

## **Endelig rapport for Risø DTU's undersøgelsen af møllehavarier på Vestas møller den 22. og 23. februar 2008.**

Undersøgelsen gennemføres efter anmodning fra Energistyrelsen af Energistyrelsens Godkendelsessekretariat for Vindmøller i samarbejde med Risø-DTU eksperter.

### **1) Havariforløbet af en Vestas (Nordtank) 600 kW vindmølle ved Halling, Hornslet 22. februar 2008, kl. ca. 15.20.**

Pladsen med den havarede mølle, som står som den nordligste i en række på 5 er blevet besigtiget tirsdag formiddag den 26. februar, og der har været afholdt et orienterende møde med Vestas om eftermiddagen. Hændelsesforløbet er baseret på oplysninger fra Vestas og billeder fra TV 2 Øst og fra naboen.

#### **Beskrivelse af Mølletypen:**

- Mølle er en Vestas (Nordtank NKT600-180/43). Møllen er idriftsat den 23. dec. 1996, som den første af en række på 5 møller.
- Mølle er privat ejet
- Mølletypen, der ikke produceres mere, er godkendt af Risø den. 15. september 1996. (nr. B-130-1 rev1).

#### **Hændelsesforløb.**

- Vestas har oplyst, at der var tilkaldt service til møllen, som følge af fejl ved bremsefunktionen (fejl: "bremse slidt"). Ved det forudgående rutinemæssige hovedeftersyn var det bemærket, at hovedgearet støjede en del, og der blev anbefalet og afgivet tilbud på endoskop undersøgelse, som ikke nåede at blive iværksat.
- Et Vestas serviceteam ankommer fredag formiddag for at checke bremsefunktionen og montørerne reparerer og afprøver bremsene.
- Vindmøllens bremsefunktion afprøves fra møllehatten en 8-10 gange. Herefter startes møllen fra bunden af tårnet, med henblik på at få den på nettet igen til normal produktion. Det blæser på det tidspunkt meget kraftigt, og under opstart anvendes tip bremsene ifølge oplysninger på mødet hos Vestas til at styre rotorrens omdrejninger indtil driftshastighed kan opnås. Det vil sige at tipperne er slået ud under opstart.
- Under opstarten af møllen lige da den kobles på nettet lyder der støj fra møllehatten og montøren trykker på stopknappen. Møllens styresystem starter en kontrolleret stopprocedure, men umiddelbar herefter kommer der et brag (formodentlig

gearkassen der havarerer), så møllen ryster kraftigt og kabelholdere mv. rasler ned i tårnet. Rotoren stopper brat et øjeblik, men kører så videre. Rotorens omdrejningstal er forholdsvis lavt, men det konstateres, at møllen ikke kan styres fra kontrolpanelet og stoppes med den mekaniske bremse på high speed akslen. Af hensyn til egen sikkerhed forlades møllen hurtigt. Uden for møllen konstateres, at de aerodynamiske bremsere (drejelige tipper) er knækket af.

- Det blæser meget kraftigt, og møllen øger sin omdrejningshastighed og opnår overløbshastighed.
- Servicefolkene kontakter politiet for at få afspærret området, og der blev i samarbejde med dem etableret en sikkerhedszone på 400 meter og naboer advaret. Denne tilstand varer i ca. 2½ time.
- Møllen havarerer herefter. Hændelsesforløbet filmet af en nabo og vis i TV2. Resultatet af havariet er, at vingerne kollapser, tårnet rammes og får en stor sammenstrykning og møllehatten bøjer forover (mod vindretningen). Vingestykker fra alle tre vinger spredes i stor afstand på læsiden af møllen, næsten 180 grader.
- Møllehatten og den øverste halvdel af tårnet styrter ned på jorden lige foran møllen og generatoren falder ud, så den ligger ved siden af.
- Større stykker af vingerne er landet 2-300 meter væk, mens mindre stykker skønnes at være fløjet op til 500 meter. Der er fundet mindre lette stykker overe ved en gård ca. 700 meter væk, men disse kan lige så godt være blæst der over efterfølgende, som følge af den meget kraftige vind på tidspunktet.
- Nederste halvdel af mølletårnet bliver stående. En inspektion af gearret viser at gearret er beskadiget.
- Ingen personer kommer til skade.

### **Vurdering af hændelsesforløbet**

- Det sandsynlige hændelsesforløb er at gearkassen havarerer og forårsager et kraftigt kortvarigt stop så vingetipbremserne knækker og slynges af, mens de er slået ud. Bremsen på den hurtige aksel er ude af funktion, som følge af, at der ikke kan overføres moment igennem gearkassen.
- Det blæser meget kraftigt, så rotoren, der nu ikke kan bremses, går i overløb. Rystelserne fra blokeringen har fået rystekuglen til at falde ned, hvorved møllens nødstrømssystem er aktiveret, og funktioner som krøjesystemet er således er blevet sat ud af drift.
- Fra dette øjeblik var det i praksis ikke muligt manuelt at standse møllen og et havariet uundgåeligt. Rotoren begynder nu at accelerer op og tipperne der hænger løse i lynaflederstangen, der brækker hurtigt af og falder til jorden.
- Fra billeddokumentationen (taget fra naboens hus) ses de sidste sekunder af løbskkørselen ses at møllens ene vinge kollapser, antagelig da tipstyret slynges ud,

hvorved vingen har mistet sin styrke og hurtigt kolliderer. Møllens rotor kommer i ubalance og tårnet folder sammen nacellen resulterende i at en vinge kolliderer med tårnet. Alle bolte i tårnets flangesamling knækker og møllen styrter til jorden.

- Efterfølgende undersøgelser af gearet viste omfattende skader. Gearets 3 udvekslingstrin (high-speed trinnet) er undersøgt og viste at tænderne i indgrebsområdet stort set var slebet væk af det stadig roterende high-speed tandhjul. Dette bekræfter ovennævnte hændelsesforløb.
- Der er udarbejdet havarirapport af Rapport dato: 19. juni 2008 til Vestas Technology R&D Danmark af Morten H. Jensen, Rådgivende ingeniør, Leif Hansen Wind Power Technology, Denmark. Denne rapport konklusioner bekræfter ovennævnte hændelsesforløb.
- Det er Godkendelsessekretariatet vurdering, at der er tale om et samlet sæt af uheldige omstændigheder, som i den pågældende situation var vanskelige at forudse. Forløbet viser dog, at det er vigtigt, at vindmøller serviceres rigtigt og af kvalificeret personale.

## **2) Vurdering af havari-forløbet af en Vestas V47 660 kW ved Sidinge den 23. februar 2008**

Møllepladsen ved Sidinge er ikke besigtiget, da der er tale om et mindre kompliceret forløb.

### **Beskrivelse af Mølletypen:**

- Mølle er en Vestas V47 660 kW. Møllen er idriftsat i august 2000.
- Møllen er ejet af et møllelaug.
- Mølletypen, der ikke produceres mere, er godkendt af Germanischer Lloyd den 16. juni 2000. (nr. GA-02B-2000).

### **Hændelsesforløb**

- Vestas har oplyst, at en vinge er knækket af tidligt om morgenen den 23. februar 2008. Havariet blev efterfølgende opdaget af en nabo.
- Vingen er knækket af mellem vingerod og nav og har ramt jorden ca. 60 meter fra møllen.
- Det er konstateret, at boltene i nav til vingelejet er brækket.
- Inger personer er kommet til skade.

### **Vurdering af hændelsesforløbet**

- Vestas' egen inspektion af de knækkede bolte har vist, at der er tale om brud forårsaget af manglende tilspændingsmoment på nogle af boltene, hvilket over tid fører til udmattelsesbrud, efterfulgt af en dominoeffekt på øvrige bolte.
- Vestas har oplyst at den manglende tilspænding kan stamme helt tilbage fra møllens opstilling, og beklagelig vist ikke blevet afsløret ved de årlige check.
- Godkendelsessekretariatet finder, at det beskrevne hændelsesforløb er sandsynligt, og manglende eftersyn af tilspændingen på bolte er kritisk for møllens sikkerhed.

### **Samlede anbefalinger**

- Det anbefales, at det Rådgivende Udvalg for Godkendelsesordningen gennemgår og vurderer hændelsesforløbene snarest muligt, og at der udarbejdes retningslinjer, der sikrer, at det af type- og projektkendelserne tydeligere fremgår hvilke krav til løbende vedligeholdelse, der indgår som forudsætninger for de udstedte godkendelser af møllen.
- Ligeledes anbefales, at spørgsmålet om krav til løbende service og vedligeholdelse af vindmøller drøftes hurtigst muligt i det Rådgivende Udvalg for Godkendelsesordningen og sammen med service branchen i øvrigt for at sikre, at alle møller fremover får foretaget den nødvendige service og vedligeholdelse på en kvalitetsmæssig forsvarlig måde.