

**Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen
zur Turm- und Fundamentsberechnung der
Vestas V117-3.3/3.45 MW mit 116,5 m
Nabenhöhe**

**für
Windklasse S**

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>
0050-4312	01/2015-08-05	Tower load V117-3.3 MW HH116.5 DIBtS
0050-4315	00/2015-03-03	Foundation load V117-3.3 MW HH116.5 DIBtS
0050-4319	01/2015-07-15	Compare Load spectrum V117-3.3 MW HH116.5 DIBtS
0053-4935	00/2015-07-17	Compare Load spectrum V117-3.3 MW HH116.5 DIBtS
0065-3553	02/2017-06-21	RNSP 15-428: Load Spectrum Comparision V117-3.45MW, Mk2C, DIBt, HH116.5m, 50/60Hz, GS
0065-3555	00/2017-03-06	RNSP 15-428: Foundation loads V117-3.45MW, Mk2C, DIBt, HH116.5m, 50Hz, GS
0101-3698	01/2020-12-23	DIBt Towers – Changes between old TAD & New TAD

Zeichnungen

<i>Dokument Nr.</i>	<i>Revision</i>	<i>Titel</i>
A012-0780	00/2020-12-08	T3E150-V117-3.3 MW NH116.5 DIBtS GKS

Vestas Lasten-Ordner:

H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003\
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003\postloads\MAIN\MainLoad.txt
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ3_GK1_ALT\
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ3_GK1_ALT\postloads\MAIN\MainLoad.txt
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ3_GK2\
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ3_GK2\postloads\MAIN\MainLoad.txt
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ3_GK3\
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ3_GK3\postloads\MAIN\MainLoad.txt
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ4_GK4\
H:\3MW\MK2A\V1173300.116\DIBtS\IEC_Tower\003_Vref_IT\WZ4_GK4\postloads\MAIN\MainLoad.txt
n:\RNSP\15-428\SHVEA\V117.3450.Mk2C.HH116.5m\002\Loads\
n:\RNSP\15-428\SHVEA\V117.3450.Mk2C.HH116.5m\002\Loads\Postloads\MAIN\MainLoad.txt

2.0 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Umweltbedingungen

Wind: Windklasse S, gemäß IEC 61400-1:2005 ed. 3.

Die folgenden Windbedingungen von dieser Klasse wurden in den Lastberechnungen angesetzt:

Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	7,66 m/s
Weibull k-parameter [-]	2,0
50-Jahres-Wind, Vm50 (10 min) in Nabenhöhe	44,20 m/s
50-Jahres-Bö, Ve50 (3 sec) in Nabenhöhe	66,54 m/s
1-Jahres-Wind, Vm1 (10 min) in Nabenhöhe	38,02 m/s
1-Jahres-Bö, Ve1 (3 sec) in Nabenhöhe	55,23 m/s
Luftdichte	1,225 kg/m ³
Geländeneigung	8°
Geländerauigkeitsexponent (normale Bedingungen)	0,20
Geländerauigkeitsexponent (extreme Bedingungen)	0,11
Umgebungsturbulenzintensität I_{ref} nach IEC 61400-1, ed. 3, 2005	16 %
Turbulenzintensität bei Vm50	10,4%

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 oder 3,45 MW
- Rotordurchmesser: 117 m
- Einschaltgeschwindigkeit: 3 m/s
- Nennwindgeschwindigkeit: 11,2 m/s
- Abschaltgeschwindigkeit: 25 m/s

- Nennrotordrehzahl: 13,14 U/min
- Maximale Blattverstellgeschwindigkeit 5 %/s (Protection Stop und Emergency Stop)
- Nabenhöhe: 116,5 m
- Stahlrohrturm mit 1. Biegeeigenfrequenz: 0,179 Hz
- Erschütterungsüberwachungsgrenze in Nabenhöhe: 2,3 m/s² (max. Beschleunigung)
- Rechnerische Lebensdauer: 20 Jahre

3.0 PRÜFBEMERKUNGEN

Extremlastfälle:

Die Übereinstimmung mit der DIBt-Richtlinie „Richtlinie für Windenergieanlagen: Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Oktober 2012 bei Anwendung standortspezifischer Windbedingungen wurde geprüft. Die Extremlasten sind in den Vestas Wind System A/S Berichten gemäß DIBt-Richtlinie einschließlich Lastsicherheitsbeiwerten aufgeführt.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden berücksichtigt.

Die geprüften Extremenlasten der Windzone S [1] decken die Extremlasten der untenstehenden Windzonen [2], [3], [4] und [5] ab.

	DIBtS	WZ3 GK1 Alt	WZ3 GK2	WZ3 GK3	WZ4 GK4
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
V50 (m/s)	44.2	42.57	40.73	36.34	35.09
V1 (m/s)	38.02	34.06	32.58	29.07	28.07
Ve50 (m/s)	66.54	59.6	57.02	50.88	49.13
Ve1 (m/s)	55.23	47.68	45.61	40.7	39.3
TI @ V50	0.104	0.113	0.128	0.163	0.206
Vave (m/s)	7.66	7.66	7.33	7.27	6.32

Table 0-1: Windzonen

Betriebsfestigkeit:

Die Lastannahme für den Betriebsfestigkeitsnachweis basiert auf der DIBt-Richtlinie: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Fassung Oktober 2012. Die Lastkollektive wurden mit der Vestas Turbine Simulator (VTS) Version VTS002 des aeroelastischen PC-Programmes Flex5 berechnet. Die Betriebslastkollektive werden für den Turmkopf, den Turmfuß sowie für die unterschiedlichen Turmschnitte angegeben. Die Fundamentlasten werden gesondert in den Dokumenten 0050-4315.V00 sowie 0065-3555.V00 aufgeführt.

Die Betriebsfestigkeitslasten werden unter Berücksichtigung eines drei-dimensionalen Turbulenzfeldes 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.

Die geprüften Ermüdungslasten der Windzone S [1] decken die in der Tabelle 0-1 stehenden Windzonen [2], [3], [4] und [5] ab.

4.0 SCHLUBBEMERKUNG

Die aufgeführten Lastannahmen sind für die Windenergieanlage V117-3.3 MW bzw. V117-3.45 MW der Firma Vestas mit Nabenhöhe 116,5 m, Windklasse S 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 nur für die Umgebungsturbulenzintensität I_{ref} unter 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 Rotordurchmesser für $V_{m50} \leq 40$ m/s in Nabenhöhe nicht unterschreiten
- der Abstand der Turmachsen benachbarter Windenergieanlagen darf den 5-facher Rotordurchmesser für $V_{m50} \geq 45$ 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 Beanspruchungskollektive berücksichtigen alle in der DIBt-Richtlinie aufgeführten Einwirkungen und Einflüsse.

Die begutachtete Lastannahme ist für eine Turmeigenfrequenz von 0,179 Hz (-5%/+5%) gültig.

Die Fundamentsteifigkeit muss größer als 32 GNm/rad sein.

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

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

Wartungsarbeiten sind bis zu eine Windgeschwindigkeit von 15 m/s (10 min Mittel) in Nabenhöhe durchzuführen.

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.

Die geprüften Ermüdungs- und Extremlasten der Windzone S [1] decken die anderen Windzonen [2], [3], [4] und [5] ab.

A handwritten signature in blue ink, reading "Andreas Reimann".

Andreas Reimann

Gutachter

A handwritten signature in blue ink, reading "P. Parasarampuram".

Ramakrishna Parasarampuram

Gutachter