

**Gutachterliche Stellungnahme für die Lastannahmen  
zur Turm- und Fundamentsberechnung  
der Vestas V126 - 3.3 MW  
mit 137 m Nabenhöhe  
für  
DIBt 2012 WZ 2 GK II**

**Auftraggeber:**

**Vestas Wind Systems A/S  
Hedeager 42  
DK - 8200 Aarhus N**

## 1.0 VORLAGEN

### Dokumente

| <i>Dokument Nr.</i> | <i>Revision</i> | <i>Titel</i>                                                                                                                   |
|---------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0047-2698           | V04             | /1/ Tower loads,<br>V126-3.3 MW, Mk2a, DIBt2 GKII, 137 m, 50 Hz, GS                                                            |
| 0047-2702           | V01             | /2/ Foundation loads,<br>V126-3.3 MW, Mk2a, DIBt2, 137 m, 50 Hz, GS                                                            |
| 0047-4595           | V03             | /3/ Compare Load Spectrum<br>V126-3.3 MW, Mk2a, DIBt2, 137 m, 50 Hz, GS<br>Simulation path:<br>N:\LDST\V1263300.137\dibt2\it7\ |

### Zeichnungen

| <i>Dokument Nr.</i> | <i>Revision</i> | <i>Titel</i>  |
|---------------------|-----------------|---------------|
| 0046-6137           | V00             | Tower drawing |

### Documentation taken for information only

| <i>Dokument Nr.</i> | <i>Revision</i> | <i>Titel</i>                                                   |
|---------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------|
| 0034-5760           | V04             | Interpretation of IEC load cases, V112/V117/V126 3.3MW Onshore |
| 0038-8006           | V02             | DIBT 2012 Interpretation                                       |

## 2.0 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

### 2.1 Umweltbedingungen

#### Wind:

Die Windverhältnisse nach den Windbedingungen der Windzone 2 Geländekategorie II Turbulenzkategorie A für Nabenhöhe 137 m gemäß „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung Oktober 2012, DIN EN 1991-1-4/NA und DIN EN 61400-1.

Die folgenden Windbedingungen wurden in den Lastberechnungen angesetzt:

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe | 7.52m/s   |
| Weibull k-parameter                               | 2.0       |
| 50-Jahres-Wind, Vm50 (10 min) in Nabenhöhe        | 38.00 m/s |
| 1-Jahres-Wind, Vm1 (10 min) in Nabenhöhe          | 30.40 m/s |

|                                                                  |                         |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Luftdichte                                                       | 1.225 kg/m <sup>3</sup> |
| Geländeneigung                                                   | 8°                      |
| Geländerauigkeitsexponent (normale Bedingungen)                  | 0.20                    |
| Geländerauigkeitsexponent (extreme Bedingungen)                  | 0.11                    |
| Umgebungsturbulenzintensität Iref nach IEC 61400-1, ed. 3, 2005. | 16 %                    |

Die Erhöhung der Turbulenzintensität aufgrund von Nachlaufströmung benachbarter Anlagen wurde nicht untersucht.

## 2.2 Normen und Richtlinien

- DIBt-Richtlinie: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Fassung Oktober 2012.
- IEC 61400-1:2005 ed. 3, Wind turbines-Part 1: Design Requirements.

## 2.3 Daten für die Lastannahme

- Nennleistung: 3.3 MW
- Rotordurchmesser: 126 m
- Einschaltgeschwindigkeit: 3 m/s
- Nennwindgeschwindigkeit: 10.70 m/s
- Abschaltgeschwindigkeit: 22.5 m/s
- Rotordrehzahl: 6.40 bis 16.51 U/min (12.79 U/min Nenndrehzahl)
- Maximale Blattverstellgeschwindigkeit 5°/s (Protection Stop und Emergency Stop)
- Nabenhöhe: 137 m
- Stahlrohrturm mit 1.Biegeeigenfrequenz: 0.161 Hz (-1.88 % ,+5.59 %)
- Erschütterungsüberwachungsgrenze in Nabenhöhe: 2.3 m/s<sup>2</sup> (max. Beschleunigung)
- Rechnerische Lebensdauer: 20 Jahre

## 3.0 PRÜFBEMERKUNGEN

### Extremlastfälle:

Ein Vergleich der Lasten mit den Anforderungen in der DIBt-Richtlinie „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Oktober 2012 wurde geführt. Die Windbelastung erfüllt die Werte der Windzone 2 ohne Erhöhung der Windgeschwindigkeit für exponierte Lagen. Die charakteristischen Extremlasten sind in dem Vestas Wind System A/S Bericht /3/ gemäß DIBt-Richtlinie einschließlich Last-sicherheitsbeiwerten aufgeführt.

Einwirkungen aus Erdbeben Bedeutungskategorie II und Erdbebenzone 3 (DIN EN 1998-1 und DIN EN 1998-1/NA) sind berücksichtigt.

#### **Betriebsfestigkeit:**

Die Lastannahmen für den Betriebsfestigkeitsnachweis basiert auf der DIBt-Richtlinie: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung Oktober 2012. Die Lastkollektive wurde mit der Vestas Turbine Simulator (VTS) Version VTS0102 des aeroelastischen PC-Programmes Flex5 berechnet. Die Betriebslastkollektive werden in /1/ für den Turmkopf, den Turmfuß sowie für die unterschiedlichen Turmschnitte angegeben. Die Fundamentlasten werden gesondert in das Dokument /2/ für die Nabenhöhen NH 137 m aufgeführt und angegeben.

Die Betriebsfestigkeitslasten wurden unter Berücksichtigung eines dreidimensionalen Turbulenz-windfeldes durchgeführt.

Die in der Lastdokumentation von Vestas Wind Systems A/S für den Betriebsfestigkeitsnachweis angegebenen Beanspruchungskollektive, berücksichtigen alle in der DIBt-Richtlinie aufgeführten Einwirkungen und Einflüsse.

#### **Produktionslasten:**

Für die Windenergieanlage V126–3.3MW der Firma Vestas Wind Systems A/S mit der Nabenhöhe 137 m Nabenhöhe wurden alle Produktionslastfälle aus der DIBt 2012 Richtlinie nach DLC D.1, D.2, und D.3 berechnet. Die Produktionslasten wurden auf Übereinstimmung mit der DIBt-Richtlinie „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung Oktober 2012, geprüft und akzeptiert.

## **4.0 SCHLUSSBEMERKUNG**

Die aufgeführten Lastannahmen sind für die Windenergieanlage V126–3.3MW der Firma Vestas mit Nabenhöhe 137 m für Geländekategorie II in Windzone 2 gültig.

Die Lastannahmen sind gültig für Standorte mit Geländehöhe bis zu 800 m über NN gemäß DIN1991-1-4/NA A.2 (1).

Die Lastannahmen sind für die Umgebungsturbulenzintensität  $I_{ref} = 16 \%$  nach IEC 61400-1, ed. 3, 2005, gültig.

Die Prüfung der Mindestabstände der Windenergieanlagen untereinander bei Aufstellung in einer Windparkkonfiguration in Abhängigkeit der örtlichen Umgebungsturbulenzintensität wurde nicht untersucht, d.h. der Einfluss der Turbulenzerhöhungen braucht nicht untersucht werden, solange die folgenden Bedingungen laut Kapitel 7.3.3 der DIBt-Richtlinie erfüllt sind:

- der Abstand der Turmachsen benachbarter Windenergieanlagen darf den 8-facher Rotor-durchmesser für  $V_{m50} \leq 40 \text{ m/s}$  in Nabenhöhe nicht unterschreiten
- der Abstand der Turmachsen benachbarter Windenergieanlagen den 5-facher Rotor-durchmesser für  $V_{m50} \geq 45 \text{ m/s}$  in Nabenhöhe nicht unterschreiten.

Für zwischenwerte von  $V_{m50}$  ist der Abstand linear zu interpolieren.

Die in den Lastannahmen von Vestas Wind Systems A/S für den Betriebsfestigkeitsnachweis angegebenen Beanspruchungs-kollektive berücksichtigen alle in Abschnitt 9.2.2 der DIBt-Richtlinie aufgeführten Einwirkungen und Einflüsse.

Die begutachtete Lastannahme ist für eine Turmeigenfrequenz von 0.161 Hz (-1.88 % ,+5.59 %) gültig.

Die Fundamentsteifigkeit muss größer als 182 GNm/rad für Turmzeichnung 0046-6137 V00 sein.

Ferner sind die begutachteten Lastangaben nur für initial Blattverstellgeschwindigkeiten gültig, welche im Notfall 8 Grad/s nicht überschreiten.

Die Erschütterungsüberwachung muss die Windenergieanlage in den „PAUSE“-Zustand setzen, falls die Turmkopfbeschleunigung 2.3 m/s<sup>2</sup> überschreitet.

Die Ride-Through Lastfälle (Stützung der Netzspannung durch Windenergieanlagen bei Netzstörung) bei Spannungsabfall sind nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

Es wurden keine Ride-Through Lastfälle (Stützung der Netzspannung durch Windenergieanlagen bei Netzstörung) bei Spannungsabfall definiert oder berechnet.

Das Inbetriebnahmehandbuch muss die Verhinderung unzulässiger Turmschwingungen, wie von Vestas definiert, beschreiben. Einwirkungen aus Wirbelablösungen sollte während der Auslegung des Turms berücksichtigt werden.

Wartungsarbeiten können bis zu eine Windgeschwindigkeit von 15 m/s (10 min Mittel) in Naben-höhe durchzuführen werden.

Die Richtigkeit der vorgelegten Lasten, sowie die Übereinstimmung der Lasten mit den Anforderungen der DIBt "Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Fassung Oktober 2012 wurden anhand von Plausibilitätsprüfungen der dimensionierenden Eingangsdaten und unter Berücksichtigung einer maximalen Umgebungsturbulenzintensität  $I_{ref} = 16 \%$  geprüft und bestätigt.



Parasarampuram,  
Ramakrishna  
2016.02.15 09:13:11  
+01'00'

Ramakrishna Parasarampuram

Gutachter



Redanz, Pia  
2016.02.15  
18:52:44 +01'00'

Pia Redanz

Principal Engineer