



**Bộ Công Thương
Tổng cục Năng lượng**

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

BÁO CÁO CUỐI CÙNG

Phân tích số liệu gió

**Huyện EaDrang,
Tỉnh Đắk Lắk**

Tháng 7/2013



Supported by



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

Chủ đầu tư: Dự án “Xây dựng khung chính sách và hỗ trợ kỹ thuật cho điện gió nổi lưới tại Việt Nam” (GIZ/MoIT)
Tầng 5, 85 Nguyễn Du, Hai Bà Trưng, Hà nội, Viet Nam
T: + 84 4 3941 2605 - (14)
F: + 84 4 3941 2606
I: www.giz.de/vietnam
www.renewableenergy.org.vn

Tư vấn trong nước: Công ty Tư vấn và Xây dựng Điện 3 (PECC3)
32 Ngô Thời Nhiệm, Quận 3, Hồ Chí Minh
Người chịu trách nhiệm: Ông Nguyễn Hoàng Dũng

Tư vấn độc lập:
Ông Nguyễn Quốc Khánh
Hà nội

Tư vấn quốc tế: Công ty ProfEC Đức
Südring 13, 26125 Oldenburg, Đức

Nội dung

1	TÓM TẮT CHUNG	4
2	BỐI CẢNH VÀ PHẠM VI	5
3	PHƯƠNG PHÁP LUẬN	7
3.1	Các yêu cầu được xem xét trong Phân tích tiềm năng gió	9
3.1.1	Ghi chép tư liệu về trạm đo.....	9
3.1.2	Cột đo gió.....	10
3.1.3	Cần quay (Cần quay ngang).....	10
3.1.4	Chiều cao tháp và chiều cao đo gió	10
3.1.5	Khoảng thời gian thực hiện chương trình đo gió	10
3.1.6	Trang thiết bị.....	10
3.1.7	Lưu trữ số liệu.....	11
3.1.8	Bảo trì và giám sát trạm đo gió.....	11
4	KẾT QUẢ ĐO	12
5	ĐIỀU CHỈNH DÀI HẠN	15
6	CÁC YẾU TỐ BẤT ĐỊNH CỦA CHƯƠNG TRÌNH ĐO GIÓ	17
7	PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ CHI TIẾT SỐ LIỆU ĐO GIÓ	18
	PHỤ LỤC A – PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ CHI TIẾT SỐ LIỆU ĐO GIÓ	19
	PHỤ LỤC B – BẢNG HIỆU CHỈNH AN NINH ĐÔNG	26
	PHỤ LỤC C – ĐIỀN SỐ LIỆU CÒN THIẾU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1 Tóm tắt chung

Công ty Cổ phần Tư vấn và Xây dựng Điện 3 (viết tắt là Công ty PECC3) được GIZ ủy quyền thực hiện đánh giá nguồn tài nguyên gió dài hạn tại huyện EaDrang, tỉnh Đắk Lắk thuộc Chương trình "**Đo gió phục vụ xây dựng Kế hoạch điện gió và Dự án điện gió**". Chương trình đo gió được tiến hành tại 10 địa điểm nằm rải rác ở các tỉnh từ miền trung vào miền nam.

Tại mỗi địa điểm, đã thực hiện đo tốc độ gió trong vòng một năm với tháp đo 80m và cảm biến đo chất lượng cao.

Có thể nhấn mạnh các kết quả sau đây đối với địa điểm tại EaDrang:

- Hoạt động đo gió đã thực hiện thành công và số liệu tốc độ gió thu được chất lượng tốt, đặc trưng với tỷ lệ số liệu bị mất mát thấp, chuỗi số liệu đạt chuẩn và độ thiếu tin cậy của số liệu thấp (khoảng 22.95%).
- Kết quả đo gió được tóm tắt trong **Bảng 1**, trong đó trình bày đặc trưng khí hậu gió về tốc độ gió, tham số Weibull A, tham số Weibull k và cường độ nhiễu loạn ở mỗi độ cao đo cũng như các đặc trưng khí hậu nói chung ở địa điểm đo, ví dụ như nhiệt độ, áp suất không khí và độ ẩm:

80m	Tốc độ gió	[m/s]	4.40
	Tham số Weibull A	[m/s]	4.96
	Tham số Weibull k	[-]	2.36
	Cường độ nhiễu loạn	[-]	0.187
60m	Tốc độ gió	[m/s]	4.01
	Tham số Weibull A	[m/s]	4.53
	Tham số Weibull k	[-]	2.23
	Cường độ nhiễu loạn	[-]	0.202
40m	Tốc độ gió	[m/s]	3.53
	Tham số Weibull A	[m/s]	3.99
	Tham số Weibull k	[-]	2.04
	Cường độ nhiễu loạn	[-]	0.227
Các tham số khí tượng tại địa điểm đo	Nhiệt độ 14m	[°C]	23.83
	Áp suất 6m	[hPa]	948.9
	Độ ẩm tương đối 14m	[%]	82.5

Bảng 1: Kết quả hoạt động đo gió tại EaDrang.

Đã cố gắng tính toán tương quan dài hạn giữa kết quả đo với số liệu khí hậu gió dài hạn. Tuy nhiên, nỗ lực này đã không thành công do chất lượng của các nguồn số liệu gió dài hạn tại khu vực.

Mặc dù không thể tính toán được tương quan dài hạn, Công ty PECC3 cũng đã thực hiện nghiên cứu về khí hậu gió dài hạn phù hợp với khu vực, cụ thể là nghiên cứu số liệu từ các trạm khí tượng gần đó để đưa ra báo cáo về tính đại diện của khoảng thời gian đo liên quan đến khí hậu gió dài hạn của khu vực.

2 Bối cảnh và Phạm vi

Đánh giá nguồn tài nguyên gió dài hạn tại EaDrang được thực hiện trong khuôn khổ chương trình “Đo gió tại một số địa điểm để phục vụ việc lập quy hoạch phát triển điện gió và phát triển các dự án điện gió” thuộc Dự án “Xây dựng khung chính sách và hỗ trợ kỹ thuật cho phát triển điện gió nổi lưới tại Việt Nam”. Chương trình do Bộ Môi trường, Bảo tồn Thiên nhiên và An toàn hạt nhân Liên bang Đức (BMU) và Bộ Công thương Việt Nam tài trợ và do Cơ quan Hợp tác Quốc tế Đức (GIZ) (phía Đức) và Bộ Công thương (phía Việt Nam) thực hiện.

Chương trình đo gió bao gồm 10 địa điểm nằm rải rác từ Bắc vào Nam. Mục tiêu của chương trình là nhằm hỗ trợ chính quyền địa phương trong việc lập quy hoạch điện gió và đồng thời hỗ trợ các nhà đầu tư thực hiện các dự án đầu tư điện gió.

Tỉnh	Xã-Huyện – Tỉnh	Có dự án điện gió tại địa điểm đo hay không?
1	Kon Dong – Mang Yang – Gia Lai	Không
2	Eaphe –Krong Pak – Daklak	Không
3	Xuan Hoa–Song Cau –Phu Yen	Có
4	Hai Ninh – Quang Ninh – Quang Binh	Có
5	Thanh Hai – Thanh Phu – Ben Tre	Không
6	La Der – IA GRAI – Gia Lai	Không
7	Da Loan- Duc Trong – Lam Dong	Không
8	Ea Drang – EAHLEO – Daklak	Có
9	An Hai –Tuy An –Phu Yen	Không
10	My Thanh – Phu My – Binh Dinh	Không

Bảng 2: Danh sách các địa điểm trong chương trình

Tại mỗi địa điểm đo, đã thực hiện đo gió trong vòng một năm với tháp đo 80m và cảm biến đo chất lượng cao.

Các bên thực hiện dự án có vai trò và trách nhiệm được mô tả tóm tắt dưới đây.

Công ty German ProfEC được lựa chọn với tư cách là công ty tư vấn quốc tế có trách nhiệm như sau: tư vấn lựa chọn địa điểm; cung cấp các thông số kỹ thuật về trục ngang, cần quay và vị trí lắp đặt; tư vấn về chiến lược lắp đặt; giám sát tại chỗ, vận hành, ghi chép tư liệu về hệ thống đầu tiên và chuyển giao công nghệ trong quá trình thực hiện công việc; giám sát từ xa, tư vấn, vận hành, ghi chép tư liệu về mỗi hệ thống tiếp theo. Người đại diện và đầu mối liên lạc của German ProfEC GmbH là **ông Andreas Jansen**, Giám đốc điều hành.

Công ty PECC3 được lựa chọn là công ty tư vấn trong nước có trách nhiệm cụ thể như sau: thiết kế cột đo, lựa chọn địa điểm, giám sát lắp đặt cột, lắp đặt các cảm biến cho 10 hệ thống, kết nối điện và vận hành hệ thống, giám sát tại chỗ hoạt động đo và thực hiện đánh giá tiềm năng gió và năng lượng trong vòng một năm. Người đại diện và đầu mối liên lạc của Công ty PECC3 là **ông Nguyễn Hoàng Dũng**, Trưởng phòng Phát triển mạng lưới điện.

Ông Nguyễn Quốc Khánh đã được lựa chọn với nhiệm vụ hỗ trợ thực hiện chương trình. Ông Khánh có nhiệm vụ hỗ trợ kỹ thuật cho Công ty PECC3 trong quá trình thực hiện chương trình, bao gồm nhiệm vụ xây dựng báo cáo cuối cùng về 10 trạm đo gió.

Công ty TNHH Nam Kinh là nhà sản xuất và lắp đặt cột đo trong nước. Người đại diện và đầu mối liên lạc của Công ty TNHH Nam Kinh là **ông Phan Quốc Hòa**, Trưởng Ban Quản lý.

Mặc dù chương trình đo gió vẫn tiếp tục được thực hiện tại địa điểm đo, đánh giá nguồn tài nguyên gió chỉ được thực hiện dựa trên bộ số liệu năm đầy đủ kể từ ngày được lắp đặt xong. Các số liệu tham khảo dài hạn tại các trạm khí tượng gần đó (nếu có) do chủ chương trình cung cấp. Hoạt động đánh giá được hỗ trợ bởi rất nhiều tài liệu kỹ thuật vốn là sản phẩm của các bước trước đó, và những tài liệu kỹ thuật này sẽ được trình bày trong các phần tiếp theo.

Giống như các hoạt động trước đây, đánh giá nguồn tài nguyên gió nhận được sự hướng dẫn kỹ thuật của Công ty German ProfEC nhằm đảm bảo rằng đánh giá phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan và phù hợp với thông lệ chung về đánh giá chuyên nghiệp nguồn tài nguyên gió.

Bởi vì không thể dựa vào kiến thức hiện tại để dự đoán chi tiết nguồn tài nguyên gió trong tương lai (bao gồm cả ảnh hưởng của biến đổi khí hậu) nên giả thiết là nguồn tài nguyên gió dự kiến sẽ ở mức trung bình tương tự như mức của khoảng 10 đến 20 năm trước đây.

3 Phương pháp luận

Chương trình đo gió được đưa vào vận hành trong tháng 4/2012. Việc xây dựng và lắp ráp kết cấu cột đo do Công ty Nam Kinh thực hiện. Sau đó, các kỹ thuật viên của Công ty Nam Kinh và Công ty PECC3 đã phối hợp lắp đặt thiết bị đo (thiết bị và cảm biến). Việc lắp dựng kết cấu và cảm biến đo theo các tiêu chuẩn cụ thể (IEC, IEA, MEASNET, v.v) đã được xác nhận bởi Công ty PECC3 và Công ty Nam Kinh. Sau khi đưa vào vận hành tại mỗi điểm đo, một biên bản thỏa thuận vận hành được ký kết giữa PECC3 và GIZ, ngoài ra PECC3 sẽ có trách nhiệm lập một báo cáo vận hành.

Liên quan đến việc bố trí các thiết bị đo, có thể tham khảo báo cáo (đã được cung cấp) có tên sau đây:

- Báo cáo lắp đặt các thiết bị đo gió ở trạm EaDrang, Đắk Lắk từ 14/04/2012.

Về cơ bản, sự thành công về mặt kinh tế của một dự án điện gió chính là vấn đề sản lượng điện đạt được hàng năm. Sản lượng điện thường được tính toán trong quá trình lập kế hoạch dự án thông qua các đo đạc và mô hình dự toán sản lượng điện. Nếu năng suất điện dài hạn đạt được thấp hơn đáng kể so với con số dự kiến thì lợi nhuận giảm có thể dẫn đến sự phá sản về mặt tài chính của dự án. Do vậy, sự thành công về mặt kinh tế phụ thuộc vào khả năng đánh giá đáng tin cậy về sản lượng điện gió dài hạn. Cần phải dự báo sản lượng điện trung bình trong toàn bộ thời gian thực hiện (hoặc thời gian khấu hao) của một dự án trang trại điện gió với càng ít các yếu tố bất định càng tốt.

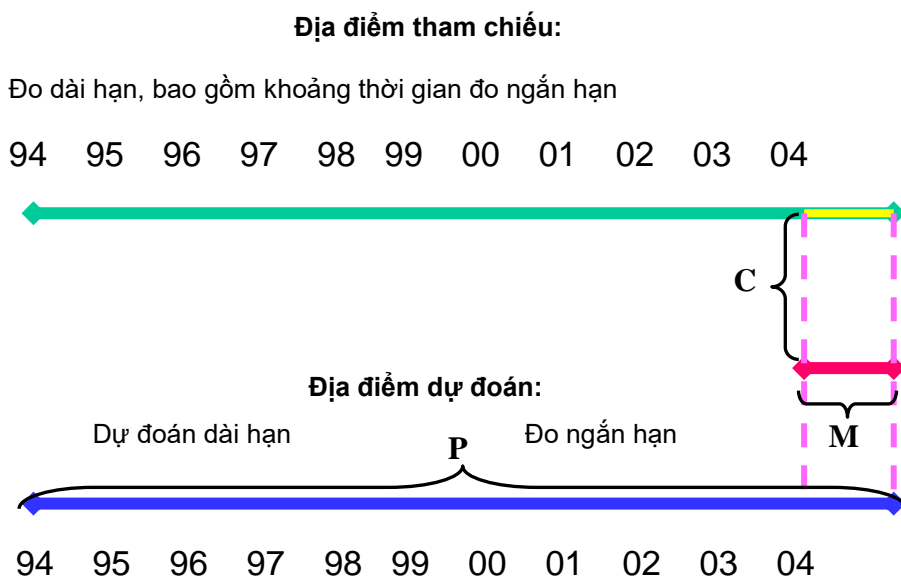
Để có được một cơ sở đáng tin cậy cho đánh giá sản lượng điện dự kiến, cần phải tiến hành đo tốc độ gió trực tiếp tại địa điểm dự án. Hoạt động đo tốc độ gió cần phải được thực hiện ít nhất là trong một năm hoàn chỉnh. Khoảng thời gian một năm (nếu đồng ý các yêu cầu về chất lượng) sẽ cho phép cung cấp thông tin cần thiết để xác định mức độ tương quan dài hạn và dự đoán khí hậu gió nói chung ở địa điểm đo:

- Điều kiện gió tại các mực độ cao khác nhau tại địa điểm đo
- Đo trong khoảng thời gian có đặc tính khí hậu hoàn chỉnh
- Mức độ chiếm ưu thế của gió theo độ cao ở địa phương

Nhược điểm của đo đạc này là chỉ giới hạn trong khoảng thời gian đo một năm và ở một vị trí địa lý duy nhất trong khu vực trang trại gió. Để khắc phục những vấn đề này trong phép đo ngắn hạn, cần phải thiết lập mối tương quan với điều kiện gió dài hạn ở bất cứ nơi nào có thể, và để xác định điều kiện gió cho toàn bộ khu vực trang trại gió, cần phải áp dụng một mô hình tính toán sản lượng điện.

Cần phải tạo lập mối tương quan dài hạn để hạn chế ảnh hưởng của biến động tốc độ gió hàng năm. Nếu chương trình đo tốc độ gió được thực hiện trong năm có sản lượng điện trên mức trung bình thì sẽ dẫn đến tình trạng ước tính sản lượng điện dự kiến ở mức quá cao so với các điều kiện dài hạn. Ví dụ, nếu chương trình đo tốc độ gió được thực hiện trong năm có sản lượng điện cao hơn 10% so với mức trung bình thì việc ước tính sản lượng điện hàng năm (tức là đánh giá hiệu quả kinh tế) sẽ căn cứ vào tình huống mà ở đó kết quả sẽ tốt hơn 10% so với điều kiện dài hạn. Vì vậy, một đánh giá đáng tin cậy về điều kiện tốc độ gió dài hạn là cực kỳ quan trọng đối với các dự án điện gió.

Hình 1 cho thấy cách áp dụng đo ngắn hạn kết hợp với đo dài hạn. Thanh ngang phía trên là khoảng thời gian đo dài hạn được thực hiện tại Địa điểm tham chiếu trong một vài năm (ở đây là 10 năm). Trên thanh ngang này có một phần nhỏ màu vàng cho thấy khoảng thời gian đo ngắn hạn (ở đây là một năm) được ghi lại trong khoảng thời gian giống hệt với đo ngắn hạn được thực hiện tại địa điểm trạm trại điện gió đề xuất (*Địa điểm dự đoán*). Thanh ngang màu đỏ cho thấy khoảng thời gian ngắn hạn này tại Địa điểm dự đoán. Thanh ngang màu xanh lục ở dưới là dự đoán dài hạn có được từ việc sử dụng quy trình Đo - Tương quan - Dự đoán (viết tắt là quy trình MCP).



Hình 1: Tương quan dài hạn của số liệu đo tốc độ gió theo quy trình MCP

Trước hết, thiết lập mối tương quan giữa số liệu đo ngắn hạn được thực hiện tại Địa điểm dự báo với bộ số liệu thu thập tại Địa điểm tham chiếu (trạm đo dài hạn) trong cũng một khoảng thời gian, từ đó cho ra bộ tham số tương quan, trong đó sẽ kèm theo ít yếu tố bất định hơn và các điều kiện ổn định hơn trong quá trình đo tại Địa điểm tham chiếu. Trong bước thứ hai, dự đoán dài hạn được thực hiện đối với Địa điểm dự đoán bằng cách sử dụng bộ tham số tương quan đã tạo lập và các số liệu đo dài hạn có được từ Địa điểm tham chiếu.

Tóm lại, cần ghi lại ba loại số liệu cho tương quan dài hạn:

- Đo ngắn hạn tại Địa điểm dự đoán (khoảng thời gian một năm)
- Đo dài hạn tại Địa điểm tham chiếu
- Bộ số liệu ngắn hạn tại Địa điểm tham chiếu, được ghi lại trong **cùng** khoảng thời gian đo ngắn hạn tại Địa điểm dự đoán.

Trạm đo dài hạn tại *Địa điểm tham chiếu* cần phải có thời gian lưu trữ số liệu ít nhất từ 5 đến 10 năm và cần được đặt trong khu vực mà ở đó

- Gần với địa điểm đo ngắn hạn
- Có các điều kiện khí hậu gió tương tự (có khí hậu gió khu vực tương tự)

Ở hầu hết các nước đều có chương trình đo tốc độ gió của các cơ quan khí tượng, sân bay hoặc các trạm quân sự. Các chương trình đo tốc độ gió này thường được thực hiện ở độ cao thấp so với mặt đất (thường ở độ cao từ 10m đến 15m so với mặt đất) và do đó bị ảnh hưởng rất nhiều bởi địa hình và vật cản xung quanh. Vì vậy, các chương trình đo tốc độ gió này có một nhược điểm lớn: chúng có độ chính xác hạn chế và không đại diện cho các độ cao lớn hơn. Ưu điểm chính của các chương trình đo này là số liệu được ghi lại trong một khoảng thời gian dài, thường là trong điều kiện hoạt động ổn định. Ưu điểm này khiến cho chúng trở nên phù hợp với tương quan lâu dài và liên kết số liệu miễn là số liệu được ghi lại trong điều kiện ổn định.

Thật không may, đây không phải là trường hợp của Việt Nam vì hai lý do. Trước tiên, các trạm đo thường được đặt tại các thành phố, thị xã trong khi các địa điểm trong chương trình đo này lại ở khá xa. Vì vậy, các trạm này không có cùng chế độ khí hậu gió. Thứ hai, các trạm này chỉ có thể phục vụ đọc kết quả 4 lần/ngày, do đó không phù hợp để có thể lập mối tương quan.

Nhược điểm này sẽ được đánh giá trong phần về các yếu tố bất định.

3.1 Các yêu cầu được xem xét trong Phân tích tiềm năng gió

Các hoạt động đo gió được thực hiện tuân theo các chuẩn quốc tế hiện hành IEC 61400-121 [Nội dung tham khảo 1]. Các tham số được xem xét cho phép đo tốc độ gió với chất lượng cao sẽ được giới thiệu ngắn gọn.

IEC 61400-121 [Nội dung tham khảo 1] là tiêu chuẩn đo kết quả giữa tốc độ gió và sản lượng điện năng của một tua-bin gió (đường cong PV). Do đó, hoạt động đo không chỉ đơn thuần là đo tốc độ gió mà còn là thu thập/lưu trữ số liệu cần thiết và đo điện năng của tua-bin. Tuy nhiên, vì cần phải có những báo cáo đáng tin cậy về điện năng của tua-bin gió nên tiêu chuẩn này đưa vào các yêu cầu được chấp nhận rộng rãi nhất liên quan đến đo tốc độ gió.

3.1.1 Ghi chép tư liệu về trạm đo

Để có thể đánh giá và xử lý số liệu đo một cách thích hợp và tại bất kỳ thời điểm nào, không thể thiếu hoạt động ghi chép tư liệu đầy đủ về hoạt động đo tốc độ gió. Do đó, **Bảng 3** dưới đây trình bày những điểm quan trọng nhất đã được xem xét trong quá trình đo tốc độ gió.

Vị trí chính xác của trạm đo	<ul style="list-style-type: none"> Vị trí địa lý, tọa độ UTM hoặc tọa độ chữ nhật tương tự
Mô tả về bố trí/lắp đặt phục vụ hoạt động đo	<ul style="list-style-type: none"> Độ cao đo chính xác Hướng cần và thiết bị đo hướng gió đánh dấu hướng bắc (khoảng cách thẳng góc với cực bắc) Thiết bị ghi số liệu được sử dụng (máy ghi biểu đồ kiểu băng, máy ghi kỹ thuật số, v.v.) Các thiết bị cảm biến được lắp đặt (nhiệt kế, áp kế, v.v.) trong đó bao gồm mã số nhận dạng
Ghi chép tư liệu về thời gian không đo trong quá trình lưu giữ số liệu	<ul style="list-style-type: none"> Tổng số giờ không đo trong năm Độ dài mỗi lần không đo
Thông tin chi tiết về những thay đổi trang thiết bị đo	<ul style="list-style-type: none"> Xây dựng lại Chuyển địa điểm

	<ul style="list-style-type: none"> • Thay đổi vùng xung quanh
Bảng số liệu (nếu có)	<ul style="list-style-type: none"> • Số liệu hiệu chỉnh về các thiết bị cảm biến đo được sử dụng • Thay đổi về đường cong và tham số hiệu chỉnh • Số lượng báo cáo hiệu chỉnh

Bảng 3: Đề xuất ghi chép tư liệu về trạm đo

3.1.2 Cột đo gió

Bản thân cột đo gió cũng đã tác động đến hướng gió. Tác động này đã được hạn chế ở mức tối thiểu. Các máy đo gió được lắp đặt trên cột theo cách thức để có thể hạn chế tối thiểu nhất tác động của cột đo gió và cần (boom). Do đó, máy đo gió đã được lắp đặt ở khoảng cách tối thiểu cần thiết so với tháp. Trong quá trình hiệu chỉnh máy đo gió, trục gắn của các máy đo gió được đảm bảo trùng khớp với cách lắp đặt ngoài trời sau này về cơ chế điều chỉnh và đường kính.

Cáp điện của cảm biến đã được bảo vệ chống lại ảnh hưởng của thời tiết và mài mòn cơ học. Cáp được đặt trong các ống của trục và được gắn cố định vào cột đo gió bằng các mẫu nối có khoảng cách ngắn.

3.1.3 Cần (Cần ngang)

Cần đo là cần thiết khi thực hiện đo gió, được lắp đặt ở các độ cao khác chứ không phải chỉ ở đầu cột đo gió. Khoảng cách giữa cột đo gió và máy đo gió đã được giữ ở mức dài hơn sáu lần đường kính tháp lưới của cột đo gió [Nội dung Ref. 2].

3.1.4 Chiều cao tháp và chiều cao đo gió

Chiều cao đo gió lý tưởng chính là chiều cao trục tua-bin gió được đề xuất lắp đặt.

3.1.5 Khoảng thời gian thực hiện chương trình đo gió

Chương trình đo sử dụng cột đo gió đã được thực hiện trong khoảng thời gian **một năm**, phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan và phù hợp với thông lệ chung về đánh giá nguồn tài nguyên gió một cách chuyên nghiệp. Sau đó, chương trình đã được gia hạn thêm một năm. Đo trong một khoảng thời gian dài hơn sẽ giúp làm giảm những yếu tố bất định trong dự đoán sản lượng điện. Tuy nhiên, như đã nói ở phần trên, báo cáo này chỉ sử dụng bộ số liệu trong một năm.

3.1.6 Trang thiết bị

Đo tốc độ gió được thực hiện trong một khoảng thời gian dài (\geq một năm). Vì vậy, các thiết bị cảm biến được lựa chọn phải phù hợp để sử dụng lâu dài. Các thiết bị này thậm chí có thể hoạt động trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt. Các thiết bị bao gồm các linh kiện có chất lượng cao và các đặc tính đáng tin cậy. Sai số 1% về tốc độ gió đồng nghĩa với sai số sản lượng điện từ 2% đến 3%. Vì lý do này, các thiết bị đo gió và cánh quạt gió đã được **hiệu chỉnh** trong khí động lực (wind tunnel) cho phù hợp với các mục đích về điện gió. Bảng số liệu và số liệu hiệu chỉnh của cảm biến đã được ghi lại và có thể đọc trong Phụ lục E-H.

3.1.7 Lưu trữ số liệu

Chuỗi thời gian được ghi lại bao gồm giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị tối thiểu và giá trị tối đa cho trung bình 10 phút. Khoảng thời gian lấy mẫu là 1/s (1Hz) theo [Nội dung Ref. 1].

Về nguyên tắc, việc truyền và đọc các số liệu đo gió có thể được thực hiện theo hai cách, đó là đọc bằng mắt thường tại địa điểm đo và kết nối trực tiếp từ máy tính xách tay đến thiết bị thu thập và lưu trữ số liệu hoặc truyền số liệu GSM bằng điện thoại di động. Trong chương trình hiện nay, các địa điểm nằm ở xa (so với TP Hồ Chí Minh) được cài đặt hệ thống truyền số liệu GSM bằng điện thoại di động (tất cả có 5 điểm). Trước đó, tín hiệu viễn thông tại các địa điểm đã được kiểm tra để đảm bảo vận hành hệ thống.

3.1.8 Bảo trì và giám sát trạm đo gió

Để có được bảo đảm số liệu đo gió đầy đủ, công tác kiểm tra và bảo trì trạm đo và số liệu đo đã được thực hiện mỗi quý một lần. Do ảnh hưởng liên tục của thời tiết, cột đo gió và các cảm biến có thể bị hao mòn tự nhiên và bị hỏng.

4 Kết quả đo

Bảng 4 dưới đây biểu thị thời điểm bắt đầu hoạt động ở mỗi địa điểm đo. Thời điểm kết thúc chính là thời điểm kết thúc đánh giá của báo cáo cuối cùng này.

Địa điểm	Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc
EaDrang	14.04.2012 00:00	30.04.2013 23:50

Bảng 4: Khoảng thời gian đánh giá số liệu đo gió

Bảng 5 – Error! Reference source not found.6 dưới đây cho thấy các tham số liên quan chính đến đặc điểm khí hậu gió của mỗi địa điểm đo. Giá trị tốc độ gió trong báo cáo này cho thấy giá trị trung bình hàm **Weibull**. Đối với một số đánh giá được thực hiện hàng tháng, đã không thể áp dụng hàm Weibull bởi vì không phải tất cả các khu vực đều có đủ số số liệu đo hướng gió chủ đạo (không có gió thổi theo các hướng này) hoặc tốc độ gió đo được quá cao để có thể xác định nguồn gốc chính xác của hàm Weibull. Tuy nhiên, đây không phải là vấn đề đối với đánh giá hàng năm (đánh giá hàng năm liên quan đến tính toán sản lượng điện) bởi vì trong khoảng thời gian này, hàm Weibull có thể áp dụng cho tất cả các trạm và các cung góc phương vị.

Bảng 5 dưới đây cho thấy hướng, chủng loại, số seri và tham số hiệu chỉnh của thiết bị đo gió sử dụng tại trạm EaDrang.

Cảm biến	Chủng loại	Số seri	Số hiệu chỉnh	H.a.g.l. [m]	Hướng cần quay [°]	Nhãn mác ghi phía bắc [°] / Khoảng cách thẳng góc	Độ xiên	Khoảng cách thẳng góc
EaDrang								
Tọa độ (UTM WGS84) X / Y: 197899.65 / 1463384.41								
Thiết bị đo gió trên cùng	Thies Loại 1	11102427	10/8204	80	-	-	0.04586	0.246
Thiết bị đo gió ở giữa	Thies Loại 1	11102422	10/8209	60	-	-	0.04574	0.282
Thiết bị đo gió dưới cùng	Thies Loại 1	11102293	10/7843	40	-	-	0.04605	0.232
Thiết bị đo hướng gió	Hướng gió Thies4.3128.00.xxx	11100815	-	80	350	170	-	-
Thiết bị thu thập và lưu trữ số liệu	Ammonit Meteo32	C100651		6	-	-	-	-
Nhiệt kế 1	P6312			14	-	-	-	-
Máy đo độ ẩm 1	P6312			14	-	-	-	-
Áp kế	Áp kế AB60			6	-	-	-	-

Bảng 5: Hướng, chủng loại, số seri và tham số hiệu chỉnh của thiết bị đo gió sử dụng tại trạm EaDrang

Số lượng	Month/ Unit	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	Tổng
		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	
80 m															
Tốc độ gió	[m/s]	3.18	3.56	5.01	4.60	4.78	3.04	4.05	4.75	5.24	5.70	5.55	3.70	3.52	4.40
Tham số Weibull A	[m/s]	2.35	2.52	3.09	2.73	3.12	2.02	2.45	3.22	2.93	3.63	2.81	1.79	1.95	2.36
Tham số Weibull k	[-]	3.59	4.01	5.60	5.17	5.34	3.43	4.57	5.30	5.86	6.32	6.23	4.18	3.98	4.96
Cường độ nhiễu loạn [-]		0.187													
60 m															
Tốc độ gió	[m/s]	2.91	3.26	4.43	4.09	4.24	2.77	3.68	4.33	4.81	5.28	5.19	3.46	3.29	4.02
Tham số Weibull A	[m/s]	2.30	2.43	2.98	2.69	3.03	1.95	2.20	2.87	2.61	3.21	2.62	1.75	1.92	2.23
Tham số Weibull k	[-]	3.29	3.67	4.96	4.60	4.74	3.13	4.16	4.86	5.41	5.90	5.84	3.90	3.71	4.53
Cường độ nhiễu loạn [-]		0.202													
40 m															
Tốc độ gió	[m/s]	2.55	2.85	3.76	3.50	3.61	2.43	3.23	3.80	4.28	4.75	4.71	3.12	2.96	3.53
Tham số Weibull A	[m/s]	2.23	2.31	4.22	2.57	2.87	1.85	1.90	2.42	2.25	2.73	2.37	1.65	1.84	2.04
Tham số Weibull k	[-]	2.88	3.22	2.79	3.94	4.05	2.74	3.64	4.29	4.82	5.35	5.32	3.51	3.34	3.99
Cường độ nhiễu loạn [-]		0.227													
Các tham số khí tượng bổ sung															
Nhiệt độ 14m [°C]		23.83													
Áp suất 6m [hPa]		948.9													
Độ ẩm tương đối 14m [%]		82.5													

Bảng 6: Số liệu trung bình hàng tháng về các đặc điểm khí tượng gió ở EaDrang

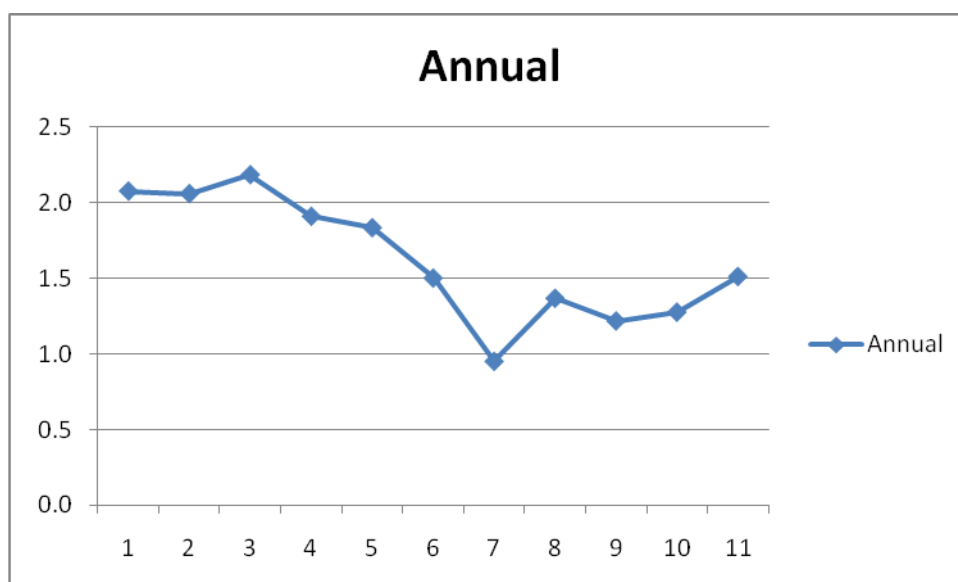
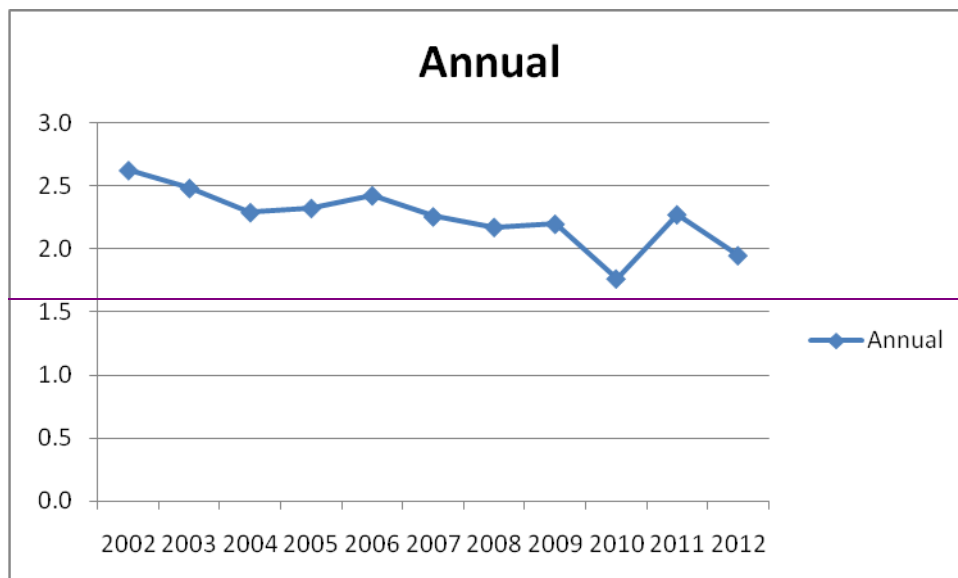
Số liệu từ 14.4.2012 đến 30.04.2013, cho thấy tốc độ gió trung bình ghi nhận được ở độ cao 80 m là 4,40 m/s với hướng gió chính là giữa 45^0 và 75^0 . Tốc độ gió được phân bố theo phương trình Weibull với tham số $A = 4,96$ m/s và $k = 2,36$. Gió mạnh hơn trong tháng Mười hai và tháng Một và tương đối yếu trong các tháng còn lại, đặc biệt hai tháng Tư và Chín.

5 Điều chỉnh dài hạn

Ở trên là kết quả đo gió trong vòng một năm từ 14/04/2012 đến 30/04/2013, và kết quả này có thể không thực sự phản ánh khí hậu gió dài hạn tại địa điểm đo. Vì vậy, việc điều chỉnh dài hạn các kết quả là cần thiết. Nỗ lực này đã không thành công do thiếu nguồn số liệu đo dài hạn chất lượng và cần thiết cho việc áp dụng quy trình MCP. Vấn đề sử dụng số liệu dài hạn vẫn đang còn bỏ ngỏ.

Về vấn đề này, số liệu khí tượng trung bình hàng năm từ các trạm khí tượng gần nhất đã được nghiên cứu để có thể hiểu được mức độ biến thiên.

Hình dưới đây cho thấy tốc độ gió hàng năm từ năm 2002 đến năm 2012 tại trạm M Drak, cách địa điểm đo gần nhất khoảng 80 km về phía nam. Nó cho thấy rằng, độ biến thiên của số liệu gió hàng năm không lớn hơn $\pm 22,8\%$ giá trị trung bình dài hạn của tất cả các năm.



Mặc dù khoảng giá trị này không áp dụng được cho điểm đo, nhưng có thể làm một giả thuyết rằng cùng khoảng biến thiên với sự thay đổi tốc độ gió hàng năm tại điểm đo. Hay nói cách khác,

điều này cho thấy các kết quả trên cho địa điểm có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn 5% mức độ trung bình. Như vậy, cần thiết đánh giá yếu tố bất định, và tiếp theo là dự đoán sản lượng điện. Rõ ràng là sẽ giảm thiểu được các yếu tố bất định nếu có nguồn số liệu dài hạn hoặc sử dụng phương pháp đánh giá đáng tin cậy hơn.

6 Các yếu tố bất định của chương trình đo gió

Khi tiến hành đo số liệu về tốc độ gió, vì nhiều lý do khác nhau mà có thể dẫn đến các yếu tố bất định liên quan đến số liệu được đo. Trong chương trình đo gió, đã cố gắng giảm thiểu các yếu tố bất định bằng cách áp dụng tiêu chuẩn và quy trình được công nhận về thiết bị đo, lắp đặt thiết bị, kết cấu cột đo cũng như phương pháp kiểm tra và điều chỉnh số liệu. Hơn nữa, thiết bị đo gió hiệu chỉnh cũng đã được sử dụng. Tuy nhiên, kể cả như vậy thì cũng không có nghĩa là yếu tố bất định có thể bằng 0. Những yếu tố bất định này có thể mang tính chất hệ thống hoặc thống kê. Các yếu tố bất định thuộc về độ biến thiên dài hạn là sai biệt có thể xảy ra về đặc điểm gió trong khoảng thời gian đo so với giá trị dài hạn và là bất cứ yếu tố bất định nào về hệ thống và thống kê do quy trình điền các số liệu còn thiếu tạo ra.

Bảng 7 cho thấy các yếu tố bất định tương đối liên quan đến cơ sở số liệu gió ở EaDrang:

Yếu tố bất định	Nhận xét	Mức độ bất định về tốc độ gió [%]
Đo tốc độ gió		
Hiệu chỉnh máy đo gió	Mức độ bất định áp dụng cho toàn bộ khoảng hiệu chỉnh trong động lực học	2.27 %
Ảnh hưởng của cần lắp thiết bị đo gió - Méo dạng luồng gió - Hiệu ứng che bóng	Cần lắp thiết bị đo gió không lý tưởng	0.6% 0.5%
Đặc tính tương đối của máy đo gió	Sự bất định của việc điều chỉnh tốc độ quá cao do đặc tính khí động học, bao gồm các hiệu ứng khác về thuộc tính máy đo gió	1.13%
Biến thiên dài hạn	Khoảng biên độ của số liệu khí tượng **	22.8%
Thu thập số liệu liên quan đến tốc độ gió trung bình	Độ bất định của quá trình ghi chép số liệu	0.1 %
Tổng mức độ bất định của cơ sở số liệu gió		22.95%

Bảng 7: Độ bất định tương đối của số liệu khí tượng liên quan đến tốc độ gió tại trạm EaDrang. Tất cả các giá trị cho thấy độ bất định chuẩn phù hợp với quy định của Tổ chức Tiêu chuẩn quốc tế¹.

** Do tập số liệu thủy văn không tương quan với số liệu đo nên tính theo biên độ dao động lớn nhất của tập số liệu thủy văn

¹ Tổ chức Tiêu chuẩn quốc tế, Hướng dẫn về mô tả độ bất định trong đo lường, 1995

7 Phân tích và đánh giá chi tiết số liệu đo gió

Một báo cáo phân tích chi tiết cho mỗi độ cao đo gió được trình bày trong Phụ lục A.

Các yếu tố quan trọng mô tả đặc tính của khí hậu gió tại địa điểm đo và Phụ lục tương ứng được mô tả dưới đây.

Độ cao đo gió	80m	60m	40m
Vấn đề phân tích			
Thông kê hồ sơ	I	II	III
Phân bố tần suất hướng gió ở độ cao 80 m	IV		
Phân bố tần suất tốc độ gió	V	VI	VII
Biến trình tốc độ gió (80m) và hướng gió (80m) qua các ngày	VIII		
Biến trình tốc độ gió (80m) và hướng gió (80m) qua các tháng	IX		

Bảng 4: Phân tích và đánh giá số liệu gió cho tất cả các trạm đo trong Phụ lục A

8 Tham khảo

- Ref. 1 IEC 61400-121: WIND TURBINES – Part 121: Power performance measurements of grid connected wind turbines
- Ref. 2 IEA 1st Ed. 1999: Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation 11. Wind Speed Measurement and use of Cup Anemometry

Phụ lục A – Phân tích và đánh giá chi tiết số liệu đo gió

I-Thống kê số liệu đo

Độ cao 80m

Day	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12	9.12	10.12	11.12	12.12	1.13	2.13	3.13	4.13
1	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
2	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
3	0	144	144	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144
4	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
5	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
6	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
7	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143	144	144
8	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
9	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
10	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	142	144
11	0	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144	144
12	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
13	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143	144
14	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
15	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
16	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143
17	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
18	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
19	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
20	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
21	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
22	144	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144	144
23	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	142	144
24	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
25	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
26	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
27	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
28	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
29	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		144	144
30	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		144	144
31		144		144	144		144		144	144		144	
%	56.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0

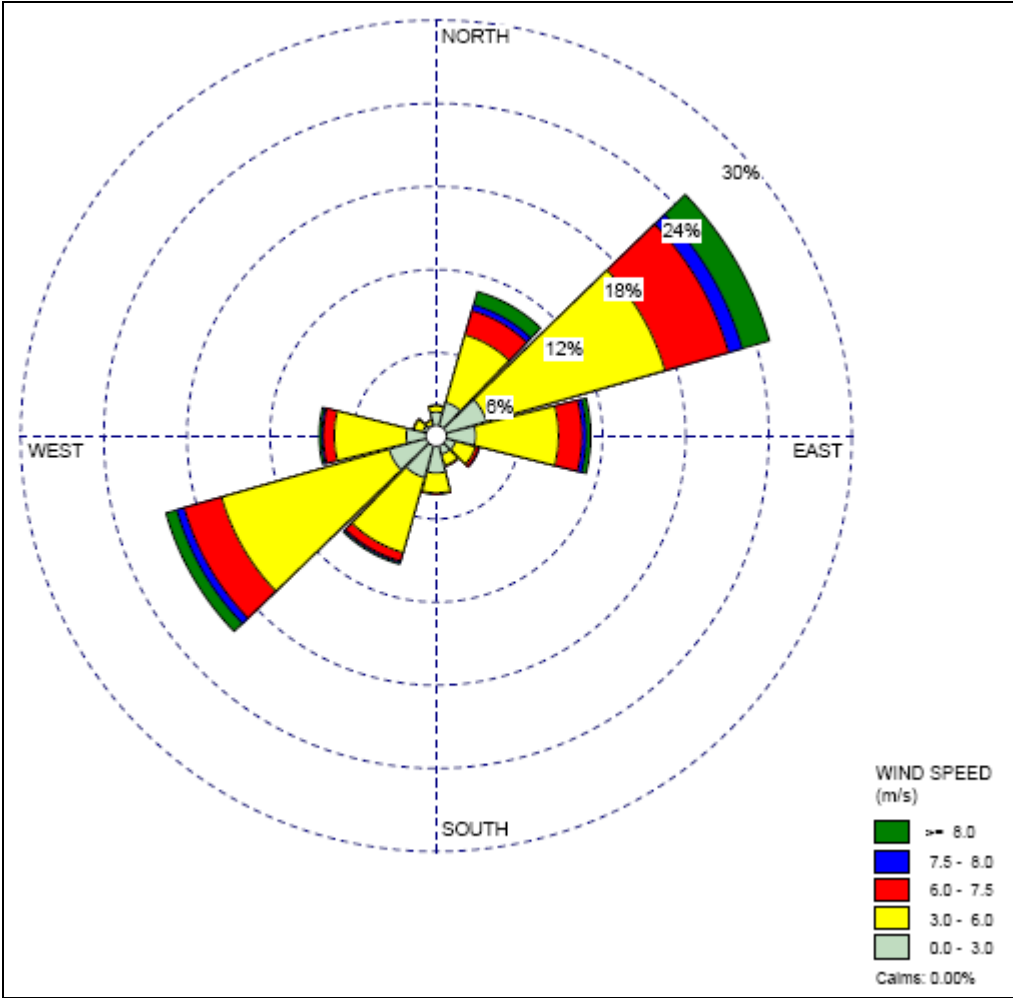
Độ cao 60m

Day	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12	9.12	10.12	11.12	12.12	1.13	2.13	3.13	4.13
1	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
2	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
3	0	144	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144
4	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
5	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
6	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
7	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143	144	144
8	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
9	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
10	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	142	144
11	0	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144	144
12	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
13	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143	144
14	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
15	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
16	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143
17	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
18	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
19	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
20	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
21	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
22	144	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144	144
23	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	142	144
24	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
25	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
26	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
27	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
28	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
29	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		144	144
30	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		144	144
31		144		144	144		144		144	144		144	
%	56.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0

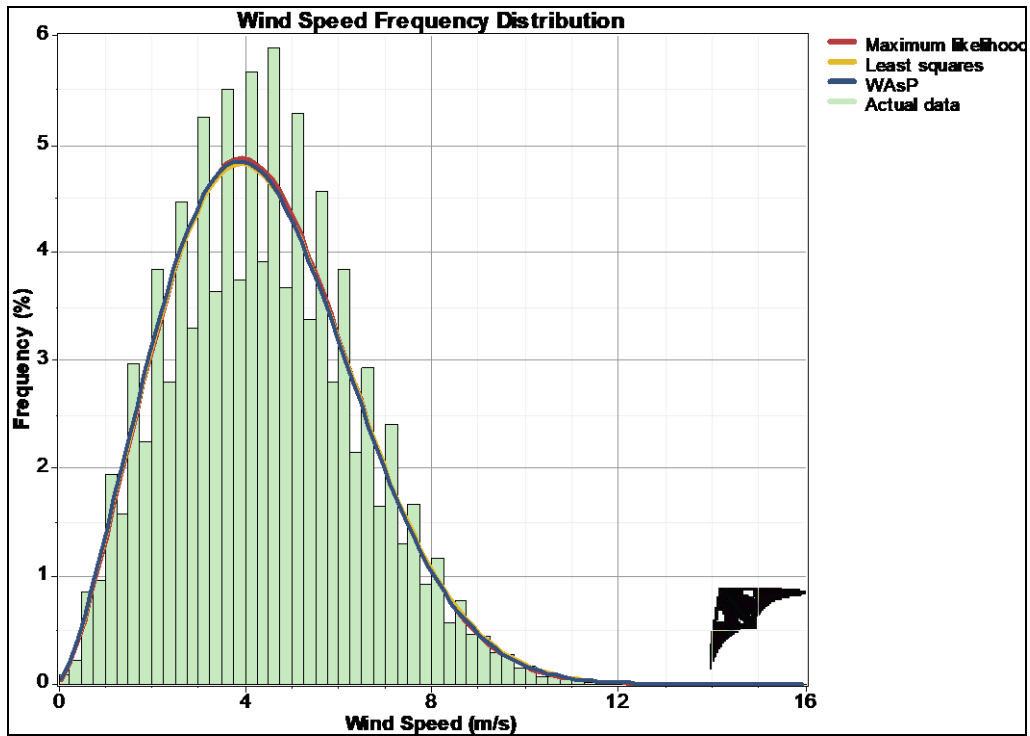
Độ cao 40m

Day	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12	9.12	10.12	11.12	12.12	1.13	2.13	3.13	4.13
1	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
2	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
3	0	144	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144
4	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
5	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
6	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
7	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143	144	144
8	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
9	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
10	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	142	144
11	0	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144	144
12	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
13	0	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143	144
14	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
15	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
16	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	143
17	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
18	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
19	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
20	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
21	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
22	144	144	144	144	144	143	144	144	144	144	144	144	144
23	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	142	144
24	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
25	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
26	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
27	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
28	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
29	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		144	144
30	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		144	144
31		144		144	144		144		144	144		144	
%	56.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0

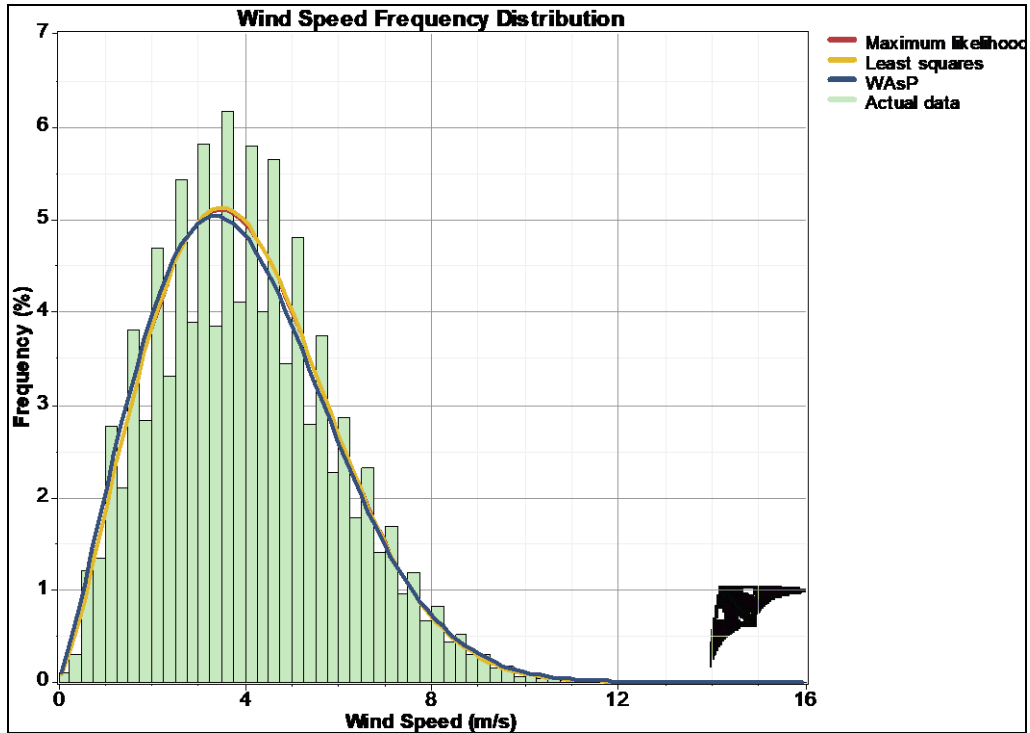
II- Phân bố tần suất hướng gió ở độ cao 80 m



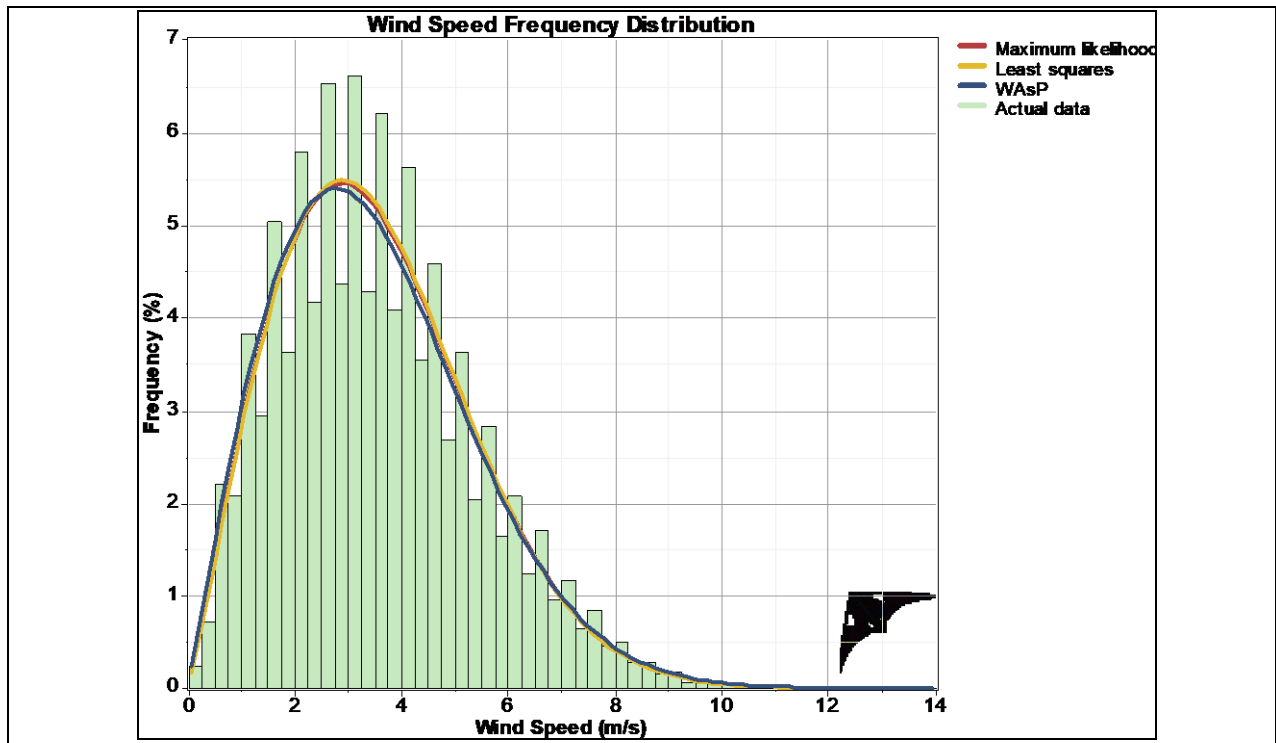
III-Phân bố tần suất tốc độ gió ở độ cao 80 m



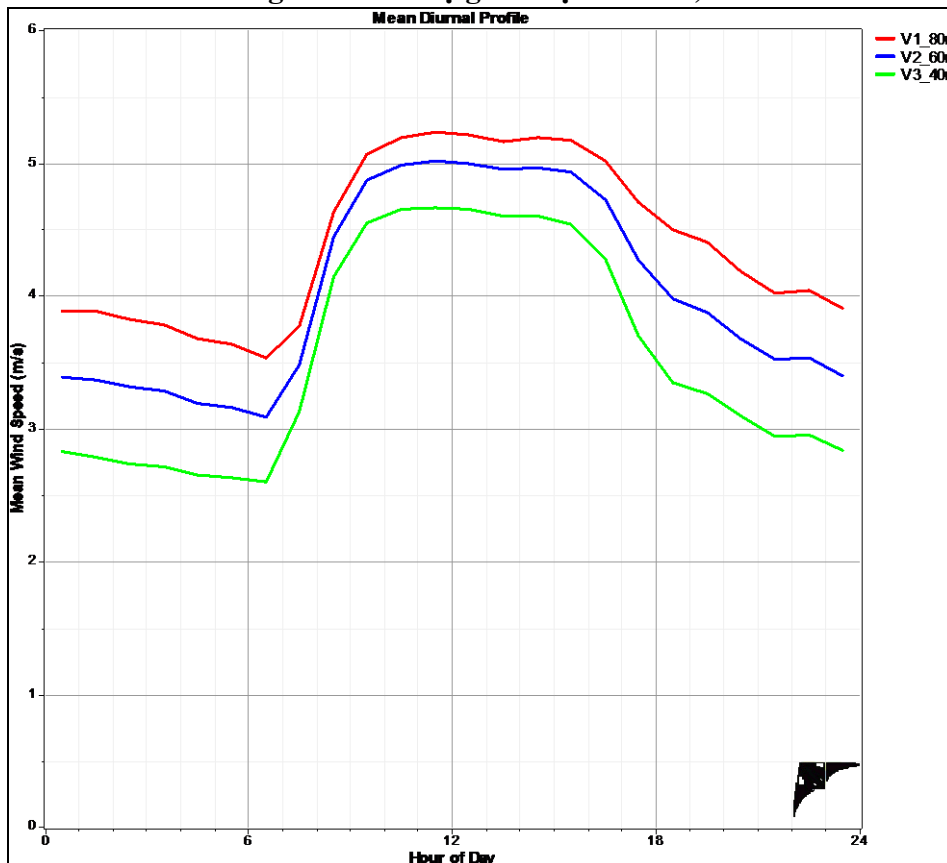
Độ cao 60m



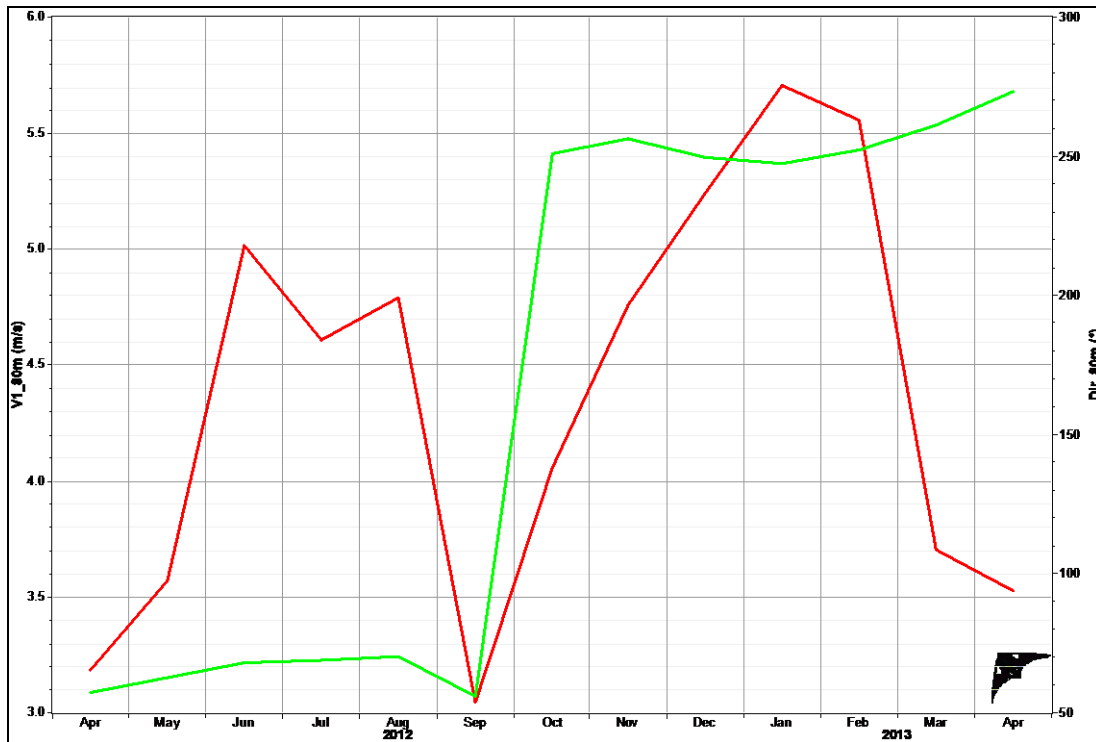
Độ cao 40m



IV-Biến thiên theo giờ của tốc độ gió ở độ cao 80m, 60m và 40m



V-Biến thiên theo tháng của tốc độ gió ở độ cao 80m, 60m và 40m




Phụ lục B – Bảng hiệu chỉnh Đà Loan

Thiết bị đo gió Thies 1st ở độ cao 80m:

EADRang - 80m



DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium / Calibration laboratory
 Akkreditiert durch die / accredited by the
 Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes



Deutsche
WindGuard
The Wind Professionals

Deutsche WindGuard
Wind Tunnel Services GmbH
Varel

Deutscher
Akkreditierungs
Rat
DAR
DKD-K- 36801

Kalibrierschein
Calibration Certificate

Gegenstand <i>Object</i>	4.3351.10.000	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Der DKD ist Unterzeichner der multi-lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. <i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.</i> The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen	
Typ <i>Type</i>	4.3351.10.000	
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	Body: 11102427 Cup: 11102427	
Auftraggeber <i>Customer</i>	Ammonit GmbH D-10997 Berlin	
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	VT10799	
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	3	


Datum der Kalibrierung
Date of calibration 27.11.2010

Kalibrierzeichen
Calibration label

10/8204
DKD-K-36801
11/2010

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

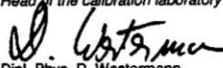
Stempel
Seal



Datum
Date

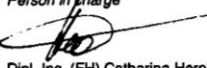
28.11.2010

Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of the calibration laboratory




Dipl. Phys. D. Westermann

Bearbeiter
Person in charge



Dipl. Ing. (FH) Catharina Herold

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
 Oldenburger Str. 65
 26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0



Seite 2
Page

10/8204
DKD-K-36801
11/2010

Kalibriergegenstand
Object

Anemometer

Kalibrierverfahren
Calibration procedure

IEC 61400 12 1 - Wind Turbine Power Performance Testing 12 2005
MEASNET - Cup Anemometer Calibration Procedure – 09 1997
ISO 3966 – Measurement of fluid in closed conduits - 1977

Ort der Kalibrierung
Place of calibration

Windtunnel of Deutsche WindGuard, Varel

Messbedingungen
Test Conditions

wind tunnel area ¹⁾	10000 cm ²
anemometer frontal area ²⁾	230 cm ²
diameter of mounting pipe ³⁾	34 mm
blockage ratio ⁴⁾	0.023 [-]
blockage correction ⁵⁾	1.000 [-]

Umgebungsbedingungen
Test conditions

air temperature	19.5 °C	± 0.2 K
air pressure	1009.5 hPa	± 0.3 hPa
relative air humidity	30.2 %	± 2.0 %

Akkreditierung
Accreditation

08 / 2009

Anmerkungen
Remarks

-

Auswertesoftware
Software version

5.0

¹⁾ Querschnittsfläche der Auslassdüse des Windkanals

²⁾ Vereinfachte Querschnittsfläche (Schattenwurf) des Prüflings inkl. Montagerohr

³⁾ Durchmesser des Montagerohrs

⁴⁾ Verhältnis von 2) zu 1)

⁵⁾ Korrekturfaktor durch die Verdrängung der Strömung durch den Prüfling

Anmerkung: Aufgrund der speziellen Konstruktion der Messstrecke ist keine Korrektur nötig.

Remark: Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary

Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt

This calibration certificate has been generated electronically

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Seite 3
Page

10/8204
DKD-K-36801
11/2010

Kalibrierergebnis:

Result:

Test Item (1/s)	Tunnel Speed (m/s)	Uncertainty (k=2) (m/s)
85.564	4.166	0.05
127.997	6.117	0.05
168.746	7.979	0.05
208.788	9.807	0.05
251.394	11.768	0.05
293.782	13.732	0.05
337.403	15.691	0.05
313.566	14.649	0.05
273.171	12.753	0.05
228.919	10.773	0.05
188.170	8.870	0.05
146.206	6.956	0.05
107.652	5.180	0.05

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.

Der Deutsche Kalibrierdienst ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA (www.european-accreditation.org) und ILAC (www.ilac.org) zu entnehmen.

The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k = 2$. It has been determined in accordance with DKD-3. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%.

The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Anhang
Annex

10/8204

EAD Räng - 80m

1 Detailed MEASNET¹ Calibration Results

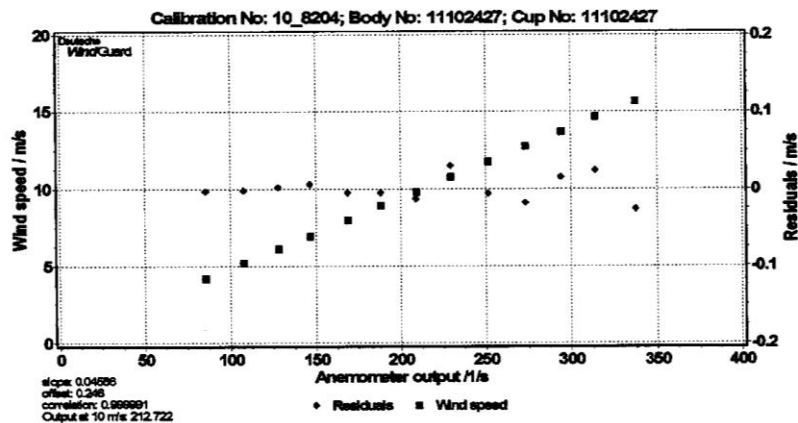
DKD calibration no.	10/8204
Body no.	11102427
Cup no.	11102427
Date	27.11.2010
Air temperature	19.5 °C
Air pressure	1009.5 hPa
Humidity	30.2 %



Linear regression analysis

Slope	0.04586 (m/s)/(1/s) ±0.00006 (m/s)/(1/s)
Offset	0.246 m/s ±0.013 m/s
St.err(Y)	0.016 m/s
Correlation coefficient	0.999991

Remarks no



¹⁾ According to MEASNET Cup Anemometer Calibration Procedure 09/1997. Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services is accredited by MEASNET and by the Deutscher Kalibrierdienst – DKD (German Calibration Service). Registration: DKD – K – 36801

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Anhang
Annex

10/8204

2 Instrumentation

Pos.	Sensor	Manufa.	Identification	Year
1	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000142	02
2	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000143	02
3	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000144	02
4	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000145	02
5	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688081	02
6	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688082	02
7	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688083	02
8	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688084	02
9	El. Barometer	Vaisala	100 A Nr. X2010004	02
10	El. Thermometer	Galltec	KPK 1/6-ME	02
11	El. Humidity sensor	Galltec	KPK 1/6-ME	02
12	Wind tunnel control	-	-	-
13	CAN-BUS / PC	esd	-	04
14	Anemometer	-	-	-
15	Universal Isolator	Knick	P2700 - 98430	05

Table 1 Description of the data acquisition system

Remark: Last Re-accreditation see page 2

3 Photo of the calibration set-up



Calibration set-up of the anemometer calibration in the wind tunnel of Deutsche WindGuard, Varel. The anemometer shown is of the same type as the calibrated one. Remark: The proportion of the set-up are not true to scale due to imaging geometry.

4 Deviation to MEASNET procedure

The calibration procedure is in all aspects in accordance with the IEC 61400-12-1 Procedure

5 References

- [1] D. Westermann, 2009 - Verfahrensanweisung DKD-Kalibrierung von Windgeschwindigkeitssensoren
- [2] IEC 61400-12-1 12/2005 - Wind Turbine Power Performance Testing
- [3] ISO 3966 1977 - Measurement of fluid flow in closed conduits
- [4] MEASNET 09 1997 - Cup Anemometer Calibration Procedure

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0


Deutsche
WindGuard

Da Loan Thies 1st Class Anemometer at 60m:

EA DRäng - 60m


DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium / Calibration laboratory
 Akkreditiert durch die / accredited by the
 Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes



Deutsche WindGuard
The Wind Professionals

Deutsche WindGuard
Wind Tunnel Services GmbH
Varel



Deutscher
Akkreditierungs
Rat
DAKAR
DKD-K- 36801

Kalibrierschein
Calibration Certificate


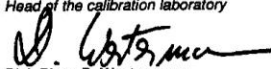
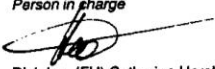
Gegenstand <i>Object</i>	4.3351.10.000	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Der DKD ist Unterzeichner der multi-lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. <i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen	
Typ <i>Type</i>	4.3351.10.000	
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	Body: 11102422 Cup: 11102422	
Auftraggeber <i>Customer</i>	Ammonit GmbH D-10997 Berlin	
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	VT10799	
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	3	

Datum der Kalibrierung
Date of calibration 27.11.2010


Kalibrierzeichen
Calibration label

10/8209
DKD-K-36801
11/2010

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel <i>Seal</i>	Datum <i>Date</i>	Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
	28.11.2010	 Dipl. Phys. D. Westermann	 Dipl. Ing. (FH) Catharina Herold

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
 Oidenburger Str. 65
 26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0



Seite 2
Page

10/8209
DKD-K-36801
11/2010

Kalibriergesamt
Object

Anemometer

Kalibrierverfahren
Calibration procedure

IEC 61400 12 1 - Wind Turbine Power Performance Testing 12 2005
MEASNET - Cup Anemometer Calibration Procedure – 09 1997
ISO 3966 – Measurement of fluid in closed conduits - 1977

Ort der Kalibrierung
Place of calibration

Windtunnel of Deutsche WindGuard, Varel

Messbedingungen
Test Conditions

wind tunnel area ¹⁾	10000 cm ²
anemometer frontal area ²⁾	230 cm ²
diameter of mounting pipe ³⁾	34 mm
blockage ratio ⁴⁾	0.023 [-]
blockage correction ⁵⁾	1.000 [-]

Umgebungsbedingungen
Test conditions

air temperature	19.5 °C	± 0.2 K
air pressure	1009.8 hPa	± 0.3 hPa
relative air humidity	30.3 %	± 2.0 %

Akkreditierung
Accreditation

08 / 2009

Anmerkungen
Remarks

-

Auswertesoftware
Software version

5.0

¹⁾ Querschnittsfläche der Auslassdüse des Windkanals

²⁾ Vereinfachte Querschnittsfläche (Schattenwurf) des Prüflings inkl. Montagerohr

³⁾ Durchmesser des Montagerohrs

⁴⁾ Verhältnis von 2) zu 1)

⁵⁾ Korrekturfaktor durch die Verdrängung der Strömung durch den Prüfling

Anmerkung: Aufgrund der speziellen Konstruktion der Messstrecke ist keine Korrektur nötig.

Remark: Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary

Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt

This calibration certificate has been generated electronically

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Seite 3
Page

10/8209
DKD-K-36801
11/2010

Kalibrierergebnis:

Result:

Test Item (1/s)	Tunnel Speed (m/s)	Uncertainty (k=2) (m/s)
85.234	4.167	0.05
126.851	6.089	0.05
168.664	7.987	0.05
207.580	9.802	0.05
250.431	11.772	0.05
294.235	13.733	0.05
337.073	15.687	0.05
314.701	14.655	0.05
272.971	12.754	0.05
229.249	10.773	0.05
187.276	8.855	0.05
145.983	6.963	0.05
107.458	5.177	0.05

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.

Der Deutsche Kalibrierdienst ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA (www.european-accreditation.org) und ILAC (www.ilac.org) zu entnehmen.

The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k = 2$. It has been determined in accordance with DKD-3. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%.

The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Anhang
Annex

EADRăng - 60m

10/8209

1 Detailed MEASNET¹ Calibration Results

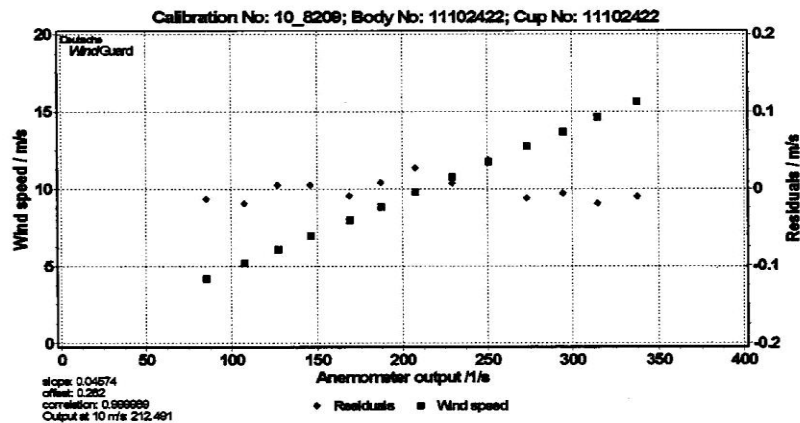
DKD calibration no.	10/8209
Body no.	11102422
Cup no.	11102422
Date	27.11.2010
Air temperature	19.5 °C
Air pressure	1009.8 hPa
Humidity	30.3 %



Linear regression analysis

Slope	0.04574 (m/s)/(1/s) ±0.00006 (m/s)/(1/s)
Offset	0.282 m/s ±0.014 m/s
St.err(Y)	0.015 m/s
Correlation coefficient	0.999989

Remarks no



¹⁾ According to MEASNET Cup Anemometer Calibration Procedure 09/1997. Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services is accredited by MEASNET and by the Deutscher Kalibrierdienst – DKD (German Calibration Service). Registration: DKD – K – 36801

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

2 Instrumentation

Pos.	Sensor	Manufa.	Identification	Year
1	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000142	02
2	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000143	02
3	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000144	02
4	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000145	02
5	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688081	02
6	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688082	02
7	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688083	02
8	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688084	02
9	El. Barometer	Vaisala	100 A Nr. X2010004	02
10	El. Thermometer	Galltec	KPK 1/6-ME	02
11	El. Humidity sensor	Galltec	KPK 1/6-ME	02
12	Wind tunnel control	-	-	-
13	CAN-BUS / PC	esd	-	04
14	Anemometer	-	-	-
15	Universal Isolator	Knick	P2700 - 98430	05

Table 1 Description of the data acquisition system

Remark: Last Re-accreditation see page 2

3 Photo of the calibration set-up



Calibration set-up of the anemometer calibration in the wind tunnel of Deutsche WindGuard, Varel. The anemometer shown is of the same type as the calibrated one.

Remark: The proportion of the set-up are not true to scale due to imaging geometry.

4 Deviation to MEASNET procedure

The calibration procedure is in all aspects in accordance with the IEC 61400-12-1 Procedure

5 References

- [1] D. Westermann, 2009 - Verfahrensanweisung DKD-Kalibrierung von Windgeschwindigkeitssensoren
- [2] IEC 61400-12-1 12/2005 - Wind Turbine Power Performance Testing
- [3] ISO 3966 1977 - Measurement of fluid flow in closed conduits
- [4] MEASNET 09 1997 - Cup Anemometer Calibration Procedure

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0


Deutsche
WindGuard

Độ cao 40m:

EADRäng - 40m


DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium / Calibration laboratory
 Akkreditiert durch die / accredited by the
 Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes



Deutsche
WindGuard
The Wind Professionals

Deutsche WindGuard
Wind Tunnel Services GmbH
Varel



Deutscher
Akkreditierungs
Rat
DAR
DKD-K- 36801



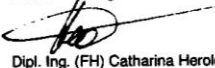
Kalibrierschein
Calibration Certificate

Gegenstand <i>Object</i>	4.3351.10.000	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Der DKD ist Unterzeichner der multi-lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. <i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.</i> The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen	
Typ <i>Type</i>	4.3351.10.000	
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	Body: 11102293 Cup: 11102293	
Auftraggeber <i>Customer</i>	Ammonit GmbH D-10997 Berlin	
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	VT10764	
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	3	
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	12.11.2010	


Kalibrierzeichen
Calibration label

10/7843
DKD-K-36801
11/2010

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel Seal	Datum Date	Leiter des Kalibrierlaboratoriums Head of the calibration laboratory	Bearbeiter Person in charge
	12.11.2010	 Dipl. Phys. D. Westermann	 Dipl. Ing. (FH) Catharina Herold

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
 Oldenburger Str. 65
 26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0



Seite 2
Page

10/7843
DKD-K- 36801
11/2010

Kalibriergegenstand
Object

Anemometer

Kalibrierverfahren
Calibration procedure

IEC 61400 12 1 - Wind Turbine Power Performance Testing 12 2005
MEASNET - Cup Anemometer Calibration Procedure – 09 1997
ISO 3966 – Measurement of fluid in closed conduits - 1977

Ort der Kalibrierung
Place of calibration

Windtunnel of Deutsche WindGuard, Varel

Messbedingungen
Test Conditions

wind tunnel area ¹⁾	10000 cm ²
anemometer frontal area ²⁾	230 cm ²
diameter of mounting pipe ³⁾	34 mm
blockage ratio ⁴⁾	0.023 [-]
blockage correction ⁵⁾	1.000 [-]

Umgebungsbedingungen
Test conditions

air temperature	21.7 °C	± 0.2 K
air pressure	987.8 hPa	± 0.3 hPa
relative air humidity	40.7 %	± 2.0 %

Akkreditierung
Accreditation

08 / 2009

Anmerkungen
Remarks

-

Auswertesoftware
Software version

5.0

¹⁾ Querschnittsfläche der Auslassdüse des Windkanals

²⁾ Vereinfachte Querschnittsfläche (Schattenwurf) des Prüflings inkl. Montagerohr

³⁾ Durchmesser des Montagerohrs

⁴⁾ Verhältnis von 2) zu 1)

⁵⁾ Korrekturfaktor durch die Verdrängung der Strömung durch den Prüfling

Anmerkung: Aufgrund der speziellen Konstruktion der Messstrecke ist keine Korrektur nötig.

Remark: Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary

Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt
This calibration certificate has been generated electronically

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Seite 3
Page

10/7843
DKD-K- 36801
11/2010

Kalibrierergebnis:

Result:

Test Item (1/s)	Tunnel Speed (m/s)	Uncertainty (k=2) (m/s)
84.691	4.136	0.05
127.673	6.090	0.05
188.441	7.999	0.05
208.610	9.829	0.05
250.839	11.774	0.05
293.796	13.751	0.05
335.716	15.709	0.05
313.275	14.661	0.05
272.624	12.769	0.05
229.472	10.799	0.05
186.642	8.867	0.05
146.427	6.973	0.05
107.244	5.171	0.05

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.

Der Deutsche Kalibrierdienst ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA (www.european-accreditation.org) und ILAC (www.ilac.org) zu entnehmen.

The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k = 2$. It has been determined in accordance with DKD-3. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%.

The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Anhang
Annex

EAD Răng - 40 m

10/7843

1 Detailed MEASNET¹ Calibration Results

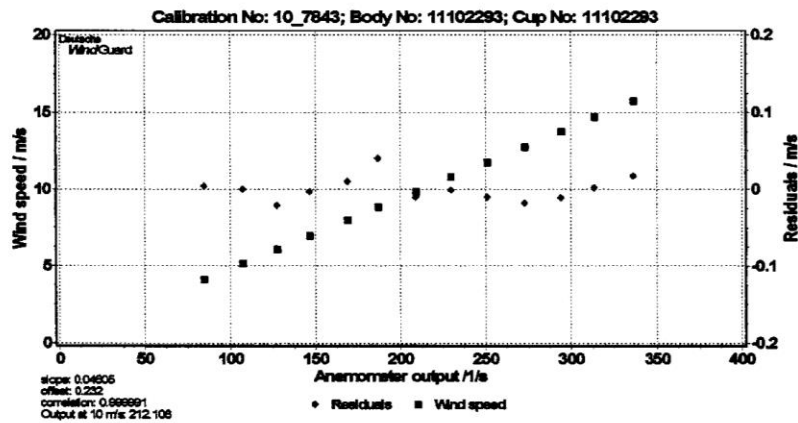
DKD calibration no.	10/7843
Body no.	11102293
Cup no.	11102293
Date	12.11.2010
Air temperature	21.7 °C
Air pressure	987.8 hPa
Humidity	40.7 %



Linear regression analysis

Slope	0.04605 (m/s)/(1/s) ± 0.00006 (m/s)/(1/s)
Offset	0.232 m/s ± 0.013 m/s
St.err.(Y)	0.016 m/s
Correlation coefficient	0.999991

Remarks no



¹⁾ According to MEASNET Cup Anemometer Calibration Procedure 09/1997.
Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services is accredited by MEASNET and by the Deutscher Kalibrierdienst – DKD (German Calibration Service). Registration: DKD – K – 36801

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard

Anhang
Annex

10/7843

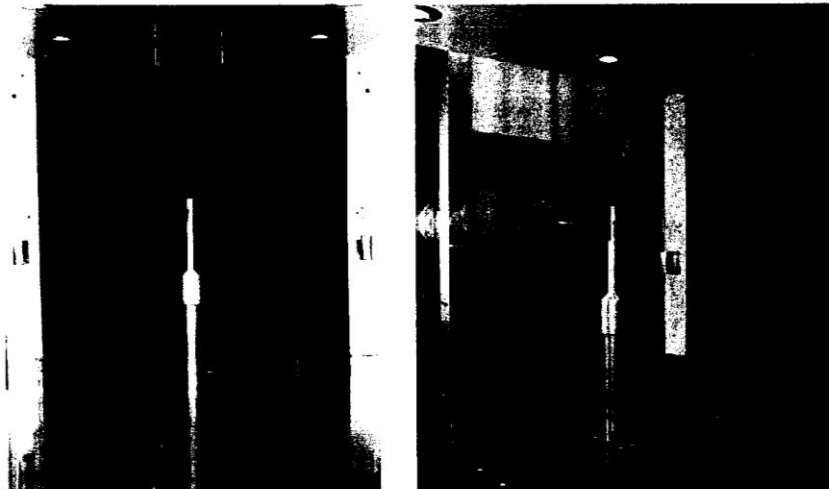
2 Instrumentation

Pos.	Sensor	Manufa.	Identification	Year
1	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000142	02
2	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000143	02
3	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000144	02
4	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000145	02
5	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688081	02
6	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688082	02
7	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688083	02
8	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688084	02
9	El. Barometer	Vaisala	100 A Nr. X2010004	02
10	El. Thermometer	Galltec	KPK 1/6-ME	02
11	El. Humidity sensor	Galltec	KPK 1/6-ME	02
12	Wind tunnel control	-	-	-
13	CAN-BUS / PC	esd	-	04
14	Anemometer	-	-	-
15	Universal Isolator	Knick	P2700 - 98430	05

Table 1 Description of the data acquisition system

Remark: Last Re-accreditation see page 2

3 Photo of the calibration set-up



Calibration set-up of the anemometer calibration in the wind tunnel of Deutsche WindGuard, Varel. The anemometer shown is of the same type as the calibrated one.

Remark: The proportion of the set-up are not true to scale due to imaging geometry.

4 Deviation to MEASNET procedure

The calibration procedure is in all aspects in accordance with the IEC 61400-12-1 Procedure

5 References

- [1] D. Westermann, 2009 - Verfahrensanweisung DKD-Kalibrierung von Windgeschwindigkeitssensoren
- [2] IEC 61400-12-1 12/2005 - Wind Turbine Power Performance Testing
- [3] ISO 3966 1977 - Measurement of fluid flow in closed conduits
- [4] MEASNET 09 1997 - Cup Anemometer Calibration Procedure

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Odenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0

Deutsche
WindGuard