsgrad for VEKS'et også under særlig kritiske driftstilstander for isdannelse og å unngå behovet for å stanse systemet.

Et annet formål med arrangementet for avising og antiising i henhold til foreliggende oppfinnelse er at det skal oppvise anti-isingegenskaper også når rotoren går på tomgang, dvs. når den elektriske generatoren ikke produserer elektrisk energi. Et slikt system kan unngå bruken av en ytre kilde for elektrisk energi, for eksempel elektrisk strøm som tas fra strømmettet.

Et annet formål er å forenkle vedlikeholdsarbeidet på de enkelte rotorblader, særlig rengjøring av overflatene. Et problem i forbindelse med driften av vindturbiner er avsetninger av organiske og uorganiske stoffer i fluidstrømmen som treffer bladet, og som særlig samler seg på områdene som tilsvarer kanten av bladprofilen og endrer
 5 dets fluiddynamiske egenskaper.

Et annet formål er å minske nivået av lydavgivelse som skyldes vindturbinbladenes rotasjon.

10 Et annet formål er å unngå eller minske opphopningen av faste sedimenter på bladene.

For å oppnå disse formål er gjenstanden for foreliggende oppfinnelse et vindenergi-konverteringssystem (VEKS) for produksjon av elektrisk energi, som omfatter et arrangement for avising og antiising, og en fremgangsmåte for å hindre og eliminere
 15 isdannelse på rotorbladene i et vindenergi-konverteringssystem, og som har de særtrekk som er angitt i de etterfølgende patentkrav.

Andre formål, kjennetegn og fordeler ved foreliggende oppfinnelse vil fremgå av den etterfølgende, detaljerte beskrivelse og de vedføyde tegninger, som bare angir
 20 forklarende og ikke begrensende eksempler, og på hvilke:

- Fig. 1 viser skjematisk, sett fra siden og delvis i snitt, en vindturbin i et VEKS i henhold til foreliggende oppfinnelse,
- fig. 2 viser i perspektiv en del av systemet i fig. 1, og nærmere bestemt en del av et blad i en vindturbin,
- 25 fig. 3 viser et todimensjonalt snitt av detaljene i fig. 2,
- fig. 4 viser snitt gjennom mulige utførelser av en del av detaljene i fig. 2,
- fig. 5 viser skjematisk en fremgangsmåte for utførelse av detaljene i fig. 2,
- fig. 6 viser detaljene i fig. 4,
- fig. 7 og 12 viser, sett fra siden og delvis i snitt og skjematisk, en annen detalj ved
 30 vindturbinen i fig. 1 og en variant av denne,
- fig. 8 viser den samme avbildning som fig. 1 og omfatter detaljer ved oppførselen av bladene i et VEKS,
- fig. 9 viser skjematisk oppførselen av bladene i en variant av hele VEKS'et i henhold til foreliggende oppfinnelse,
- 35 fig. 10 og 14 viser en andre og tredje variant av en mulig utførelse av VEKS'et i henhold til oppfinnelsen, vist skjematisk og delvis i snitt,
- fig. 11 viser en frontprojeksjon av noen mulige utførelser av en detalj ved VEKS'et vist i fig. 10, og
- fig. 13 viser en planprojeksjon av en del av detaljen av VEKS'et vist i fig. 12.

Fig. 1 viser skjematisk et VEKS for å produsere elektrisk energi, angitt som helhet med 1, og som treffes av en strøm eller vind, idet pilen er angitt som V. Systemet omfatter kjente konstruktive elementer, slik som en rotor, angitt som helhet med 2, en kapsling 3 og et tårn 4. Tårnet 4 står på bakken eller på bunnen der systemet er montert.

- 5 Kapslingen 3, som befinner seg på tårnet 4, er orientert i avhengighet av vinden ved hjelp av kjente anordninger og arrangementer, som av hensyn til enkelhet ikke er vist.

Rotoren 2 kjennetegnes ved at den ved midten har et nav 2F, for montering på en roterende aksel 7 i en vindturbin i VEKS 1. Navet 2F bærer adaptere eller "forlengere" 10 2E som er fast forbundet med konstruksjonen. Slike adaptere 2E er beregnet for bolting innvendig av hvert av bladene 5 til rotoren 2, og fremgår av figurer 7 og 12. Rotoren 2 i det viste eksempel har tre blader 5, som hovedsakelig er like. Tilknyttet rotoren 2, på det fremre partiet av kapslingen 3, er et deksel 6 beregnet til å utføre både aerodynamiske og konstruktive funksjoner. Inne i kapslingen 3, og nærmere 15 bestemt i en kapsel 11, med særpreg som skal beskrives nærmere i det følgende, er anbrakt alle komponentene som skal omdanne den roterende bevegelsen til rotoren 2 til elektrisk energi, nærmere bestemt vekselstrøm for tilførsel til et strømnnett forbundet med VEKS 1.

20 I det forklarende og ikke begrensende eksempel på foreliggende oppfinnelse fremgår, skjematisk vist i fig. 1 og montert på kjent måte på en aksel 7, fra utsiden til innsiden, rotoren 2 og den roterende delen R av en elektrisk synkronmotor 9. Akselen 7 kan rotere i forhold til en fast holder 8 i kapslingen 3 i vindturbinen i VEKS 1. På denne holderen 8 er den statiske delen S av elektromotoren 9 fastgjort, og er rettet mot den 25 roterende delen R, på kjent måte, for å muliggjøre produksjon av elektrisk strøm når den roterende delen R er i bevegelse og synkronmotoren 9 tilføres strøm. Strømmen som dannes ledes til en elektrisk krets eller vekselretter IN og deretter til strømnettet, med passende frekvens og spenning. Inne i kapslingen 3 er en annen elektrisk enhet 10, elektrisk forbundet med vekselretteren IN og/eller strømnettet, og omfattende 30 hjelpekraftsystemene for å gi tilførsel til alle de elektromekaniske anordninger som trengs for driften av delene i VEKS 1. Slike deler er for eksempel den lille elektromotoren som styrer fordelingssystemet i kapslingen, dvs. skråstillingen eller stigningen til bladene 5 i rotoren 2 i avhengighet av vinden, eller en vindmåler for måling av styrken og retningen til vinden, eller en computer som styrer driften av anordningene 35 og mange andre kjente elektriske arrangementer som av hensyn til enkelhet ikke er vist.

Kapselen 11, som er fastgjort til kapslingen 3, er hovedsakelig lukket og dannet av et materiale med dårlig varmeledningsevne, f.eks. et komposittmateriale av typen med

harpiks og glass. Derved er det dannet et rom for luften som sirkulerer inne i vindturbinen i VEKS 1. Luften, som er varmeisoleret fra de ytre omgivelser, oppvarmes ved å komme i kontakt med de varme deler av de elektriske anordninger 9, 10, IN inne i kapselen 11.

5

Den samme kapselen 11 har på det bakre partiet én eller flere åpninger 11A, med fluidforbindelse til utsiden for luftinnløp i kapselen 11 gjennom én eller flere åpninger 3A som befinner seg på det bakre av kapslingen 3. I fronten er det ett eller flere vinduer 11L dannet i en frontvegg 11P, og som muliggjør at luften som suges inn gjennom åpningene 11A i kapselen 11 kan passere fra rommet til navet 2F for rotoren 2.

10

I fig. 1 er det videre vist tuppen 5E av bladet 5, som på overflaten 5S har åpninger eller hull 12 i kommunikasjon med det indre av bladet 5. Dette bladet 5 fremgår detaljert av fig. 2 og 3, der det er vist i perspektiv tuppen 5E som treffes av vinden V, og et tverrsnitt 5P eller en profil av bladet 5.

15

Hullene eller åpningene 12 kan være sirkelformet, elliptiske eller ha hvilket som helst annet tverrsnitt. Hullene 12 kan ha lik eller forskjellig form, avhengig av det overflateområde 5S som de befinner seg i, og utformingen er valgt i henhold til bestemte studier og tallmessige eksperimenter.

20

Fig. 2 viser tuppen 5E av bladet 5, der flaten 5S har en første rad av åpninger eller hull 12 nær den fremre kanten og en andre rad av hull 12T nær den bakre kanten. Kantene avgrenser profilene til hvert blad 5 som har tverrsnittene 5P langs lengderetningen av bladet 5. Piler F viser luftstrømmen gjennom åpningene eller hullene 12 i flaten 5S.

25

Tuppen 5E er innvendig inndelt av to skillevegger 13A og 13B, vist i fig. 3, som avgrenser tre rom, et første rom 14 med den første raden 12L av hull 12, et andre rom 15 med den andre raden 12T av hull 12, og et tredje rom 16 som befinner seg mellom de to øvrige, ved at det er i det midtre partiet av profilene. Inne i det tredje rommet 16 er det to staver 17A og 17B som har bærende funksjon og som er fastgjort til flaten 5S i bladet 5 i henhold til kjent teknikk. Flatene 5S på hvert blad 5 er dannet av to halve skall 5U og 5L, nemlig et øvre og et nedre, dannet av komposittmateriale slik som harpiks og glass.

30

I fig. 4 er vist tre mulige, forskjellige utforminger av hull 12 i flaten 5S i bladet 5, nemlig:

- 1) en første type vist i fig. 4a, der hullet 12 har konstant tverrsnitt for luften som strømmer fra den indre flaten 5Si til den ytre flaten 5Se på bladet 5,

- 2) en andre type vist i fig. 4b, der hullet 12 er divergerende og har en akse som hovedsakelig er vinkelrett på retningen til luftstrømmen V utenfor bladet 5, som i tilfelle 1),
- 3) en tredje type vist i fig. 4c, som viser et hull 12 med hovedsakelig parallelle vegger og skrå akse, og som danner en spiss vinkel i forhold til aksens vinkelrett på den ytre flaten, med en slik orientering at den utstrømmende luften har en retning som følger retningen av den ytre luftstrømmen V.

I fig. 2 og 3 er det også vist oppførselen til luftstrømmene som sirkulerer i bladet når arrangementet for avising og antiising i henhold til foreliggende oppfinnelse er i drift. Denne oppførselen skal forklares nærmere i det følgende. Det er en luftstrøm i det første rommet 14, angitt i fig. 2 med pilen F1, og en luftstrøm i det andre rommet 15 angitt med pilen F2. Begge luftstrømmer F1 og F2 går fra roten til tuppen av hvert blad 5. F angir fluidstrømmen som sirkulerer inne i vindturbinen i VEKS 1, og som strømmer ut fra hullene 12 når den kommer til flaten 5S, og danner en fluidfilm, slik det skal forklares i det følgende.

I fig. 3 er vist luftstrømmen F inne i bladet 5 som strømmer ut fra hullene 12 og blandes med den ytre luftstrømmen V.

20

Fig. 5 og 6 viser fremstillingen av de to halvskallene 5U og 5L som danner det ytre skallet, nemlig ytterflaten 5S av hvert blad 5. Nærmere bestemt dannes halvskallene 5U og 5L ved overlapping av flere plater 18 av komposittfiber, i hvilke hullene eller åpningene 12 allerede er dannet. På denne måten overvinnes problemet med at komposittfibrene svekkes på grunn av mekanisk boring for å danne hullene 12. Disse plater 18 sammenføres ved hjelp av liming eller andre kjente metoder for å fremstille halvskallene 5U og 5L, som derved er klar til å sammenføres til den bærende bladstrukturen 5 med kjente tekniske metoder som ikke angis her av hensyn til enkelhet.

Fig. 6 viser, i avbildningene 6a-6c, arrangementet og utformingen av platene 18 nær hvert av hullene 12. Platene 18 har kanter 12B for hver enkelt åpning for å danne hvert hull 12, fremstilt slik at de er på linje med hvert av hullene 12 i overflaten 5S til bladet 5. Avbildningene 6a, 6b, 6c tilsvarer avbildningene 4a, 4b, 4c av den typen hull 12 som er beskrevet ovenfor.

35

Fig. 7 viser detaljer ved navet 2F for rotoren 2, på det stedet der bladet 5 er innført i navet 2F, delvis i snitt, og montert, i et plan som går gjennom midtplanet til bladet 5. Det er også vist detaljer ved forlengelsen 2E, som hovedsakelig er sylinderformet, og som på siden har en munning 19 som vender mot kapselen 11 til kapslingen 3. Navet

2F er fremstilt slik at det oppviser en sirkulær ring som samsvarer med vinduet 11L i kapselen 11, idet ringen er avbrutt av munninger 19 som samsvarer med hvert av bladene 5 til rotoren 2. Mellom munningen 19, som muliggjør fluidstrøm gjennom vinduet 11L til kapselen 11, og det indre partiet av forlengelsen 2E, er anordnet holde-
 5 elementer 20, som ikke er vist av hensyn til enkelhet. Disse holdeelementer 20 er innrettet til å muliggjøre luftstrøm fra kapselen 11 til munningen 19 og deretter inn i forlengelsen 2E uten ytre lekkasje, selv når rotoren 2 er i bevegelse, dvs. når vindturbinen i VEKS 1 arbeider. Roten 5R i bladet 5 er i anlegg mot en av bunnene til sylindere som danner forlengelsen 2E.

10

I snittet i fig. 7 er det med 21 angitt en enhet av indre skjermplater innrettet til å avbøye den indre luftstrømmen som kommer fra kapselen 11 og navet 2F. Inne i bladet 5 er det nærmere bestemt en første skjermplate 21A innrettet til å avgrense det første rommet 14 inne i bladet 5, og som på kjent måte er forbundet med den første
 15 skilleveggen 13A i tuppen av bladet 5. På samme måten er en andre skjermplate 21B sammenføyd med den andre skilleveggen 13B for å avgrense det andre rommet 15 inne i bladet 5.

20

En tredje skjermplate 21C, sammenføyd med skjermplatene 21A og 21B, befinner seg i forlengelsen 2E for å danne, når bladet 5 er sammenføyd med forlengelsen 2E, bare én indre skjermplate 21 for å lede sirkulasjonen av luftstrømmen inne i de to rommene 14 og 15.

25

Fig. 8 viser luftstrømmen F i vindturbinen i VEKS 1, og som utgjør midlene for å oppnå avisings- og anti-isingeffekten i henhold til foreliggende oppfinnelse, modaliteter som forklart i det følgende.

30

Banen for luftstrømmen F i vindturbinen i VEKS 1 når rotoren 2 er i drift skal beskrives som følger.

35

Luftstrømmen F strømmer fra åpningen 3A i kapslingen 3, gjennom åpningen 11A i kapselen 11, og kommer inn i oppsamlingsrommet dannet av det indre rommet i kapselen 11. Her treffer den den elektriske enheten 10, vekselretteren IN og kommer gjennom hullene i den statiske delen S og den roterende delen R av elektromotoren 9. Derfra, gjennom vinduet 11L, kommer strømmen F til navet 2F i rotoren 2 og deretter til det indre partiet av bladet 5, nemlig det første og andre rommet 14 og 15. Inne i navet 2F avbøyes strømmen F på grunn av skjermplatene 21 (se fig. 7), og kommer inn i tuppen 5E av hvert blad 5, med skilleveggene 13A og 13B klart vist i fig. 2 og 3. På denne måten, inne i hvert blad 5, dannes to separate luftstrømmer F1 og F2, som

går fra roten til tuppen av bladet 5, den ene i det første rommet 14 og den andre i det andre rommet 15, inntil de strømmer ut gjennom den første raden 12L og den andre raden 12T av hull 12 i overflaten 5S av hvert av bladene 5.

- 5 Denne oppførselen til luftstrømmen F bevirkes hovedsakelig av trykkforskjellene som oppstår mellom den indre og ytre strømmen, på grunn av dreiebevegelsen til rotoren 2 og de relevante kinetiske virkninger, i henhold til de kjente modaliteter.

Med henvisning til fig. 2, 3 og 4 samvirker luftstrømmen F som strømmer ut av hullene eller åpningene 12 med vinden V som treffer bladet 5 og danner et luftlag eller film på bladet 5 utenfor flaten 5E med hullene 12, nemlig nedstrøms for denne. En slik luftfilm, på grunn av kjente termiske og dynamiske virkninger, avbøyer fluidstrømmen i vinden V fra direkte treff mot den ytre flaten 5S på bladet 5, slik at strømmen oppvarmes og hindrer at fuktighetspartikler i vinden V kondenserer og danner is.

15

Denne utstrømningen fra hullene 12 hindrer direkte treff av vinden V mot flaten 5S, ikke bare av fuktighetspartikler men av hvilket som helst element som har en relativt liten masse i forhold til den utstrømmende massen av luft. For eksempel avledes de små insekter som samler seg på rotorbladene til vindturbinen, og gjør det nødvendig at systemet periodisk stanses for å fjerne disse.

20

Hullene eller åpningene 12 er dannet i nærheten av den fremre kant og den bakre kant av hvert profil 5P til bladet 5, ettersom disse er de punkter der bladtemperaturen er lavest og fluidstrømtrykket av vinden V som påvirker flatene 5S er høyest, og det er derfor størst fare for ansamling av ispartikler. Et slikt særskilt arrangement av hull 12 er dannet i dette eksempel, men et annerledes arrangement kan med fordel dannes på hele profilet, for eksempel for å lede luften inn i det tredje rommet 16 (se fig. 3).

25

For bedre å hindre faren for ising er det hensiktsmessig å danne en luftfilm F som strømmer ensartet ut fra hullene 12 ikke bare langs hele profilet 5P, men langs hele ytterflaten 5S på hvert blad 5 som har hullene 12. Luften må ha et passende entalpiinnhold, og hullene og kanalene må være dimensjonert for å gi utstrømningen av luft F passende verdier for masse, trykk, retning og intensitet i forhold til utstrømningshastigheten fra hullene 12. For dette formål kan hullene 12 være passende dimensjonert, og noen eksempler er vist i fig. 4.

35

Som kjent muliggjør hullet 12 i avbildningen 4a at en utstrømning F kan være vinkelrett på vinden V, hullet i avbildningen 4b muliggjør trykkgjenvinning og derfor en minskning av utstrømningshastigheten, mens det i avbildningen 4c kan bidra til å

- tilføre energi til fluidstrømmen av vinden V som treffer hvert profil 5P. En slik prosess med energitilførsel kan, som kjent fra luftfartslitteraturen, forbedre den samlede aerodynamiske ytelsen til bladet 5 og derfor den aerodynamiske virkningsgraden, og øker den samlede ytelsen til VEKS 1, nemlig at det kan oppnås større kraft på hoved-
- 5 lagrene til vindturbinen. Med passende entalpiinnhold hva angår luften som strømmer inne i VEKS 1, kan utstrømningen F av luften nå dette målet ved å ha en bestemt vinkel i forhold til retningen av fluidstrømmen til vinden V som treffer overflaten 5S til hvert av bladene 5.
- 10 For å oppsummere består foreliggende oppfinnelse i et arrangement for avising og antiising implementert i et VEKS som utnytter de termodynamiske virkninger til luftutstrømningen på i det minste et parti av rotorbladet til vindturbinen, som i sin tur har et entalpiinnhold som er høyere enn vinden som beveger vindturbinen. Dessuten utnytter et slikt system, for å øke entalpiinnholdet i den utstrømmende luften, den samme
- 15 varmen som kommer fra de elektriske anordninger som befinner seg i generatoren og som nødvendigvis sprer seg under drift.

Oppførselen til fluidet F i det beskrevne VEKS 1 kan oppvise to klart forskjellige driftstilstander, nemlig:

- 20 1) med rotoren R innkoblet, og derfor med produksjon av elektrisk energi og varmespredning som kommer fra alle de elektriske anordninger som befinner seg i kapselen 11 i VEKS 1,
- 2) med rotoren R til elektromotoren 10 på tomgang, og derfor uten produksjon av elektrisk energi og varmespredning.

25

I tilstand 1) vil luften som kommer fra omgivelsene som omgir VEKS, med et trykk som hovedsakelig er lik det omgivende trykket, varmes opp i oppsamlingsrommet ved å komme i kontakt med de elektriske anordninger 9, 10, IN som befinner seg i kapselen 11 før den strømmer ut fra dette rommet, dvs. fra kapselen 11. Dessuten mister

30 luften fuktighet og kondenserer ved å komme i kontakt med veggene til alle elementene i VEKS 1. Fra hullene 12 strømmer det derfor ut en luftstrøm F med høyere temperatur og høyere trykk i forhold til fluidstrømmen til vinden V som treffer bladoverflaten 5S, og med en betydelig lavere grad av fuktighet.

35 Tilstand 2) skiller seg fra tilstand 1) ved mangelen på noen vesentlig varmeveksling mellom luftstrømmen F og de elektriske anordninger 9, 10, IN, mens de øvrige av de beskrevne fenomener og også anti-isingeffekten er uendret.

Det skal understrekes det faktum at luftstrømmen F som strømmer ut fra hullene 12 samvirker termodynamisk ikke bare med fluidstrømmen i vinden V som treffer den ytre overflaten 5S med åpningene 12, men med hvilken som helst annet fluid eller faststoff som eventuelt befinner seg på den ytre overflaten 5S til bladet 5, slik som vann eller
 5 is. VEKS 1-vindturbinen kan være i drift ved kraftig regn eller når is har blitt dannet på forhånd.

Et annet punkt som skal fremheves er den pulserende karakteren til luftstrømmen F i arrangementet for avising og antiising, i det minste i overgangen mellom oppsamlings-
 10 rommet, dvs. kapselen 11 og navet 2F, til det indre av roten 5R av bladet 5.

Luftstrømmen F strømmer ikke kontinuerlig fra vinduet 11L i kapselen 11 og munning-
 en 19 i navet 2F, fordi munningene 19 bare befinner seg i samsvar med hvert av blad-
 ene 5. Derfor suges fluidet F inn i hvert blad 5 hver gang den relevante munningen 19
 15 er forbundet med vinduet 11L. Hvert blad gis dermed tilførsel intermittent for hver
 runde og i en bestemt vinkelutstrekning av rotoren 2. Denne intermittente tilførselen er
 variabel ved å utforme frontveggen 11P til kapselen med flere vinduer 11L som ligger
 langs en omkrets, i en høyde som tilsvarer munningene 19 til navet 2F. Disse vinduer
 11L kan høyst danne en hovedsakelig kontinuerlig, sirkulær ring.

20 Den intermittente tilførselen sikrer at luftstrømmen F oppholder seg i lengre tid i
 oppsamlingsrommet, og følgelig med muligheten til å få høyere entalpiinnhold ved
 innløpet til roten 5R til hvert blad 5.

25 Takket være den detaljerte beskrivelsen og virkemåten til det representative og ikke
 begrensende eksempel på foreliggende oppfinnelse fremgår de følgende fordeler med
 arrangementet for avising og antiising.

Arrangementet for avising og antiising er av en enkel og pålitelig utførelse, det trenger
 30 ikke noe styresystem når de forskjellige deler er passende dimensjonert. Det oppviser
 derfor minskede omkostninger for fremstilling og implementering i forhold til kjente
 systemer, som imidlertid er mindre effektive.

Videre er det sikkert under drift, på grunn av enkelheten og mangelen på styresystem-
 35 er, hvilket fører til meget liten fare for feil.

En annen fordel er at det sikres høy virkningsgrad for VEKS, og det unngås stans selv
 under driftsforhold som er særlig kritiske når det gjelder isdannelse. For å oppsum-

mere er antall dager i et år som VEKS kan arbeide kontinuerlig betydelig øket i forhold til hva som skjer med systemene som anvender de kjente løsninger.

En slik effektivitet for arrangementet for avising og antiising skyldes de termiske og fluiddynamiske virkninger som dannes av fluidet som strømmer ut fra hullene. Den termiske virkningen skyldes hovedsakelig dannelsen av et termisk grensesjikt med øket entalpi der dråpene absorberer varme for delvis eller fullstendig fordampning, for å unngå isdannelse på overflaten av bladet. Den fluiddynamiske virkningen består av avbøyningen som luftfilmen bevirker på vandrdråpene og partiklene av forskjellig natur (f.eks. insekter, sand) som treffer. Denne virkningen er maksimal ved en viss hastighet og kornstørrelse.

En annen fordel med arrangementet for avising og antiising er at det virker selv om rotoren er i tomgangstilstand, eller når generatoren ikke produserer elektrisk energi. Systemet trenger ikke elektrisk energi for å arbeide korrekt, og det trenger derfor ikke å tilføres strøm fra strømmettet, til forskjell fra noen kjente løsninger.

En annen fordel er at både antallet og varigheten av stans av systemet reduseres, på grunn av behovet for å fjerne de faste stoffer fra rotorbladene.

Videre endrer ikke systemet den strukturelle styrken av bladene, og produsentens garanti for rotorbladene holdes gyldig.

En annen fordel angår reduksjonen av støyen som dannes av de roterende blader, på grunn av det gunstige samvirke mellom fluidstrømmen som strømmer ut fra hullene i rotorbladet og hovedstrømmen som treffer dette.

En annen fordel er at hovedsakelig all varmen som spres fra de elektriske anordninger som finnes i VEKS utnyttes til å øke entalpiinnholdet i det sirkulerende fluidet som frembringer den avisende og anti-isende virkning. Med andre ord, når rotoren går på tomgang, gjenvinnes nesten all energien som ikke opptas fra hovedlagrene i VEKS-vindturbinen og fra strømmettet for avising og antiising.

Det er klart at flere varianter av arrangementet for avising og antiising for et VEKS i henhold til foreliggende oppfinnelse er mulig for fagfolk på området, uten å avvike fra prinsippene ved den oppfinneriske idé; det er også klart at ved den praktiske implementering kan formen til de beskrevne detaljer være annerledes, og detaljene kan erstattes av teknisk ekvivalente elementer.

Fig. 9 viser en skjematisk illustrasjon av en variant av VEKS i en mulig utførelse angitt med 1'. Denne varianten, i forhold til systemet i fig. 8, har en noe annerledes utforming av delene, for å danne en innvendig luftstrøm F' med et noe modifisert forløp vist i den samme figuren.

5

Nærmere bestemt er VEKS 1' av en type som inneholder en elektrisk transformator TR inne i det bærende tårnet 4', nemlig ved bakken for ikke å ha andre betydelige, opphengte masser. I nærheten av transformatoren TR finnes ved bunnen av tårnet 4' luftinntak for innstrømning av den sirkulerende luftstrømmen F' inne i VEKS 1', slik at den innstrømmende luftstrømmen treffer transformatoren TR. Slike luftinntak er de eneste som finnes i hele systemet 1', ettersom kapselen 11' i denne varianten er lukket på baksiden. Kapselen 11', som fremdeles danner et oppsamlingsrom for luftstrømmen F', oppviser åpninger som forbinder fluidet med tårnet 4', for å lede fluidet F fra tårnet 4' til innsiden av kapselen 11'.

15

Luftstrømmen F' suges derfor inn i bunnen av tårnet 4', treffer transformatoren TR og ledes opp gjennom tårnet 4', inntil den strømmer inn i oppsamlingsrommet, dvs. kapselen 11'. Resten av banen er helt analog med tilfellet i systemet i fig. 1.

I varianten i fig. 9 sirkulerer luftstrømmen F inne i VEKS og strømmer ut fra hullene i rotorbladene, og opptar mer varme på grunn av kontakten med transformatoren TR.

Fortrinnsvis er transformatoren utstyrt med passende ribber for å lede varmen til luftstrømmen, så vel som alle de elektriske anordninger som befinner seg i kapslingen til systemet.

Det skal påpekes at dagens systemer er utformet med tårn som rager til høyder som er større enn ett hundre meter. Følgen er at den ekstra banen som luftstrømmen F' gjennomløper vil fremme kondensasjon av fuktigheten også på grunn av kontakten med de indre vegger i tårnet, eller eventuelle serpentiner og styrte baner inne i dette.

Den beskrevne varianten muliggjør fordelaktig at entalpiinnholdet i luftstrømmen F som skal forårsake den fluid-termodynamiske virkningen på bladene i vindturbinene i VEKS, og minsker samtidig fuktighetsgraden. På denne måten forbedres effektiviteten til arrangementet for avising og antiising i henhold til oppfinnelsen, ettersom dette tåler enda mer kritiske omgivelsestilstander når det gjelder muligheten for isdannelse på rotorbladene.

35

I fig. 10 er vist en annen mulig variant av arrangementet for avising og antiising, og av VEKS som inngår i systemet, angitt som helhet med 1", vist skjematisk, i hvilket videre er angitt luftstrømmen F'' som utgjør hovedmidlene for implementering av systemet.

5

Denne varianten avviker fra systemet i fig. 1 i området foran kapselen 11, mellom kapselen og rotnavet 2F i systemet 1". I dette området er det på akselen 7 montert en bevegelig fordelingsskive 22, som vender mot det fremre partiet 11P av kapselen 11. Eksempler på hvordan fordelingsskiven 22 kan utformes for å oppnå fordeling og dermed en annerledes intermitterent strøm av fluidet F'' inne i roten 5R i hvert av bladene 5 på rotoren 2, er vist i fig. 11.

10

Fordelingsskiven 22 er vist montert mellom et hull 22C (se fig. 11) i skiven 22 og akselen 7 i systemet 1", på hvilken den er festet med kile, og midler for å endre vinkelhastigheten. Disse midler, særlig kjent som mekanismer for reduksjon eller økning, og/eller små motorer, er ikke vist av hensyn til enkelhet, og har til formål å variere vinkelhastigheten til skiven 22 i forhold til akselen 7 som den er fastgjort til.

15

I avbildningen 11a i fig. 11 er det vist den versjonen av fordelingsskiven 22 som bare har ett hull 22D, med en størrelse som hovedsakelig tilsvarer munningen 19 i navet 2F på rotoren 2 som det vender mot. I avbildningen 11b er det vist en annen fordelings-skive 22' med tre hull, og hvert hull 22D har den samme form som det eneste hullet 22D i skiven 22. I avbildningen 11c er det vist en fordelingsskive 22" som har identiske åpninger 22S utformet som sirkelsektorer, usymmetrisk fordelt om midten av skiven. Mellom fordelingsskiven 22 og den fremre vegg 11P, og mellom skiven 22 og munningen 19, er det montert kjente holdemidler, som av hensyn til forenkling ikke er vist i detalj.

25

De forskjellige utformninger av fordelingsskiven 22, 22', 22" muliggjør fordelaktig, sammen med de nevnte midler for å endre vinkelhastigheten, at det oppnås forskjellige muligheter for intermitterent luftstrøm F'' som kommer inn i bladene 5 i VEKS.

30

På denne måten er det fordelaktig mulig å oppnå en bestemt intermitterent tilførsel som eventuelt kreves av eksperimentelle tester, når det er fastslått at slike intermitterente verdier for strømmen forbedrer effektiviteten til arrangementet for avising og antiising i VEKS ved bestemte drifts- og omgivelsestilstander.

35

Fordelingsskivene 22, 22', 22" i fig. 11 kan videre anvendes i en annen variant av VEKS i henhold til oppfinnelsen. Disse, sammen med de nevnte midler for å variere

vinkelhastigheten, kan monteres direkte innenfor den fremre veggen 11P til kapselen 11 i VEKS 1'', og erstatter den faste skilleveggen som finnes i utførelsen i fig. 10. I dette tilfelle finnes det kjente, radiale holdemidler mellom utsiden av skivene 22, 22', 22'' og innsiden av den fremre veggen 11P til kapselen 11, for å gi den nødvendige
 5 isolasjon av oppsamlingsrommet for den sirkulerende luftstrømmen F''.

Fordelaktig er en slik variant mindre konstruktivt komplisert i forhold til varianten i fig. 10, og muliggjør samtidig store variasjoner av den intermittente, sirkulerende luftstrømmen F''.

10

Fig. 12 viser en annen variant av arrangementet eller VEKS for avising og antiising i henhold til oppfinnelsen. Nærmere bestemt viser den skjematisk og i perspektiv enheten dannet av bladet 5 og forlengelsen 2E', idet kanalen for luftstrømmen F befinner seg i navet til rotoren, ikke vist av hensyn til enkelhet. Forlengelsen 2E', til
 15 forskjell fra forlengelsen 2E i fig. 1, består av en enkelt sylinder i ett stykke som danner forbindelse mellom navet 2F og hvert av bladene 5, og har hovedsakelig sylindrisk form, men oppviser særegenheter. Inne i forlengelsen 2E' finnes en andre fordelingsskive 23, anbrakt mot roten 5R til bladet 5, montert i forlengelsen 2E'. Denne andre skiven 23 er koblet til forlengelsen 2E', bevegelig i vinkelretning ved hjelp av
 20 kjente anordninger som befinner seg i forlengelsen 2E' og ikke er vist av hensyn til enkelhet. Derved er den andre fordelingsskiven 23 hovedsakelig innrettet til bare å rotere på en aksel som hovedsakelig faller sammen med generatrisene til sylinderen som danner sideflaten.

25 Det skal vises til, inne i roten 5R til bladet 5, de delvise avbildninger av den første skilleveggen 13A og den andre skilleveggen 13B, som henholdsvis avgrenser det første indre rommet 14 og det andre indre rommet 15 for passasje av de tilhørende luftstrømmer F1 og F2 i retning mot enden av bladet 5E og derfor mot utløpshullene eller åpningene 12.

30

I fig. 13 er i planprojeksjon vist den andre fordelingsskiven 23, i en mulig utførelse. Den oppviser vinduer 24 som har form som sirkelsektorer, med dimensjoner som hovedsakelig tilsvarer eller er litt mindre enn tverrsnittet av rommene 14 og 15.

35 Det vil fremgå at disse tverrsnitt bestemmes av formen og arrangementet av den første skilleveggen 13A og den andre skilleveggen 13B i bladet 5, som medfører en bestemt utstrekning både i radial og omkretsmessig retning. Det foreligger derfor en første type 24A av vinduer 24 innrettet til å åpne passasjen mot det første rommet 14 avgrenset av den første skilleveggen 13A, for passasje av luftstrømmen F mot flaten

5S i bladet 5 i samsvar med den fremre kanten på de relevante profiler 5P. Analogt er en andre rad 24B av vinduer 24 utformet for passasje av luftstrømmen F inn i det andre rommet 15 og derfra til flaten 5S i bladet 5 i nærheten av den bakre kanten til de relevante profiler 5P.

5

I denne representative utførelsen er som eksempel den andre fordelingsskiven 23 inndelt i seks identiske vinkelsektorer, tre innrettet til å vende mot det første rommet 14 og omfattende de to vinduer 24A i den første raden, og de øvrige tre beregnet til å vende mot det andre rommet 15 og omfattende det eneste vinduet 24B i den andre raden. Det er følgelig hovedsakelig tre driftsmuligheter for denne andre fordelingsskiven 23:

10

- 1) Vinduene 24 er anordnet i samsvar med rommene 14, 15 inne i bladet 5 for å muliggjøre passasje av luftstrømmene F1, F2 inn i rommene 14, 15, som vist i fig. 12.
- 15 2) Ett vindu 24A av den første typen er anordnet i samsvar med det første rommet 14, for passasje av luftstrømmen F1, mens passasjen til det andre rommet 15 er stengt.
- 3) Ikke noe vindu er i samsvar med rommene 14, 15, og det er derfor ingen tilførsel av luft til disse.

20

Fordelaktig muliggjør løsningen i fig. 12 og fig. 13 en annen mulighet for regulering av arrangementet i VEKS for avising og antiising, særlig regulering av luftstrømfordelingen som skal strømme ut fra hullene eller åpningene i rotorbladene. For eksempel kan det bestemmes å avbryte utstrømningen av luft fra hullene i én bestemt tids-

25

periode for å øke entalpiinnholdet i den utgående strømmen.

En annen variant av VEKS som omfatter arrangementet for avising og antiising i henhold til oppfinnelsen er anordningen av en vifte og/eller midler for komprimering inne i kapselen 11 i kapslingen 3, for å utføre en tvungen konveksjon for luftstrømmen 5 som skal strømme ut gjennom hullene eller åpningene 12 i rotorbladene 5.

30

Fordelaktig kan denne løsningen muliggjøre regulering av to andre parametere for øke effektiviteten til arrangementet for avising og antiising, nemlig massen og trykket til den utgående luftstrømmen F.

35

Fig. 14 viser en mulig implementering av en vifte og/eller et komprimerende element 25 i et VEKS 1''' i henhold til oppfinnelsen. Nærmere bestemt er et slikt element fastgjort til den roterende akselen 7, mellom den roterende delen R av elektromotoren 9 og den statiske delen S. Elementet 25 kan være av typen som har blader med variabel

stigning, for bedre styring av luftstrømmen F''' inne i kapselen 11, hvilket gjør det mulig å variere parametrene for luftstrømmen F''' .

5 Banen for luftstrømmen F''' er fullstendig analog med den som er vist i fig. 8, med den forskjellen at det er mulig å oppnå en akselerasjon eller økning av trykket, i henhold til velkjente, relaterte termodynamiske fenomener.

En annen mulighet for denne varianten skal understrekes. Dette gjelder muligheten til å anordne inne i kapselen bruken av en kompressor for å øke trykket i luftstrømmen som ledes til hullene eller åpningene for utstrømning, nærmere bestemt den andre raden av hull (12F i fig. 2) utformet slik som i avbildningen 4c. Som kjent fra luftfarts- litteraturen, vil utstrømningen av en bestemt masse luft med en bestemt hastighet gjennom hull med en bestemt form i nærheten av den bakre kanten av profilene med- føre en forbedring av den aerodynamiske virkningsgraden til bladet, og muliggjør at 15 bladet kan påvirke fluidstrømmen med en større innfallsvinkel.

Følgen er at en slik løsning kan muliggjøre, med den samme nominelle effekt, at mer elektrisk energi kan dannes i løpet av et år med VEKS i henhold til foreliggende opp- finnelse.

20 Videre oppnås en minskning av strukturelle og dynamiske masser, mens den elektriske energien som produseres i løpet av et år er den samme, og det innsparer omkostning- er for montering, drift og vedlikehold, med minsket miljømessig virkning på det om- råde der systemet befinner seg.

25 En annen variant av arrangementet for avising og antiising i henhold til foreliggende oppfinnelse er å anordne, inne i bladet, kanaler av et materiale med dårlig varmeled- ningsevne, hvilke leder luftstrømmen til de bladområder som selektivt er utformet med hull 12 for utstrømningen.

30 Fordelaktig vil en slik variant muliggjøre at fluidet praktisk talt uendret opprettholder sitt entalpiinnhold inntil luften strømmer ut gjennom hullene eller åpningene, og følge- lig en bedre anti-isingseffektivitet.

35 Hva angår avisingsproblemet på bladene, dvs. muligheten til å fjerne isen som allerede er dannet av tilfeldige grunner, kan arrangementet for avising og antiising være til- svarende effektivt. Det kan dannes andre varianter av VEKS og systemet som dette inneholder i henhold til foreliggende oppfinnelse. Ved tilførsel av varme til luften inne i kapselen i kapslingen, for eksempel ved hjelp av termoresistorer som i tilstrekkelig tid

tar nok elektrisk energi fra strømmettet, er det mulig å oppvarme de første islagene som dannes ved åpningene eller hullene, inntil ismassene glir ned fra ytterflaten av bladene og frilegger disse.

- 5 En annen og interessant variant er at det anordnes, inne i VEKS, en liten luftkomprimerende anordning. Ved å anordne dysene i denne anordningen på passende måte inne i det første og andre rommet inne i hvert av rotorbladene, med dysene rettet mot hullene eller åpningene som delvis eller helt er dekket av isen, kan det avgis pulser av komprimert luft. Dette fører til at ismassene brister, hvilke på denne måten vil falle
10 ned til bakken, for å frilegge bladet. Begge de to ovenfor nevnte varianter kan anordnes i det samme VEKS.

- Fordelaktig muliggjør arrangementet for avising og antiising i henhold til foreliggende oppfinnelse montering av systemer og/eller anordninger for å bevirke den såkalte
15 avisingseffekten selv om rotoren er stanset. Selv om arrangementet for avising og antiising muliggjør kontinuerlig drift av VEKS også under særlig kritiske miljømessige tilstander, kan grunnen til stansen være for eksempel behovet for midlertidig vedlikeholdsarbeider på VEKS.

- 20 En annen variant av VEKS er at det anordnes, på bladoverflaten, hull for tilførsel av fluider for regelmessig rengjøring av bladene, slik som alkohol eller overflateaktive midler. På denne måten blir fordelaktig vedlikeholdet enklere, ved at bladene rengjøres og bringes tilbake til opprinnelig tilstand.

- 25 For å oppnå innstrømning av en større luftmasse inn i den indre kapselen i kapslingen, er en annen variant at det anordnes et dynamisk luftinntak tilknyttet kapslingen. Et slik luftinntak er hensiktsmessig utformet slik at det har et innløpsparti som er så vinkelrett som mulig i forhold til vindretningen, og en åpning gjennom kapselen for å bringe vinden inn i kapselen, og dermed til oppsamlingsrommet. Når det gjelder
30 arrangementet på kapslingen, ville det være bedre å anordne den i det bakre partiet av kapslingen, av to grunner. Den første er at den inngående fluidstrømmen ikke er særlig vertikal og derfor har lavere trykk enn den omgivende atmosfæren. Den andre grunnen skyldes behovet for at denne fluidstrømmen kan treffe alle de elektriske anordninger eller systemer som befinner seg i oppsamlingsrommet, for maksimalt entalpiinnhold i
35 luftstrømmen som sirkulerer i arrangementet for avising og antiising.

For å gjøre varmevekslingen maksimal kan også VEKS utstyres med en vindturbin-kapsel som innvendig er belagt med metall eller et varmeledende materiale, og dette belegget kan forbindes med ribbene på de elektriske anordninger. Med en slik løsning

kan det fordelaktig dannes en termisk bro, som øker varmevekslingen og konveksjonen inne i oppsamlingsrommet i systemet.

PATENTKRAV

5

1. Vindenergi-konverteringssystem (VEKS) for produksjon av elektrisk energi, omfattende et arrangement for avising og antiising, idet vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''') er av en type som omfatter:

- et tårn (4; 4') innrettet til å understøtte og fastgjøre vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''') til bakken eller et fundament,
 - en kapsling (3) som befinner seg på tårnet (4; 4'), til hvilken er tilknyttet første midler (9, IN, 10; TR) for å omdanne den roterende bevegelse av en rotor (2) for å danne elektrisk energi som kan tilføres et strømnnett og for styring og drift av eventuelle elektriske anordninger i vindenergi-konverteringssystemene (1), idet rotoren (2) er tilknyttet kapslingen (3) på en slik måte at den kan rotere i forhold til kapslingen (3), og hvor rotoren (2) har flere blader (5) og kan rotere på grunn av vinden (V) som treffer bladene (5), idet vindenergi-konverteringssystemene (1; 1'; 1''; 1''') innvendig omfatter andre midler (2E, 19, 21) for strømning av et fluid (F; F'; F''; F''') inne i rom (14, 15) som er avgrenset i det indre av rotorens blader (5), idet disse blader (5) på i det minste en del av en ytre overflate (5S) av bladene (5) har åpninger (12) i forbindelse med fluidet i rommene (14, 15),
- k a r a k t e r i s e r t v e d at åpningene (12) er innrettet til å danne et luftsjikt eller -film på bladene (5) utenfor en bladoverflate (5E) ved nevnte åpninger (12), ved fluid-termodynamisk samvirke med vinden (V) som treffer i det minste vedkommennde nevnte bladoverflate (5E) ved nevnte åpninger (12) og/eller treffer på vann og is som befinner seg på den ytre overflate (5S) av bladet (5).

2. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 1, og hvor åpningene (12) omfatter en første rad (12L) av hull i forbindelse med fluidet i et første (14) av rommene (14, 15) inne i bladene (5), idet den første rad (12L) av hull befinner seg hovedsakelig i nærheten av den fremre kant av profilene (5P) som danner hvert av bladene (5) på rotoren (2).

3. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 2, og hvor åpningene omfatter en andre rad (12T) av hull (12) i forbindelse med fluidet i et andre (15) av rommene (14, 15) inne i bladene (5), idet den andre rad (12L) av hull (12) befinner seg hovedsakelig i nærheten av den bakre kant av profilene (5P) som danner hvert av bladene (5) på rotoren (2).

4. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 2 eller 3, og hvor åpningene (12) i forbindelse med fluidet i rommene (14, 15) inne i bladene (5) fortrinnsvis befinner seg i det ytre parti av hvert av bladene (5) på rotoren (2).

5. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, og hvor kapslingen (3) innvendig omfatter tredje midler (11; 11') tilknyttet de første midler (9, IN, 10; TR) og innrettet til å danne et oppsamlingsrom for fluidet (F; F'; F''; F''') for å fremme varmevekslingen mellom fluidet (F; F'; F''; F''') og de oppvarmede flater på de første midler (9, IN, 10; TR) i vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''').

6. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 5, og som omfatter fjerde midler (11A, 11L, 3A; 25) for sirkulasjon av fluidet (F; F'; F''; F''') inne i de tredje midler (11; 11').

15

7. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 6, og som omfatter første fordelingsmidler (22, 22', 22'') tilknyttet de andre midler (2E, 19, 21) i vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''') for passasje av fluidet (F; F'; F''; F''') inne i rommene (14, 15) avgrenset inne i bladene (5), og til de tredje midler (11; 11') innrettet til å danne oppsamlingsrommet for fluidet (F; F'; F''; F'''), idet de første fordelingsmidler (22, 22', 22'') er innrettet til, ved hjelp av disse tilknytninger, å danne en intermitterende strømning av fluidet (F; F'; F''; F''') fra de tredje midler (11; 11') inne i de andre midler (2E, 19, 21) gjennom de fjerde midler (11A, 11L, 3A; 25) i vindenergi-konverteringssystemet (1).

25

8. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 7, og hvor de første fordelingsmidler (22, 22', 22'') befinner seg mellom de tredje midler (11; 11') og de andre midler (2E, 19, 21) i vindenergi-konverteringssystemet (1).

9. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 7 eller 8, og hvor de første fordelingsmidler (22, 22', 22'') er av en type innrettet til å variere graden av den intermittente strømning av fluidet (F; F'; F''; F''').

10. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, og hvor de andre fordelingsmidler (2E', 23) er anordnet i rotoren (2) og er innrettet til selektiv regulering av innløpet av fluidet (F; F'; F''; F''') i rommene (14, 15) avgrenset inne i bladene (5).

35

11. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 10, og hvor de andre fordelingsmidler (2E', 23) er av en type innrettet til selektivt å muliggjøre innløp av fluidet (F; F'; F''; F''') i det første rom (14) og/eller det andre rom (15), eller i ingen av rommene (14, 15) i vindenergi-konverteringssystemet (1).

5

12. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 5, og hvor de tredje midler (11; 11') omfatter en kapsel (11; 11') som er bevegelig tilknyttet kapslingen (3).

13. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 12, og hvor kapselen (11, 11') i sitt ytre hylster er laget fullstendig av materiale med dårlig varmeledningsevne.

14. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 12 eller 13, og hvor kapselen (11, 11') i det minste delvis er innvendig belagt med varmeledende materiale i forbindelse med de første midler (9, 10; TR) for å omdanne den roterende bevegelse av rotoren til elektrisk energi for å ledes til et strømnnett og for styring og drift av eventuelle elektriske anordninger i vindenergi-konverteringssystemet (1), for å danne en varmebro for oppvarming av fluidet (F; F'; F''; F''') som sirkulerer inne i kapselen (11, 11').

15. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 6 og 12, og hvor de fjerde midler for sirkulasjonen av fluidet (F; F'; F''; F''') inne i de tredje midler (11; 11') omfatter i det minste et vindu (11L) i den fremre vegg (11P) på kapselen (11, 11'), og i det minste én åpning (11A) utformet i den bakre av kapselen (11, 11'), samt én eller flere åpninger (3A) som befinner seg i den bakre del av kapslingen (3).

25

16. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, og hvor rotoren har et nav (2F) som kan fast tilknyttes en roterende aksel (7) i vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1'''), idet den roterende aksel (7) er fast forbundet med de første midler (9, 10; TR) for å omdanne den roterende bevegelse av rotoren til elektrisk energi som kan ledes til et strømnnett, en forlengelse (2E; 2E') for hvert av bladene (5) i rotoren (2), fast forbundet på én side med navet (2F) og på den annen side med en rot (5EII) på bladet (5).

17. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 12 og 16, og hvor de andre midler omfatter en forlenger (2E) som har i det minste en munning (19) som vender mot i det minste et vindu (11L) i kapselen (11), og ledeplater (21) for å avbøye strømmingen som befinner seg både i forlengeren (2E) og i roten (5EII) av bladet (5).

35

18. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 8 og 16, og hvor de første fordelingsmidler omfatter en fordelingskive (22, 22', 22'') tilknyttet den roterende akselen (7), beliggende mellom den fremre vegg (11P) på kapselen (11; 11') og rotoren (2), idet særlig fordelingskiven (22, 22', 22'') oppviser overgangsmidler (22D; 22S) slik at i det minste i en vinkelstilling av fordelingskiven (22, 22', 22'') er overgangsmidlene (22D; 22S) i samsvar med munningen (19) i forlengeren (2E) for passasje av fluidet (F; F'; F''; F''') gjennom fordelingskiven (22, 22', 22'').

19. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 8 og 16, og hvor de første fordelingsmidler omfatter en fordelingskive (22, 22', 22'') tilknyttet den roterende aksel (7), beliggende mellom den fremre veggen (11P) til kapselen (11; 11') og rotoren (2), idet særlig fordelingskiven (22, 22', 22'') oppviser overgangsmidler (22D; 22S) slik at i det minste i en vinkelstilling av fordelingskiven (22, 22', 22'') er overgangsmidlene (22D; 22S) i samsvar med munningen (19) i forlengeren (2E) for passasje av fluidet (F; F'; F''; F''') gjennom fordelingskiven (22, 22', 22'').

20. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 18 eller 19, og hvor overgangsmidlene i fordelingskiven (22, 22', 22'') omfatter i det minste et hull (22D) eller en åpning (22S).

21. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 20, og hvor det i det minste ene hull (22D) i fordelingskiven (22, 22', 22'') har et tverrsnitt hovedsakelig sammenlignbart med munningen (19) i forlengeren (2E).

22. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 18 eller 19, og hvor fordelingsmidlene i fordelingskiven omfatter åpninger (22S) med form av en sirkelsektor, usymmetrisk fordelt i forhold til midten av fordelingskiven (22, 22', 22'').

23. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 18 eller 19, og hvor fordelingskiven (22, 22', 22'') er tilknyttet den roterende akselen (7) ved hjelp av sjette midler innrettet til å danne en relativ rotasjonsbevegelse mellom fordelingskiven (22, 22', 22'') og den roterende aksel (7), for å variere den intermittente innstrømning av fluid (F; F'; F''; F''') i munningen (19) i forlengeren (2E).

24. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 11 og 16, og hvor de andre fordelingsmidler omfatter en andre fordelingskive (23) som er bevegelig tilknyttet inne i forlengeren (2E) til rotoren (2) i nærheten av en rot (5R) på rotorbladet (5).

25. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 24, og hvor den andre fordelingsskive (23) er bevegelig tilknyttet inne i forlengeren (2E) slik at den kan rotere inne i forlengeren (2E') for å regulere innløpet av fluidet (F; F'; F''; F''') inne i rommene (14, 15) avgrenset inne i bladene (5).

5

26. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 24 eller 25, og hvor den andre fordelingsskive (23) vender mot passasjeseksjonene av rommene (14, 15), avgrenset inne i bladene (5) av ledeplater (21A, 21B) som avbøyer strømmingen i roten (5EII) av bladene (5).

10

27. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 26, og hvor den andre fordelingsskive (23) er utformet slik at den i noen vinkelsektorer oppviser passasjevinduer (24) i en første rad (24A) som har et areal som er hovedsakelig sammenlignbart med passasjetverrsnittet i det første rom (14), og passasjevinduer i en andre rad (24A) som har et areal som hovedsakelig er sammenlignbart med passasjetverrsnittet i det andre rom (15).

15

28. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 6, og hvor de fjerde midler for sirkulasjonen av fluidet (F; F'; F''; F''') inne i de tredje midler (11; 11') omfatter en vifte- og/eller kompressorordning (25) tilknyttet de tredje midler (11; 11').

20

29. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 16 og 29, og hvor vifte- og/eller kompressorordningen omfatter et vifte- og/eller kompressorelement (25) fastgjort på den roterende aksel (7).

25

30. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, og hvor de første midler i vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''') omfatter en transformator (TR) og/eller en annen energianordning eller elektriske anordninger som befinner seg ved bunnen av tårnet (4') i vindenergi-konverteringssystemet (1'), mens de tredje midler omfatter åpninger ved bunnen av tårnet (4') i nærheten av transformatoren (TR) og/eller en annen energianordning eller elektriske anordninger, idet tårnet (4') videre oppviser en forbindelse for fluid mellom innsiden og oppsamlingsrommet (11') i vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''') for passasje av et fluid (F''') som kommer fra utsiden inn i oppsamlingsrommet (11').

30

35

31. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, og hvor ytterflaten (5S) av bladene (5) er dannet ved overlapping av flere forhåndstilformede plater (18) som har de nevnte hull eller åpninger (12).

32. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 31, og hvor ytterflaten (5S) av bladene (5) er dannet av komposittmateriale.

33. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 31 eller 32, og hvor ytterflaten (5S) av bladene (5) omfatter et øvre halvskall (5U) og et nedre halvskall (5L).

34. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav 2-4, og hvor den første rad (12L) av hull og/eller den andre rad av hull (12T) omfatter hull (12) av en første type (4a), en andre type (4b) og/eller en tredje type (4c), idet typene kjennetegnes ved å ha hull (12), hvor:

- den første har konstant tverrsnitt i passasjen for luft fra den indre overflaten (5Si) til den ytre (5Se) overflate (5S) på bladet (5),
- den andre er divergerende og med en hovedsakelig vinkelrett akse i forhold til retningen av strømmen av vinden (V) utvendig på bladet (5), og
- den tredje har hovedsakelig parallelle vegger og en skrå akse som danner en bestemt spiss vinkel i forhold til aksens vinkelrett på ytterflaten, med en slik orientering at den utstrømmende luft rettes i samme retning som strømmen av vinden (V) utvendig på bladet (5).

35. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i krav 34, og hvor den andre rad (12T) av hull (12) omfatter hull (12) av den tredje type (4c).

36. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, og som omfatter i det minste en spredningsanordning for energi som kommer fra en annen energikilde utenfor vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1'''), innrettet til å øke entalpi-innholdet i fluidet (F; F'; F''; F''') som sirkulerer inne i arrangementet for avising og antiising.

37. Vindenergi-konverteringssystem som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, og hvor kapslingen (3) er bevegelig tilknyttet tårnet (4) via mellomliggende syvende midler for orientering av kapslingen (3) i retningen for maksimal strøm av vind (V) på det sted hvor vindenergi-konverteringssystemet (1) er montert.

38. Fremgangsmåte for å hindre og eliminere isdannelse på rotorbladene i et vindenergi-konverteringssystem av en type som omfatter:

- et tårn (4; 4') innrettet til å understøtte og fastholde vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''') på bakken eller et fundament,
- en kapsling (3) anordnet på tårnet (4; 4'), til hvilken er tilknyttet første midler (9, IN, 10; TR) for å omdanne den roterende bevegelse av en rotor for å produsere

elektrisk energi som ledes til et strømnett, og for styring og drift av eventuelle elektriske anordninger i vindenergi-konverteringssystemet (1),

- en rotor (2) tilknyttet kapslingen (3) på en slik måte at den kan rotere i forhold til kapslingen (3), idet rotoren (2) omfatter et bestemt antall blader (5) og kan settes i

5 bevegelse ved virkningen av vinden (V) som treffer bladene (5),

idet fremgangsmåten omfatter trinn hvor:

- a) fluid (F; F'; F''; F''') eller luft fra de ytre omgivelser ved vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''') suges inn,
- b) det innsugde fluid (F; F'; F''; F''') sendes inn i andre midler (2E, 19, 21) for
- 10 passasje av fluidet (F; F'; F''; F''') inn i rom (14, 15) avgrenset inne i bladene (5) på rotoren (2),
- c) i det minste en del av fluidet (F; F'; F''; F''') bevirkes til å drives ut til utsiden av bladene (5) gjennom åpninger (12) i det minste i en del av en ytterflate (5S) på bladene, idet åpningene (12) står i fluidforbindelse med rommene (14, 15) inne i
- 15 bladene (5),

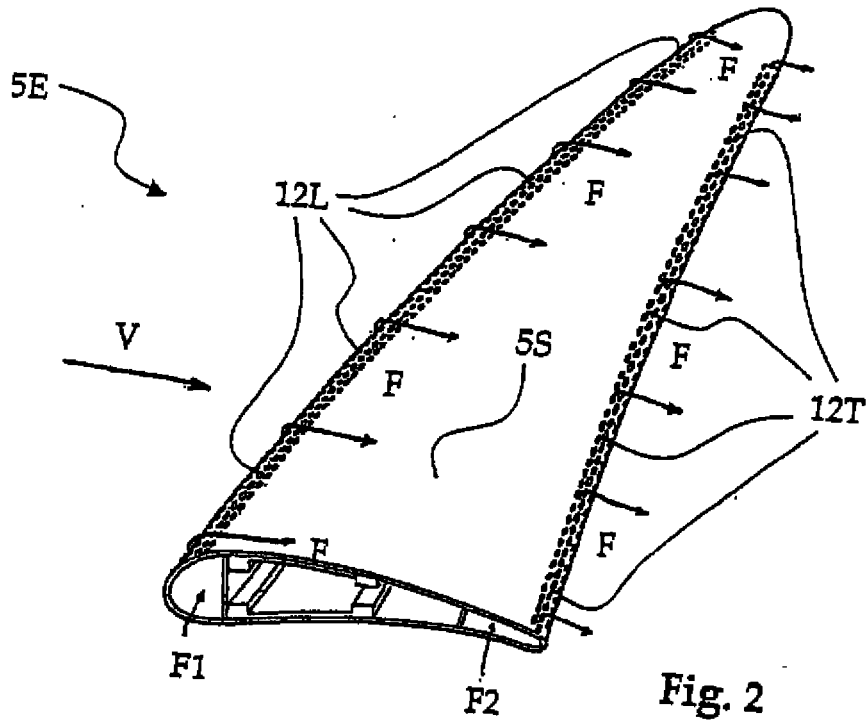
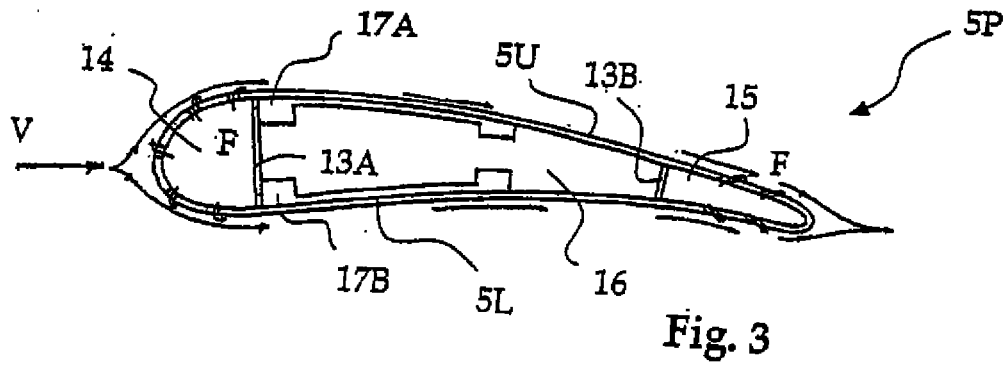
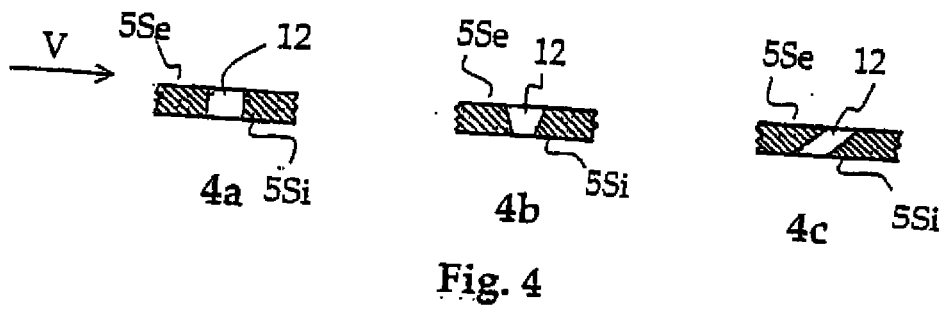
k a r a k t e r i s e r t v e d at utdrivningen utføres slik at det dannes et luftsjikt eller -film på bladene (5) utenfor bladoverflaten (5E) ved åpningene (12), ved termodynamisk samvirke med vinden (V) som treffer i det minste denne bladoverflate (5E) ved åpningene (12), og/eller treffer på vann og is som befinner seg på den ytre overflate

20 (5S) av bladet (5).

39. Fremgangsmåte som angitt i krav 38, og hvor det mellom fremgangsmåte-trinnene

- a) og b) utføres en varmeveksling mellom fluidet (F; F'; F''; F''') og de oppvarmede flater på de første midler (9, IN, 10; TR) i vindenergi-konverteringssystemet (1; 1'; 1''; 1''')
- 25 1''') for å omdanne rotorens (2) roterende bevegelse til å danne elektrisk energi, gjennom et oppsamlingsrom dannet inne i vindenergi-konverteringssystemet.

* * * * *



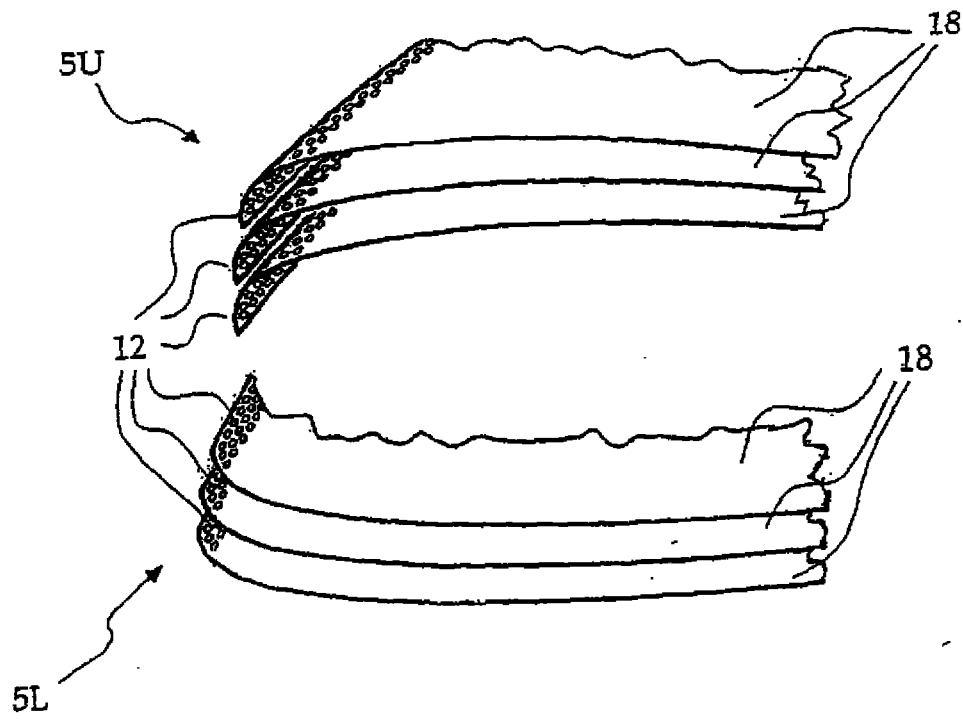


Fig. 5

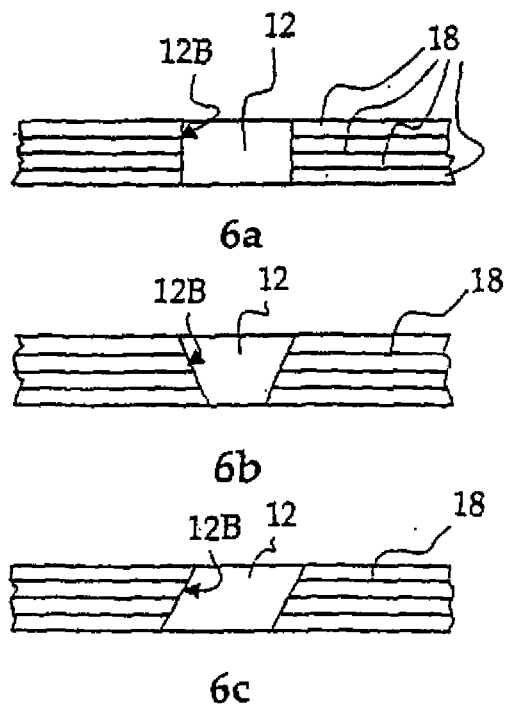


Fig. 6

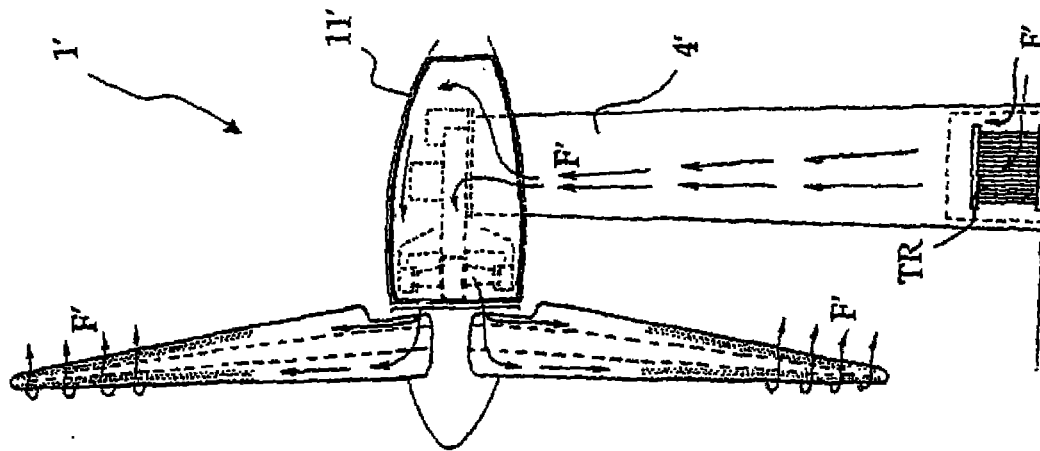


Fig. 9

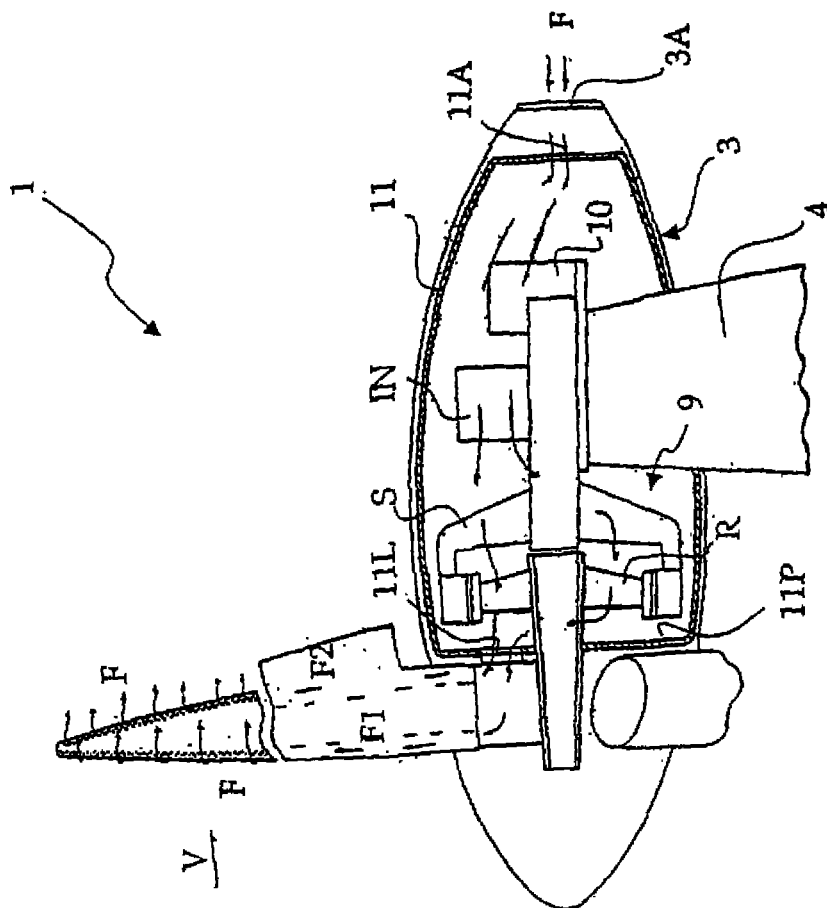


Fig. 8

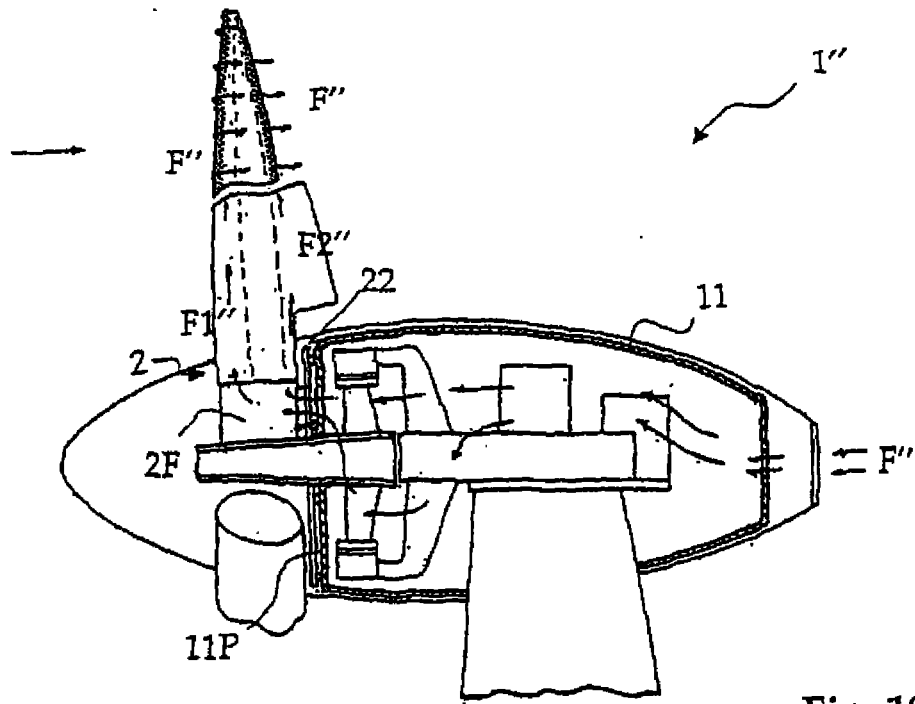


Fig. 10

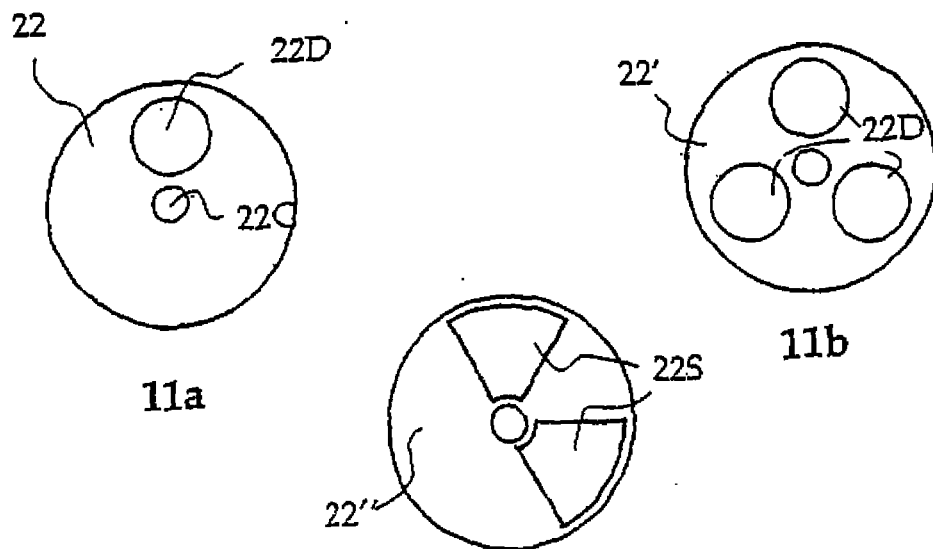


Fig. 11

11c

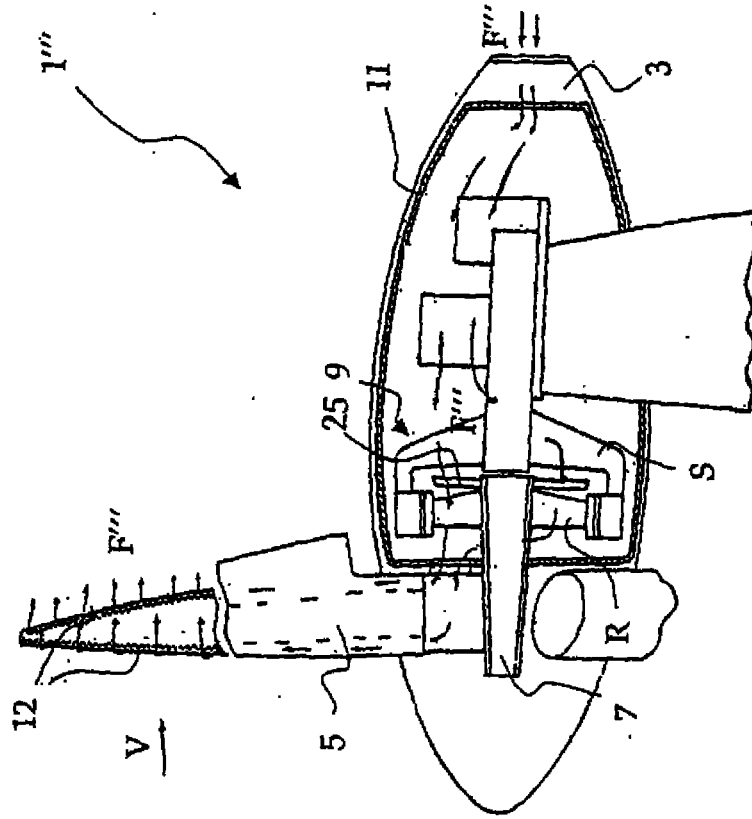


Fig. 14

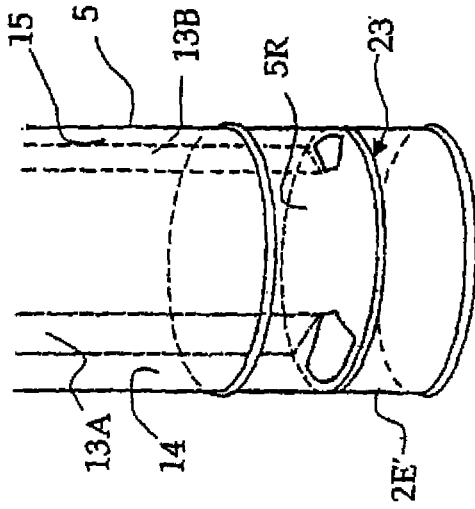


Fig. 12

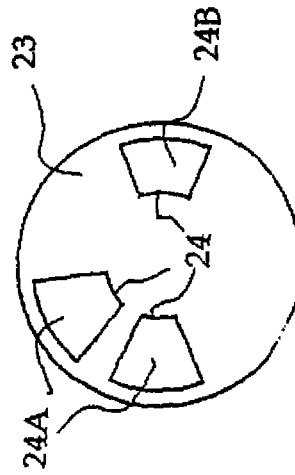


Fig. 13