

## WOWECO II: Hersteller Workshop zu Vereisungsthemen

### WOWECO II: Manufacturers Workshop on Wind Energy Operation in Cold Climate

Seifert, Henry; DEWI

Tammelinn, Bengt; Finnish Meteorological Institute, Finland

#### Summary

*As a part of the EU/JOULE III WECO (Wind Energy Production in COld Climate) project the WOWECO II workshop was held on 2 June 1997 at DEWI in Wilhelmshaven. The aim of the workshop was to transfer information from the WECO project and its results achieved up to now to industry. The industrial participants considered the effect of icing of wind turbines important to be investigated.*

*All together 14 representatives from turbine, blade and instrument manufacturers, consulting companies and research institutes from 4 European countries participated in the workshop. Presentations on the WECO project, for example heating system of the blades and effect of icing on wind turbines and instrumentation were given by the WECO partners. The presentations were followed by lively discussions on wind speed measurements, ice detection, de-icing and anti-icing of blades, energy predictions in cold climates, changed aerodynamics and additional loads and load cases.*

#### Some key results of the workshop

*For the wind turbine manufacturers it is important to know how large is the European and world wide market for wind turbines specially designed for cold climate conditions, and what will be the regulations and limitations given by authorities for turbines operating under icing conditions. The European data will be given by the WECO project in the form of a European icing map, based on observations from various weather stations and on experimental data from various operating wind power plants and test stations.*

*Ice throw is an essential problem when the location of the wind energy power plant is planned to operate close to public roads, housing, power lines etc. at ice endangered sites. According to the observations and simulations available up to now it can be recommended for sites with high probability of icing to keep a distance  $d_{ice}$  between the turbines and nearest objects of about  $d_{ice} = 1.5 \cdot (\text{hub height} + \text{diameter})$ , or it can be recommended to stop the turbine automatically during the icing period and wind coming from unfavourable directions, if the public safety might be affected by ice throw.*

*Manufacturers are furthermore interested in changed aerodynamics and loads due to icing. It was noted that many turbines at inland sites had stopped due to icing conditions, and did not start again even after the icing period. This happened for example due to changed aerodynamics, frozen control anemometers or unbalanced rotors. To get a better idea of the aerodynamics of iced airfoils and to calculate the additional loads, wind tunnel tests with airfoils showing various ice accretion at the leading edge were performed within the WECO project. The newest results from these wind tunnel tests were presented and delivered to the participating manufacturers.*

*The additional mass at the blades due to icing was found to be not the critical load case, but the natural frequencies of the blades might change leading to resonance during operation. Furthermore a slightly unbalanced rotor starts operating very late, compared to an ice free rotor, causing additional loss of energy.*

*The heating of the blades' leading edge may be a good solution especially in regions of heavy icing. A prototype heating system was tested and optimised within the WECO project in Northern Finland on a 220 kW turbine. The annual heating power demand is less than 3 % of the total produced energy, when the elements are used during icing conditions for de-icing, at a site where about 1/3 of annual energy would have been lost due to icing. At present the investment of heating elements for sites of heavy icing is less than 10 % of the turbine investments. The location of the heating elements on the blade and the needed heating power can be predicted for various sites using the models developed within the WECO project. In order to optimise the use of heating elements a low cost and reliable instrument to detect icing is needed. As an example of a simple instrumentation the use of two anemometers, an ice free and an ordinary one, as in-*

put for the control system was discussed. On the other hand a special ice detector is being tested within the project. Both methods will be investigated at various WECO sites during the next winter.

It was noted that reliable ice free anemometers are urgently needed for control systems of wind turbines operating under icing conditions and for wind measurements in cold climate. At present only few reliable ice free anemometers are available. Within the WECO project some ice free anemometers are tested and calibrated in the wind tunnel and at wind energy test stations.

The general discussion was followed by individual discussions between industrial participants and WECO experts. It was also noted that in EWEC '97 seven WECO papers will be presented, and the results from the coming winter will be discussed widely in the BOREAS IV conference in late March 1998 in Northern Finland.

### **Conclusion**

The WOWECO II workshop proved to be very useful for both, the industry and the WECO project. The industry was informed about the problems and results concerning icing of wind turbines. The further needs of industry were identified concerning wind energy production under icing conditions by the project partners. The workshop also showed that the objectives and the followed work program of the WECO project meet well the aim to improve the wind energy utilisation in cold climate.

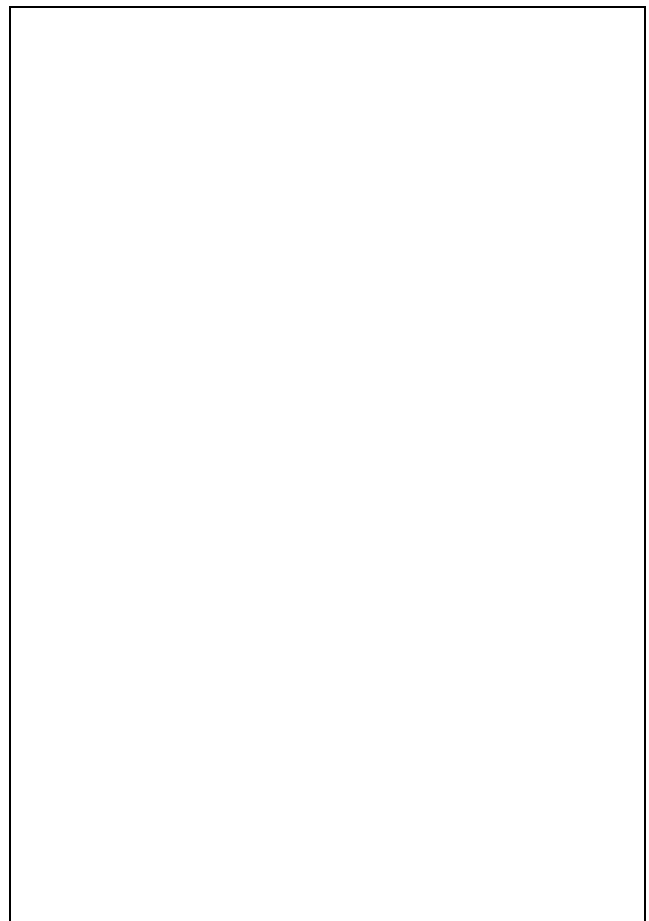
## **1. WOWECO II: Manufacturers Workshop on Wind Energy Operation in Cold Climate**

Als Teil des EU-JOULE III Forschungsprojekts WECO veranstaltete das DEWI den Workshop WOWECO II am 2. Juni 1997 in Wilhelmshaven. Informationen über und erste Ergebnisse aus dem WECO Projekt wurden der Industrie vorgestellt, die im übrigen die Erforschung des Einflusses von Vereisung auf den Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) als sehr wichtig erachteten.

Es nahmen zusammen 14 Vertreter von Windenergieanlagen-, Rotorblatt- und Instrumentenherstellern, Beratungsfirmen und von Forschungsinstituten aus vier europäischen Ländern teil. Den Vorträgen über das WECO-Projekt, Rotorblattbeheizung und den Einfluß von Vereisung auf den WEA-Betrieb und Instrumentierung folgten jeweils angeregte Diskussionen. Darin ging es hauptsächlich um die Themen: Windmessungen, Eissensorik, Enteisung und Eisvermeidung von Rotorblättern, Energieprognose an Standorten mit kaltem Klima, veränderte Aerodynamik und Lasten sowie um Lastannahmen.

## **2. Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse**

Für die Hersteller war es wichtig zu wissen, wie groß der europäische und weltweite Markt für WEA ist, die speziell für den Betrieb unter niedrigen Temperaturen und bei Vereisungsbedingungen ausgelegt sind. Weiterhin wird nach behördlichen Auflagen und Vorschriften für die Aufstellung von WEA in diesen Regionen gefragt. Welche Gebiete Europas zu diesen Regionen gehören, wird das WECO-Projekt in Form eines „Eis-Atlas“ beantworten, der auf Beobachtungen verschiedener Wetterstationen und experimenteller Daten von verschiedenen WEA-Standorten in Europa basiert.



Eisabwurf ist ein wesentliches Problem, wenn an Binnenlandstandorten mit erhöhter Vereisungsgefahr WEA zu dicht an öffentliche Straßen, Gebäude, Freileitungen geplant werden. Entsprechend der bisherigen Beobachtungen und der Simulationen kann für solche Standorte, an denen mit hoher Wahrscheinlichkeit mit mehreren Tagen Vereisung im Jahr gerechnet werden muß, empfohlen werden, einen Abstand von  $1,5 \cdot (\text{Nabenhöhe} + \text{Durchmesser})$  zu den nächsten gefährdeten Objekten einzuhalten. Ist dies nicht möglich, sollte die Anlage während der Vereisungsbedingungen automatisch abgeschaltet bleiben, es sei denn, der Wind kommt aus Richtungen, die eine Gefährdung dieser Objekte durch Eisabwurf ausschließen.

Die Hersteller zeigten sich weiterhin interessiert am Einfluß von Vereisung auf die Rotorblattaerodynamik und die geänderten Lasten. Es wurde berichtet, daß viele Binnenland-WEA vereisungsbedingt abschalteten und selbst nach Beendigung der Vereisungsursachen nicht wieder automatisch starteten. Dies passierte beispielsweise durch veränderte Aerodynamik der vereisten Profile, festgefrorene Anemometer der Betriebsführung oder durch vereisungsbedingte Rotorunwucht. Um eine genauere Vorstellung der Aerodynamik und der resultierenden Lasten unter diesen Umständen zu bekommen, wurden Profile mit verschiedenem Eisansatz an der Nase im Windkanal im Rahmen des WECO Projekts gemessen. Die neuesten Ergebnisse wurden vorgestellt und den anwesenden Herstellern mitgegeben.

Die Zusatzmasse durch den Eisansatz wurde nicht als der kritische Lastfall angesehen, wohl aber die dadurch geänderte Eigenfrequenz, die, angeregt durch den Betrieb, zur Resonanz und damit zu kritischen Belastungen führen könnte. Weiterhin kann selbst ein leicht unwuchtiger Rotor den automatischen Start verhindern und damit unnötigen Energieertragsverlust produzieren.

Heizelemente in der Blatt Nase können an stark vereisungsgefährdeten Standorten eine sinnvolle Lösung darstellen. Ein Prototyp einer solchen Blattheizung wurde im Rahmen des WECO Projekts in Nordfinland an einer 220 kW WEA getestet und optimiert. An einem Standort, an dem ein Drittel des Jahresenergieertrags durch Vereisung verloren ginge, sind nur 3 % der gelieferten Energie notwendig, um durch die Rotorblattheizung die Rotorblatt Nase eisfrei zu halten. Zur Zeit liegen die Kosten für solche Systeme unter 10 % der Investitionskosten der Maschine. Ort und Leistungsbedarf der Heizelemente können für verschiedene Einsatzzwecke mit Rechenprogrammen abgeschätzt werden, die im WECO-Projekt entwickelt wurden. Um den Einsatz der Heizelemente im Betrieb zu optimieren, wird ein preiswerter und zuverlässiger Eissensor benötigt. Als Beispiel für eine einfache und praktikable Lösung wurde der Einsatz zweier Anemometer für die Betriebsführung der WEA diskutiert, wobei eines davon ein „eisfreies“ und das andere ein „normales“ Anemometer sein sollte. Diese Methode und spezielle Eissensoren werden an verschiedenen Standorten im nächsten Winter erprobt.

Es wurde weiterhin festgestellt, daß zuverlässig anzeigende, eisfreie Anemometer und Windfahnen für WEA-Betriebsführungen sowie für Windmessungen in vereisungsgefährdeten Gegenden dringend benötigt werden. Im Rahmen des WECO-Projekts werden solche Instrumente im Windkanal getestet und kalibriert und an WEA Standorten erprobt.

Der allgemeinen Diskussion folgten individuelle Gespräche zwischen den Industrieteilnehmern und den WECO-Experten. Für Interessierte sei an dieser Stelle bekanntgegeben, daß auf der Europäischen Windenergiekonferenz EWEC '97 in Dublin sieben WECO - Beiträge veröffentlicht werden und daß die Ergebnisse der Untersuchungen des kommenden Winters auf der BOREAS IV Konferenz Ende März 1998 in Lappland vorgestellt und diskutiert werden.

### 3. Resümee

WOWECO II erwies sich sowohl für die beteiligte Industrie als auch für die Projektpartner als sehr nützliche Veranstaltung. Die Industrie wurde über die Forschungsergebnisse des Projekts informiert und die Projektpartner konnten erfahren, welche Informationen die Hersteller bezüglich Vereisung aktuell benötigen. Der Workshop zeigte weiterhin, daß die gesetzten Ziele und das Arbeitsprogramm des WECO - Forschungsvorhabens richtig und an der Praxis orientiert gewählt wurden.