

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 3430257 T3**



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(12) **Oversættelse af
europæisk patentskrift**

-
- (51) Int.Cl.: **F 03 D 7/04 (2006.01)** **F 03 D 17/00 (2016.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2020-05-04**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2020-02-05**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **17701635.9**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2017-01-04**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2019-01-23**
- (86) International ansøgning nr.: **AT2017060001**
- (87) Internationalt publikationsnr.: **WO2017156562**
- (30) Prioritet: **2016-03-16 AT 5004516 U**
- (84) Designerede stater: **AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
- (73) Patenthaver: **Uptime Holding GmbH, Schönaugasse 7/II, 8010 Graz, Østrig**
- (72) Opfinder: **LANGMAYR, Franz, Karl-Morre-Straße 100, 8020 Graz, Østrig**
GRAY, Christopher, Zinzendorfgasse 23/6, 8010 Graz, Østrig
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Budde Schou A/S, Dronningens Tværgade 30, 1302 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Fremgangsmåde til bestemmelse af vindhastigheden samt udøvelse af fremgangsmåden**
- (56) Fremdragne publikationer:
EP-A2- 2 667 022
US-A1- 2010 078 940

Beskrivelse

Nærværende opfindelse angår en fremgangsmåde til bestemmelse af en vindhastighed i et anlæg med i det mindste to i indbyrdes afstand beliggende vindkraftanlæg.

5

Desuden angår opfindelsen et anlæg med i det mindste to i afstand beliggende vindkraftanlæg.

Fra den kendte teknik kendes forskellige fremgangsmåder til bestemmelse af vindhastigheden i en vindpark. US 2010/078940 A1 omtaler eksempelvis en vindpark med vindkraftanlæg, som omfatter et anemometer. Sædvanligvis bliver vindhastigheden i den forbindelse målt ved hjælp af et på et vindkraftanlæg anbragt anemometer eller ved hjælp af ultralyd på et rotornav. Sådanne målinger er imidlertid unøjagtige, eftersom målingen til stadighed sker punktvis i et turbulent strømningsområde. Relevant for reguleringen af vindkraftanlæg er imidlertid en gennemsnitlig vindhastighed i et område, som rotorvingerne for vindkraftanlægget gennemløber ved en omdrejning.

Med fremgangsmåder ifølge den kendte teknik bestemte vindhastigheder er følgelig kun betinget fyldestgørende for en regulering af vindkraftanlæggene. Desuden kræves der, til udøvelse af fremgangsmåderne ifølge den kendte teknik måleindretninger, som såvel er dyre som også vedligeholdelsesintensive.

Dette er udgangspunktet for opfindelsen. Hensigten med opfindelsen er, at angive en fremgangsmåde af den indledningsvis nævnte art, hvormed et særligt fyldestgørende måleresultat kan opnås.

Desuden skal der angives et anlæg af den indledningsvis nævnte art til udøvelse af en sådan fremgangsmåde.

Den første hensigt opnås ifølge opfindelsen ved en fremgangsmåde af den indledningsvis nævnte art, hvor der ved i det mindste to vindkraftanlæg detekteres en optræden af en ændring af den lokale vindhastighed, hvorefter i det mindste én tidsdifferens bestemmes, hvormed de lokale ændringer optræder forskudt ved de i det mindste to vindkraftanlæg, hvorefter, ved hjælp af tidsdifferensen og en afstand imellem vindkraftanlæggene, vindhastigheden bestemmes.

Indenfor opfindelsens rammer blev det erkendt, at en hastighed af vindstød og således en vindhastighed i et tilsvarende anlæg, på yderst enkel måde kan detekteres ved, at ved de individuelle vindkraftanlæg detekteres lokale ændringer af vindhastigheden og en som regel kendt afstand imellem vindkraftanlæggene divideres med tidsdifferensen, 5 hvormed ændringerne i vindhastigheden ved de individuelle vindkraftanlæg optræder forskudt. Den derved opnåede vindhastighed svarer til den hastighed, hvormed vindstødene henholdsvis strømningsdiskontinuiteten udbredes i strømningsfeltet i anlægget imellem de individuelle vindkraftanlæg, henholdsvis en hastighed for en front med højere hastighed, som strømmer igennem anlægget. Et måleresultat svarer således, til 10 forskel fra med fremgangsmåder ifølge den kendte teknik tilvejebragte måleresultater, ikke blot til en punktvis vindhastighed, således at måleresultatet er væsentligt mere fyldestgørende og bedre kan anvendes til regulering af vindkraftanlæggene henholdsvis hele anlægget.

15 En ændring af den lokale vindhastighed ved et vindkraftanlæg kan detekteres med mange forskellige fra den kendte teknik kendte fremgangsmåder og indretninger, eksempelvis også med sædvanlige anemometre eller lignende.

Det er gunstigt, når optræden af en ændring af den lokale vindhastighed sker ved måling 20 af en af vindhastigheden afhængig tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget, især en af vinden genereret ydelse. Eftersom vindhastigheden ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen bestemmes ved detektion af en udbredelse af en ændring af vindhastigheden, kræves der ved de individuelle vindkraftanlæg ikke nogen nøjagtig bestemmelse af den lokale absolutte vindhastighed. Til detektion af en ændring af den lokale vindhastighed 25 kan der grundlæggende anvendes enhver tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget, som er afhængig af vindhastigheden, også når en eksakt sammenhæng imellem den absolutte vindhastighed og den respektive tilstandsstørrelse ikke er kendt. Eksempelvis kan således en ændring af den lokale vindhastighed ske ved måling af et lydniveau eller detektion af mekaniske belastninger af konstruktionselementer i vindkraftanlægget henholdsvis ændringer af disse tilstandsstørrelser. Således kan detektionen af en ændring 30 af den lokale vindhastighed eksempelvis ske ved detektion af ændringer i mekaniske spændinger henholdsvis dermed indgående ændringer af deformationer i en mast, rotorvinger eller dele i en drivstreng i vindkraftanlægget. Bl.a. kan således også et generatormoment anvendes som tilstandsstørrelse til detektion af en ændret vindhastighed, 35 eftersom ændringer i vindhastigheden kan betinge et ændret generatormoment.

Op til en vindhastighed på ca. 12 m/sek. medfører en ændring i vindhastigheden i forbindelse med vindkraftanlægget ifølge den kendte teknik som regel en ændring af rotorhastigheden, således at i det mindste i et område op til den nævnte vindhastighed kan også et rotoromdrejningstal anvendes til detektion af ændringer i vindhastigheden.

- 5 Især højfrekvente svingninger for vindhastigheden bliver sædvanligvis dæmpet ved en træghed for den som lavpas fungerende rotor i vindkraftanlægget, således at et meget fyldestgørende måleresultat opnås. Ved højere vindhastigheder bliver sædvanligvis, ved hjælp af en regulering, en bladjusteringsvinkel ændret, med henblik på at undgå rotorhastigheder liggende over et bestemt omdrejningstal. Følgelig kan også den regule-
- 10 rede bladjusteringsvinkel anvendes som tilstandsstørrelse til detektion af en ændring af vindhastigheden.

- Til bestemmelse af tidsdifferensen kan der ved kontinuerlige målesignaler af tilstands-
- 15 størrelser fra i det mindste to vindkraftanlæg bestemmes en korrelation imellem tilstandsstørrelserne, eksempelvis idet et signal analyseres i forhold til det andet, og derudfra afledes tidsdifferensen, hvormed fluktuationer i vindhastigheden når senere frem til det efterliggende vindkraftanlæg. Ud fra tidsdifferensen og afstanden imellem vindkraftanlæggene fås vindhastigheden umiddelbart, således at især ved kontinuerlig ud fra tilstandsstørrelser, også ved ringe fluktuationer af vindhastigheden, er en be-
- 20 stemmelse af vindhastigheden med fremgangsmåden ifølge opfindelsen mulig.

- Selvom fremgangsmåden også kan omsættes med vindstød af ringe styrke, er det gun-
- stigt, når et særligt kraftigt vindstød strømmer igennem anlægget, eftersom en optræden af dette på individuelle kraftanlæg kan detekteres særligt nøjagtigt, således at ændringer
- 25 af tilstandsstørrelser, eksempelvis ydelsesændringer, ved de individuelle kraftanlæg kan tilknyttes et vindstød. Det kan imidlertid også være foreskrevet, at ændringer af tilstandsstørrelser, som anvendes til detektion af en ændring af den lokale vindhas-
- tighed, for de individuelle vindkraftanlæg sammenlignes eksempelvis med hensyn til amplitude og varighed, med henblik på at identificere modsvarende ændringer, som er
- 30 betingede af det samme vindstød. Derved er fremgangsmåden også anvendelig, når adskillige vindstød med kort afstand og forskellige retninger strømmer igennem et anlæg.

- Desuden kan også elektriske tilstandsstørrelser anvendes til detektion af en lokal
- 35 ændring af vindhastigheden, som er afhængige af vindhastigheden henholdsvis korrelerer til vindhastigheden, især af vindkraftanlægget afgivet elektrisk ydelse.

Detektionen af en lokal ændring af vindhastigheden via en ændring af den af vindkraftanlægget afgivne elektriske ydelse har vist sig særlig fordelagtig til udøvelse af fremgangsmåden, eftersom den angivne ydelse i forbindelse med vindkraftanlæg som regel uden videre detekteres og den afgivne ydelse samtidigt har en god korrelation
5 med en gennemsnitlig værdi for den lokale vindhastighed på en flade, som rotorvingerne i vindkraftanlægget gennemløber ved en omdrejning.

Eftersom, ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, vindhastigheden bestemmes via en tidsdifferens imellem optræden af et vindstød på i afstand beliggende vindkraftanlæg og
10 en afstand imellem vindkraftanlæggene, er en nøjagtighed for målingen afhængig af en nøjagtighed af detektionen af tidsdifferensen samt en nøjagtighed, hvormed afstanden imellem vindkraftanlæggene indgår i beregningen. Afstanden imellem vindkraftanlæggene kan eksempelvis bestemmes ved hjælp af lasermåleteknik med høj nøjagtighed. Især i forbindelse med høje vindkraftanlæg indvirker også en udbøjning af en mast
15 signifikant på afstanden imellem vindkraftanlæggene. Ved identiske vindkraftanlæg sker der ved identisk vindhastighed også en identisk udbøjning, hvorfor indvirkningen af en masteudbøjning på afstanden imellem vindkraftanlæggene ved identiske vindkraftanlæg er ubetydelig.

20 Såfremt vindkraftanlæg af forskellig type anvendes, kan forekommende afvigelser imellem stivhederne for de individuelle typer henholdsvis deraf resulterende forskellige masteudbøjninger for de individuelle vindkraftanlæg naturligvis også indgå beregningsmæssigt.

25 Det skal forstås, at en indflydelse af en unøjagtighed ved bestemmelse af tidsdifferensen har en så meget desto mindre indflydelse på nøjagtigheden for måleresultatet, jo større afstanden imellem vindkraftanlæggene er.

Med henblik på i sædvanlige vindkraftparker, for hvilke en afstand imellem individuelle
30 vindkraftanlæg udgør omtrent 100 m, at kunne bestemme vindhastigheden med høj nøjagtighed, er det gunstigt, at tilstandsstørrelsen måles kontinuerligt eller med en aftastningsfrekvens på mere end 0,1 Hz, især mere end 1 Hz, fortrinsvis mere end 10 Hz. Derved bliver der ved en vindhastighed på omtrent 10 m/sek. opnået en mindre målefejl på ca. 2%, når tilstødende vindkraftanlæg med en afstand på ca. 100 m anvendes til bestemmelsen af vindhastigheden. Skal en højere nøjagtighed opnås, kan
35

aftastningsfrekvensen også være højere. Yderligere kan der til opnåelse af en særlig høj nøjagtighed anvendes vindkraftanlæg med en meget stor afstand.

Bliver ydelsen anvendt som tilstandsstørrelse til detektion af en lokal ændring af vindhastigheden, skal således ydelsen ved hjælp af tilsvarende måleteknik detekteres med den ovenstående nævnte frekvens, med henblik på at opnå den ønskede nøjagtighed. Sædvanligvis optræder en ydelsesændring forsinket i forhold til en ændring af vindhastigheden. En forsinkelse kan eksempelvis være betinget af en træghed i konstruktionselementer i en drivstreng i vindkraftanlægget. Forsinkelsen, hvormed således en ændring af den lokale vindhastighed påvirker en ændring af den af turbinen afgivne ydelse, er ved vindkraftanlæg af samme type som regel identisk og kan følgelig ses bort fra. Anvendes vindkraftanlæg af forskellig type henholdsvis vindkraftanlæg, ved hvilke forskellige forsinkelser imellem en ændring af den lokale vindhastighed og en ydelsesændring fremkommer, kan disse forskellige forsinkelser ligeledes håndteres ved bestemmelse af tidsdifferensen, med henblik på at opnå en høj målenøjagtighed.

Det er gunstigt, at måleresultaterne lagres og ud fra flere måleresultater dannes en sammenhæng imellem vindhastigheden og i det mindste en tilstandsværdi for vindkraftanlægget. Derved er det, ved den detekterede sammenhæng henholdsvis en fundet korrelation imellem tilstandsstørrelsen og vindhastigheden, også muligt at bestemme vindhastigheden, når vindhastigheden ikke ændrer sig henholdsvis der i strømningsfeltet for anlægget ikke udbredes nogen forstyrrelser. Eksempelvis kan der, ved analyse af en matematisk sammenhæng imellem adskillige vindstød med forskellig vindhastighed og de ved de individuelle kraftanlæg derved tilvejebragte ydelsesstigninger, afledes en sammenhæng imellem en vindhastighed og en afgiven ydelse henholdsvis en korrelationsfunktion, således at efterfølgende, for hvert enkelt vindkraftanlæg ved hjælp af den målte ydelse og ved hjælp af korrelationsfunktionen, bestemmelsen af vindhastigheden kan ske.

Er en tilsvarende sammenhæng afledt af adskillige måleresultater, er det følgelig gunstigt, når tilstandsværdien måles og vindhastigheden bestemmes ved hjælp af den målte tilstandsværdi og sammenhængen imellem vindhastighed og tilstandsværdi. Derved kan vindhastigheden kontinuerligt bestemmes med høj nøjagtighed.

Med fordel anvendes mere end 2 vindkraftanlæg, med henblik på at bestemme en retning for vindhastigheden. Sædvanligvis er vindkraftanlæg i en vindkraftpark henholdsvis et anlæg anbragt regelmæssigt. Ved indføjning af adskillige, fortrinsvis samtlige, vindkraftanlæg i et anlæg kan der via de tidspunkter, hvormed et vindstød når frem
5 til de individuelle vindkraftanlæg, sluttes meget godt til en udbredelsesretning for vindstødet. Den således detekterede retning for vindstødet kan især benyttes ved bestemmelse af en sammenhæng imellem den målte vindhastighed og tilstandsstørrelsen, eksempelvis ydelsen for et vindkraftanlæg, når en udbredelsesretning for vindstødet afviger fra en dominerende vindretning i strømningsfeltet, således at de mod den do-
10 minerende vindretning rettede vindkraftanlæg ikke er rettede optimalt i forhold til vindstødet.

Den yderligere hensigt bliver opnået ved et anlæg af den indledningsvis nævnte art, ved hvilket der ved i det mindste to vindkraftanlæg kan detekteres en optræden af en
15 ændring af en lokal vindhastighed, idet en tidsforskel kan detekteres, hvormed de lokale ændringer af vindhastighed optræder forskudt ved de individuelle anlæg og hvor en databearbejdningsindretning er tilvejebragt, hvormed, ved division af en afstand imellem vindkraftanlæggene med tidsdifferensen, vindhastigheden kan bestemmes.

20 Ved division af den kendte afstand imellem vindkraftanlæggene og den detekterede tidsdifferens kan således enkelt sluttes til en vindhastighed for strømningsdiskontinuiteten imellem vindkraftanlæggene, hvormed strømningsdiskontinuiteten henholdsvis en forstyrrelse i et strømningsfelt udbredes i anlægget.

25 Det er gunstigt, når ændringen af vindhastigheden ved vindkraftanlæggene er mulig ved hjælp af måling af en af vindhastigheden afhængig tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget, især en genereret ydelse for vindkraftanlægget.

Til bestemmelse af vindhastigheden med særlig høj nøjagtighed er det fordelagtigt, at
30 tilstandsstørrelsen kan måles kontinuerligt eller med en aftastningsfrekvens på mere end 0,1 Hz, især mere end 1 Hz, fortrinsvis mere end 10 Hz. Sædvanligvis er en indretning til detektion af den genererede ydelse for vindkraftanlægget tilvejebragt, hvormed ydelsen med passende frekvens kan måles.

Med henblik på også at kunne bestemme vindhastigheden med anlægget ifølge opfindelsen, når der i vindkraftanlægget ikke udbredes nogen forstyrrelse af strømningsfeltet, er det fordelagtigt, at et datalager til lagring af adskillige måleresultater samt et databearbejdningsanlæg er tilvejebragt, hvorved der med databearbejdningsanlægget

5 ud fra flere måleresultater kan bestemmes en sammenhæng imellem den målte vindhastighed og en tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget. Via en sådan tilvejebragt sammenhæng henholdsvis en korrelationsfunktion eller en korrelationskoefficient kan der også ved ikke fluktuerende strømning bestemmes en vindhastighed, idet der ud fra en tilstandsstørrelse, såsom en aktuelt genereret ydelse, entydigt kan sluttes til en vind-

10 hastighed.

Med fordel er et datalager tilvejebragt, hvori en matematisk sammenhæng imellem vindhastigheden og en tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget, især en genereret ydelse, er lagret, således at en aktuel vindhastighed kan bestemmes ved hjælp af den

15 målte tilstandsstørrelse og den matematiske sammenhæng. Den matematiske sammenhæng kan være en korrelationskoefficient eller en korrelationsfunktion, med henblik på direkte ud fra en målt tilstandsstørrelse, såsom en målt ydelse, at kunne slutte til en aktuel vindhastighed.

20 Af fordel er det, når flere end to vindkraftanlæg er tilvejebragt, som er positioneret således, at forskellige udbredelsesretninger for vindstød indenfor anlægget kan detekteres. Hertil er vindkraftanlæggene som regel ikke anbragt langs en ret linie. Fortrinsvis er adskillige vindkraftanlæg anbragt i flere retninger regelmæssigt fordelt, med henblik på særligt nøjagtigt at kunne detektere udbredelsesretninger for vindstød.

25 Yderligere træk, fordele og virkninger af opfindelsen fremgår ved hjælp af det efterfølgende viste udførelseseksempel. På tegningen, hvor der i den forbindelse henvises til, viser:

30 Fig. 1 et anlæg med adskillige vindkraftanlæg;
Fig. 2 skematiske ydelsesforløb for adskillige vindkraftanlæg i det i fig. 1 viste anlæg.

Fig. 1 viser anlæg 1 med adskillige regelmæssigt fordelt anbragte vindkraftanlæg 2, som også betegnes som vindpark. En afstand 3 imellem de individuelle vindkraftanlæg 2

35 udgør omtrent 100 m. Skematisk er en front 4 for et vindstød samt en udbredelsesretning 5 for dette vist. Vindstødet har en højere vindhastighed end et stationært

strømningsfelt for anlægget 1 og når frem til de individuelle vindkraftanlæg 2, afhængigt af en position af dette, på forskellige tidspunkter. En tidsdifferens t_d , hvormed fronten 4 forsinket når frem til tilstødende vindkraftanlæg 2, er i den forbindelse afhængig af en afstand 3 imellem de tilstødende vindkraftanlæg 2 samt vindhastigheden og udbredelsesretningen 5 for vindstødet.

Fig. 2 viser tidsmæssige forløb for målte ydelser for to tilstødende vindkraftanlæg 2 i det i fig. 1 viste anlæg 1. Som det fremgår har ydelsesforløbene tidsmæssigt forskudt optrædende midlertidige ydelsesstigninger 6 med identisk varighed og amplitude, som er betinget af en passage af vindstødet. Ud fra en tidsdifferens t_d , hvormed ydelsesstigningen 6 optræder forskudt ved de individuelle vindkraftanlæg 2, samt en kendt afstand 3 imellem vindkraftanlæggene 2 kan der sluttes til en hastighed for vindstødet. Tidsdifferensen t_d kan her ske automatiseret, eksempel ved bestemmelse af de tidspunkter, på hvilke de individuelle ydelser har maksimale værdier, og dannelse af tidsdifferensen t_d mellem disse tidspunkter. Yderligere kan der ud fra den således detekterede vindhastighed og en maksimal ydelsesværdi under ydelsesstigningen 6 sluttes til en sammenhæng imellem vindhastighed og ydelse for vindkraftanlægget 2 ved den aktuelt detekterede vindhastighed.

Desuden har anlægget 1 et datalager samt et databearbejdningsanlæg, som ikke er vist. I datalageret kan data for forskellige målinger, eksempelvis altså detekterede vindhastigheder, maksimale ydelser for vindkraftanlæggene 2 og stigning henholdsvis den tidsafledede af den afgivne ydelse under passagen af et vindstød, lagres, således at en sammenhæng henholdsvis en korrelation imellem den målte ydelse henholdsvis en afledt af samme og den målte vindhastighed kan dannes. Via denne sammenhæng henholdsvis via den detekterede korrelation, kan der efterfølgende ved hjælp af databearbejdningsanlægget også bestemmes en vindhastighed, når der i strømningsfeltet i anlægget 1 ikke udbredes nogen forstyrrelser henholdsvis vindstød. Derved muliggøres eksempelvis en måling af vindhastigheden med høj nøjagtighed ved hjælp af ydelsesmålingen.

Med en fremgangsmåde ifølge opfindelsen er en højnøjagtig måling af en vindhastighed i vindparker mulig, uden at der hertil ville kræves supplerende måleindretninger, hvorved en vedligeholdelsesomkostning for anlægget 1 reduceres. Desuden kan man undlade sædvanlige indretninger til vindhastighedsmåling, således at der eksempelvis ikke længere kræves et anemometer til en måling af vindhastigheden under drift.

Detektionen af vindhastigheden sker fortrinsvis via den målte ydelse, således at vindhastigheden ikke, som med fremgangsmåden ifølge den kendte teknik, kun detekteres punktvist, men den effektivt på rotoren virkende vindhastighed kan bestemmes. Ved anvendelse af mere end to vindkraftanlæg 2, som ikke er anbragt på en linie, kan

5 også en nøjagtig bestemmelse af retningen for vindstødet opnås. Desuden kan der, ved en sammenligning med ydelsesstigningen 6 ved de individuelle kraftanlæg 2 ved det samme vindstød, tilvejebringes og sammenlignes data vedrørende en kvalitet for de individuelle vindkraftanlæg 2. Især kan en ringere ydelsesstigning 6 ved ét vindkraft-

10 anlæg 2 sammenlignet med foran- og efterliggende vindkraftanlæg 2 antyde et vedligeholdelsesbehov for dette vindkraftanlæg 2.

Eftersom aktuelt installerede vindparker, henholdsvis vindkraftanlæg 2 i vindparker, som regel er udstyrede med en indretning til detektion af den genererede ydelse, kan fremgangsmåden med særlig ringe omkostninger også anvendes i forbindelse med

15 eksisterende anlæg 1, med henblik på at detektere vindhastighed med høj nøjagtighed og reducerede vedligeholdelsesomkostninger.

Eksisterende indretninger til vindhastighedsmåling, såsom anemometre eller ultralyds-måleindretninger kan naturligvis også yderligere anvendes og kalibreres ved hjælp af

20 fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Dette er af særlig fordel ved ringere vindhastigheder eller lavere temperaturer, eftersom indretninger ifølge den kendte teknik ved sådanne omgivelsesbetingelser hyppigt har en ringe nøjagtighed. Til forskel herfra opnås der ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen også ved ringe hastigheder høje nøjagtigheder. En sådan in situ kalibrering er i det væsentlige mulig uden supplerende

25 omkostninger, således at der sammenlignet med sædvanlige kalibreringsfremgangsmåder kan spares omkostninger.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til bestemmelse af en vindhastighed i et anlæg (1) med i det mindste to i indbyrdes afstand beliggende vindkraftanlæg (2), **kendetegnet ved, at** ved de i det mindste to vindkraftanlæg (2) detekteres en optræden af en ændring af den lokale vindhastighed, hvorefter i det mindste én tidsdifferens (td) bestemmes, hvormed de lokale ændringer optræder forskudt ved de i det mindste to vindkraftanlæg (2), hvorefter der ved hjælp af tidsdifferensen (td) og en afstand (3) imellem vindkraftanlæggene (2) sker en bestemmelse af vindhastigheden.
- 10
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved, at** optræden af en ændring af den lokale vindhastighed sker ved måling af en af vindhastigheden afhængigt tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget (2), især en af vinden genereret ydelse.
- 15
3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, **kendetegnet ved, at** tilstandsstørrelsen måles kontinuerligt eller med en aftastningsfrekvens på mere end 0,1 Hz, især mere end 1 Hz, fortrinsvis mere end 10 Hz.
4. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 1 til 3, **kendetegnet ved, at** måleresultater lagres og ud fra adskillige måleresultater dannes en sammenhæng imellem vindhastigheden og i det mindste én tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget (2).
- 20
5. Fremgangsmåde ifølge krav 4, **kendetegnet ved, at** tilstandsstørrelsen måles og vindhastigheden bestemmes ved hjælp af den målte tilstandsstørrelse og sammenhængen imellem vindhastigheden og tilstandsstørrelsen.
- 25
6. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 1 til 5, **kendetegnet ved, at** mere end to vindkraftanlæg (2) anvendes, med henblik på at bestemme en retning for vindhastigheden.
- 30
7. Anlæg (1) med i det mindste to i indbyrdes afstand beliggende vindkraftanlæg (2), som er indrettede til udøvelse af en fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 1 til 6, **kendetegnet ved, at** ved de i det mindste to vindkraftanlæg (2) kan en optræden af en ændring af en lokal vindhastighed detekteres, idet en tidsdifferens (td) kan detekteres, hvormed de lokale ændringer af vindhastigheden ved de individuelle vindkraftanlæg (2) optræder forskudt, og hvor en databearbejdningsindretning er tilvejebragt, hvormed, ved
- 35

division af en afstand (3) imellem vindkraftanlæggene (2) med tidsdifferensen (td), vindhastigheden kan bestemmes.

5 8. Anlæg (1) ifølge krav 7, **kendetegnet ved, at** ændringen af vindhastigheden ved vindkraftanlæggene (2) er mulig ved hjælp af måling af en af vindhastigheden afhængig tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget (2), især en genereret ydelse for vindkraftanlægget (2).

10 9. Anlæg (1) ifølge krav 7 eller 8, **kendetegnet ved, at** et datalager til lagring af adskillige måleresultater samt et databearbejdningsanlæg er tilvejebragt, hvor der ved hjælp af databearbejdningsanlægget ud fra adskillige måleresultater kan bestemmes en sammenhæng imellem den målte vindhastighed og en tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget (2).

15 10. Anlæg (1) ifølge ethvert af kravene 7 til 9, **kendetegnet ved, at** et datalager er tilvejebragt, hvori en matematisk sammenhæng imellem vindhastigheden og en tilstandsstørrelse for vindkraftanlægget (2), især en genereret ydelse, er lagret, således at en aktuel vindhastighed kan bestemmes ved hjælp af den målte tilstandsstørrelse og ved hjælp af den matematiske sammenhæng.

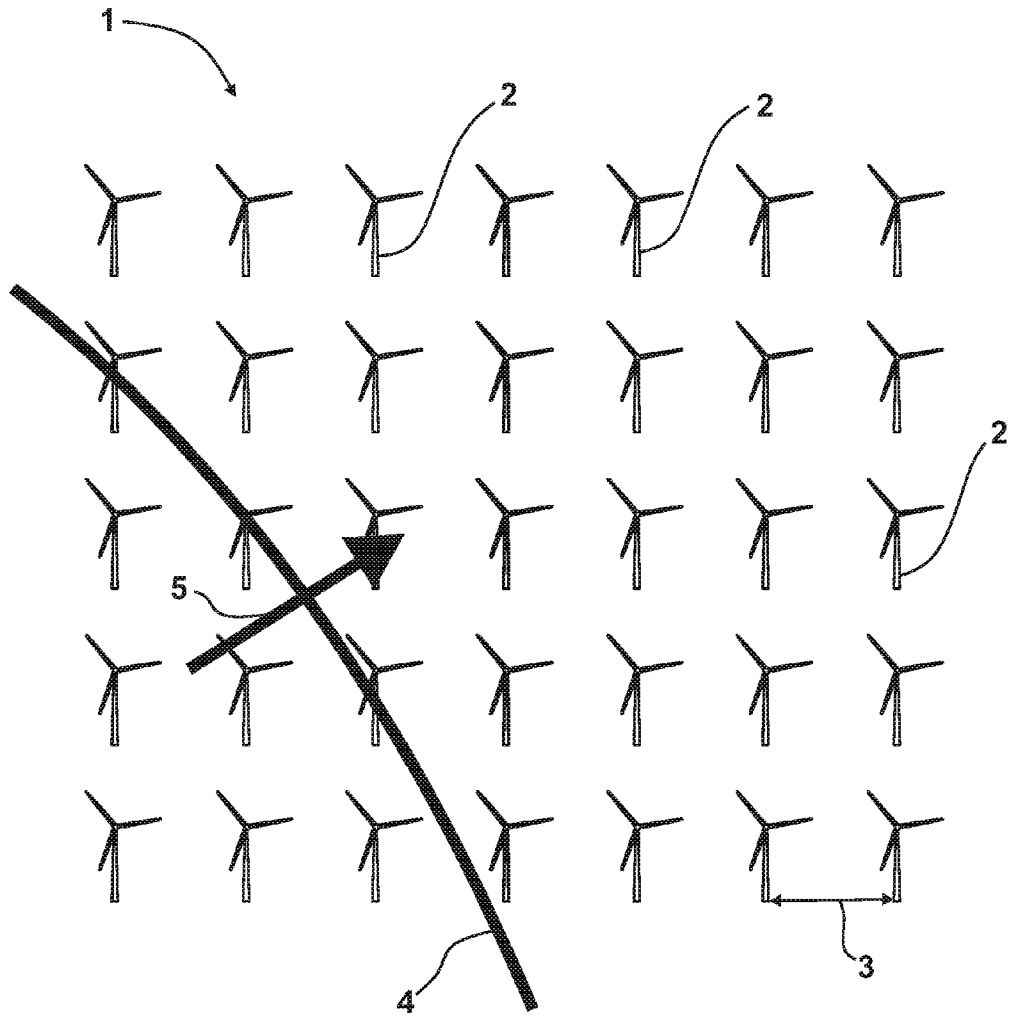


Fig. 1

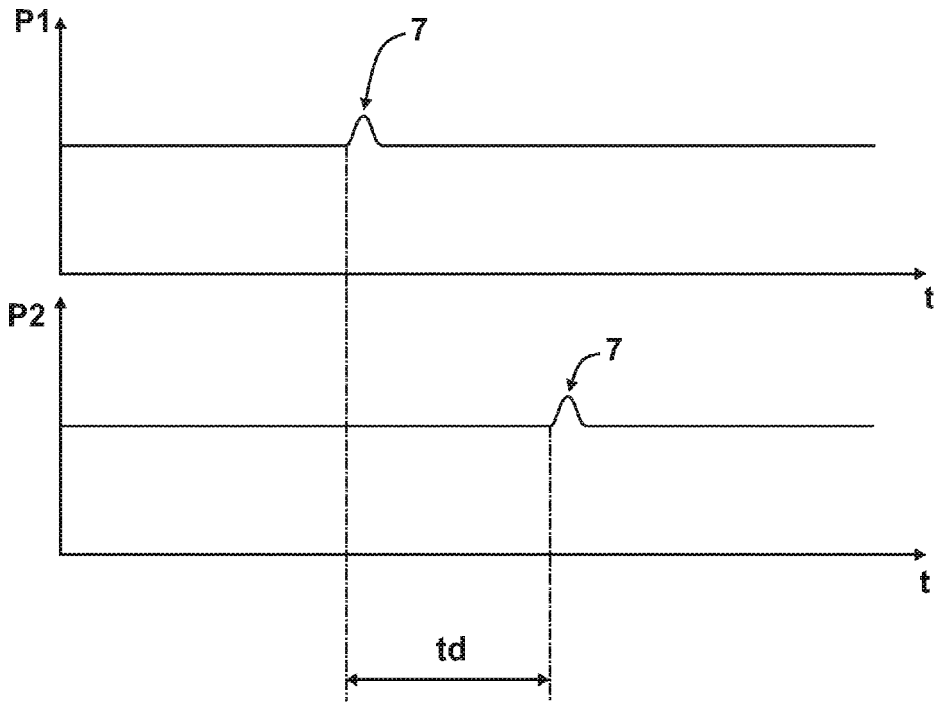


Fig. 2