

NVE

Att.: Sissel Belgen Jacobsen

Postboks 5091 Majorstuen

0301 Oslo

Kopi: Grunneigarane Nesbø og Hennøy

Dykkar ref. 200708327-82

Vår ref.

Dato: 9.3.2016

Søknad om endring av konsesjon - Hennøy vindkraftverk i Bremanger kommune

8.10.2014 vart det gjeve konsesjon til Hennøy vindkraftverk med tilhøyrande infrastruktur. Konsesjonen gjeld installert effekt opp til 35 MW.

Med stadig lågare forventningar til kraft- og elsertifikatpris, lyt tiltakshavar sjå på mogelegheiter for forbetring av mellom anna produksjonspotensialet.

Vestavind Kraft søker difor om endring av installert effekt i Hennøy vindkraftverk opp til 50 MW, dimensjon på turbinane vil være tårnhøgde opp til om lag 90 m og rotordiameter på om lag 110 m.

På oppdrag frå Vestavind Kraft har Kjeller Vindteknikk utført analyser med tanke på å optimalisere energiproduksjonen på det tilgjengelige arealet innan konsesjonsområdet. I studien er det brukt turbinar med 80 meter tårnhøgde, rotordiameter 108 m og generator på 3,2 MW. Analysane konkluderer med at det er gjennomførbart å installere 14 vindturbinar av denne typen. Dette gjev ein samla effekt på 44,6 MW og årsproduksjon på om lag 140 GWh.

Teknologiutviklinga gjer at utnyttingsgrad og produksjon har monaleg forbetringspotensial, eit tak på 35 MW yting er difor til hinder for god areal- og ressursutnytting. Notatet med produksjonsanalyse frå Kjeller Vindteknikk ligg ved.

Slik Vestavind Kraft vurderer det, vil ikkje den omsøkte endringa føre til nemnande negativ endring i omfang og konsekvens for tema naturverdiar, landskap og skuggekast. Ny teknologi fører til at vindturbinane ikkje genererer meir støy enn det som ligg som grunnlag for tidlegare konsekvensutgreiing.

Fortetting av vindturbinane vil kunne føre til noko auke i kollisjonsfaren for fugl. Fortetting vil og kunne opplevast som meir negativt reint visuelt, men ikkje i slik grad at dette; etter Vestavind Kraft si meining; vil gje grunnlag for NVE å nekte konsesjonsendring.

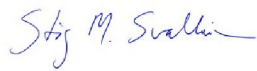
Sett bort frå transformatorytinga i Hennøy transformatorstasjon, som må aukast til ca 55 MVA, vil endring av installert yting frå 35 til 50 MW ikkje føre til konsekvensar for den planlagde nettilknytinga vha 132 kV til Svelgen transformatorstasjon.

For samfunnet vil planendringane bety meir fornybar energi på same areal. For utbyggjar, grunneigarar, kommune og tenesteleverandører vil endringane auke potensialet for verdiskaping.

Vedlegg: Maksimalløysing, notat Kjeller Vindteknikk

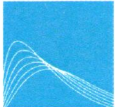
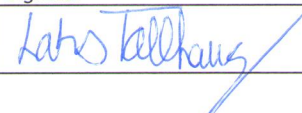
Med helsing

Vestavind Kraft AS

A handwritten signature in blue ink, reading "Stig M. Svalheim".

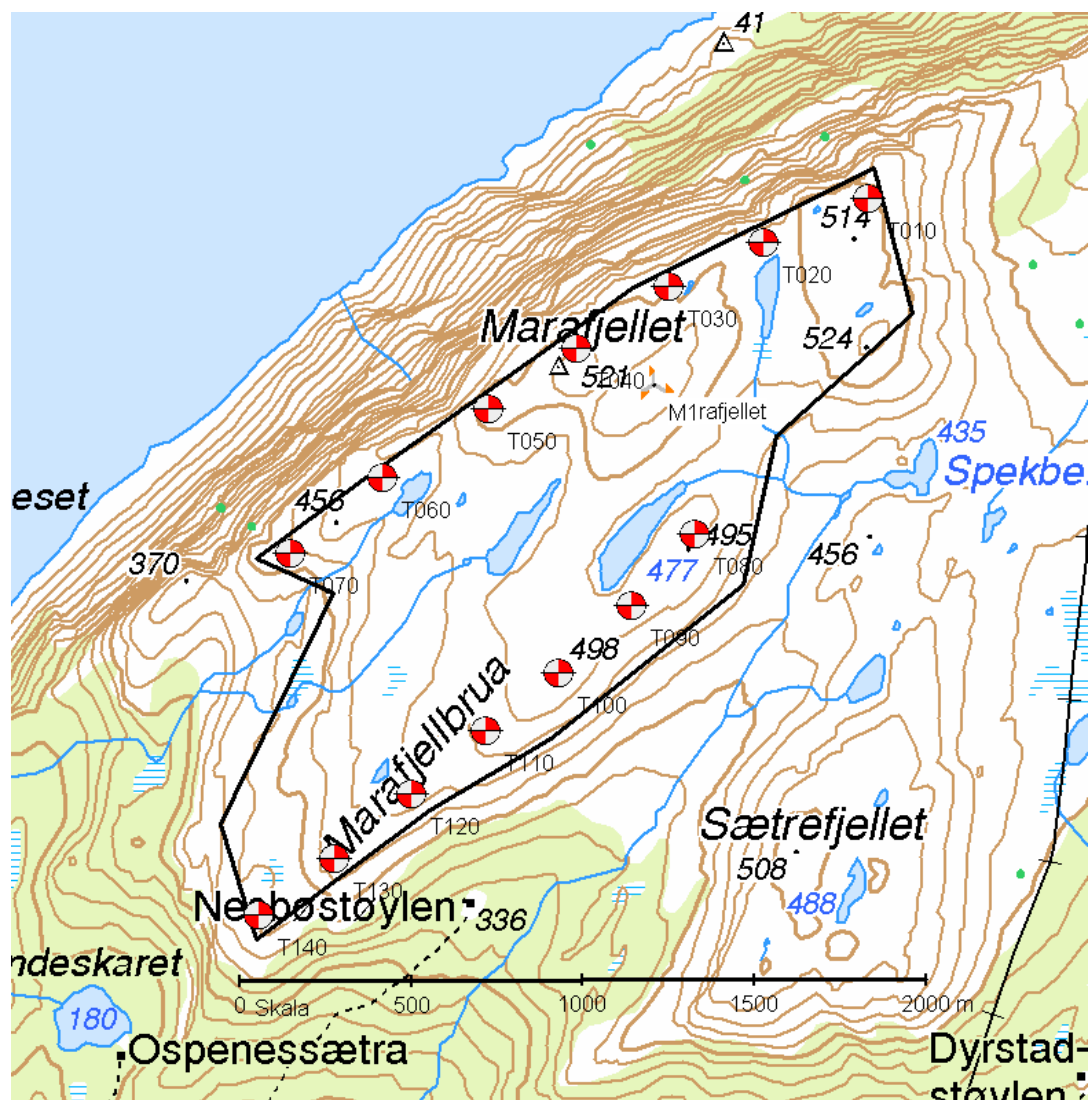
Stig Svalheim

Adm.direktør

 KJELLER				
Postadresse Besøksadresse Telefon		Boks 122, 2027 Kjeller Gunnar Randers vei 24 480 50 480		
Notat nummer: KVT/LT/2016/N009				Dato 17.02.2016
Notattittel: Hennøy vind park, Bremanger Kommune Maksimalløsning				
Kunde: Vestavind Kraft AS				
Kundens referanse: Arnar Kvernevik				
Sammendrag: Det er laget et forslag til plassering av turbiner på Hennøy. Forslaget skal oppfattes som en maksimalløsning for Hennøy. Det er ikke gjort noen økonomisk vurdering av om det er lønnsomt eller ikke. Det er derimot utført beregninger av lastene, for å kunne lage et forslag som skal kunne være teknisk gjennomførbart. Vi har kommet fram til at det er plass til 14 turbiner av for eksempel typen Siemens 3.2-108. Total installert effekt blir da 44.6 MW. For å få plass til så mye, må turbinene være av IEC klasse 1A.				
Forbehold Selv om det i arbeidet med denne rapporten, så langt vi kjenner til, er benyttet oppdaterte analysemetoder, og vi i vårt arbeid forsøker å gi et så godt resultat som mulig, kan Kjeller vindteknikk AS ikke holdes ansvarlig for resultatene i rapporten eller for framtidig bruk av denne, og heller ikke for eventuelle direkte eller indirekte tap som skyldes eventuelle feil i rapporten.				
Revisjonshistorie				
Utgave	Dato		Kommentar	Distribusjon
1	17.02.2016			
Navn		Dato	Signatur	
Utarbeidet av	Lars Tallhaug	17/2-2016		

1 Innledning

Det er laget et forslag til plassering av turbiner på Hennøy. Forslaget skal oppfattes som en maksimalløsning for Hennøy. Det er ikke gjort noen økonomisk vurdering av om det er lønnsomt eller ikke. Det er derimot utført beregninger av lastene, for å kunne presentere et forslag som skal kunne være teknisk gjennomførbart.



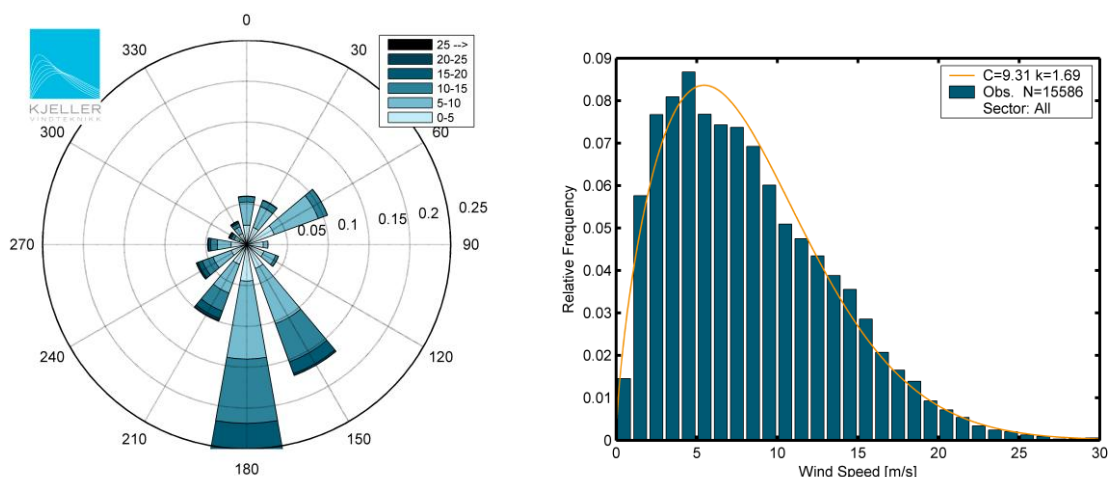
Figur 1 Kart over turbinplasseringer

Figur 1 viser de foreslåtte turbinplasseringene.

Vi har benyttet WindPRO og "Site compliance" og "Load response" i våre beregninger. Integrert i disse beregningene har vi også benyttet oss av Wasp Engineering til å beregne vindskjær, vertikalvind og turbulens.

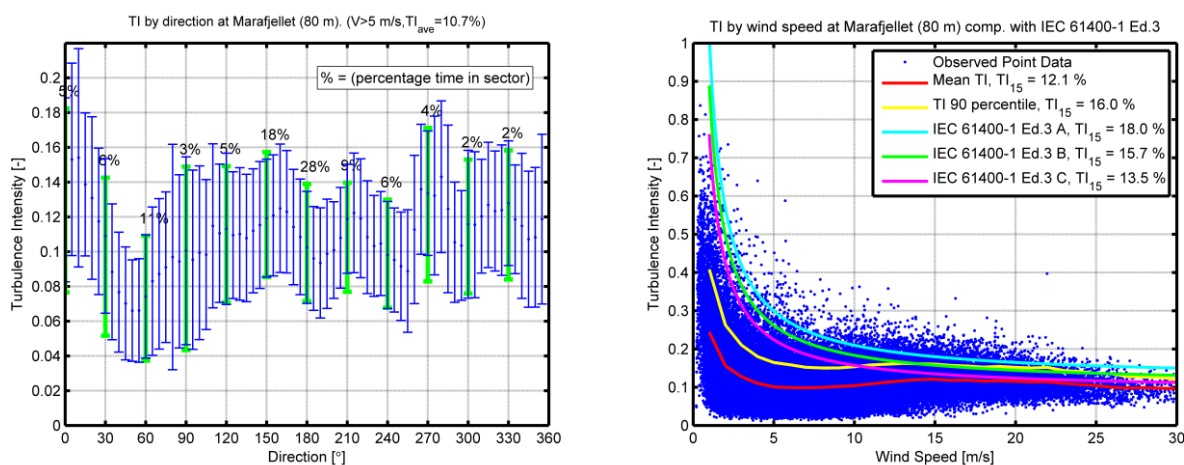
2 Inngangsdata og metode

Inngangsdata til beregningene er de samme som ble benyttet i KVT/OU/2015/N051. Den langtidskorrigerte middelvinden i 50 m masten ble her beregnet til 8.3 m/s (49.3 mob). Langtidskorrigert vindrose og frekvensfordeling er gitt i figuren under.



Figur 2. Vindrose og frekvensfordeling for målemasten. Langtidskorrigert.

Målinger av turbulens er korrigert opp til navhøyde ved hjelp av målt vindskjær slik at standardavviket i vinden er holdt konstant. I figur 3 er turbulensintensiteten i 80 m høyde vist. Turbulensintensiteten er litt høy for noen retninger, spesielt fra nord. Da kommer vinden litt skrått på den bratte kanten før den treffer masten. Masten er plassert ca 400 m fra kanten. I plottet til høyre ser vi at turbulensintensiteten er lik med klasse B før vakeintrodusert turbulens er lagt til.



Figur 3 Turbulensintensiteten i mastepunktet i 80 m høyde.

Det er benyttet to ulike metoder for å ekstrapolere turbulensen fra målepunktet og ut til turbinposisjonene. Den ene er å anta at turbulensintensiteten er lik i målepunktet som turbinposisjonene. Den andre er å benytte WaspEngineering til den horisontale ekstrapoleringen.

For middelvinden har vi benyttet det deltaRIX korrigerte vindkartet som ble presentert i KVT/OU/2015/N051.

Vi har benyttet Load Response modulen i WindPRO i beregningene. Denne modulen baserer seg på et stort antall beregninger med en Aero Elastisk modell som er kjørt et stort antall ganger for ulike case og resultatene er lagt i en database. Når modulen benyttes gjøres det oppslag i databasen. Beregningene med den Aero Elastiske modellen er basert på en standard turbin på grunn av at detaljer for de kommersielle turbinene ikke er åpent tilgjengelig.

Ved å benytte Load Response modulen tar vi hensyn til hvordan de ulike vindparametre virker sammen til å belaste turbinen. For Hennøy er det slik at vindhastigheten er litt lavere enn grensen i IEC 1a, som er 10.0 m/s. Turbinen med høyest middelvind er T040 med 9.2 m/s. Det betyr at en turbin i IEC klasse 1a vil ha en margin på levetiden dersom en bare ser på middelvinden. Denne marginen kan brukes til å for eksempel tillate litt høyere turbulensintensitet enn IEC grensen. Dette kan Load Response beregne, og det har vi utnyttet i plasseringene av turbinene på Hennøy.

3 Resultater og diskusjon

Beregningene med Load Response viser at noen av turbinene er litt overbelastet. Hvilke turbiner avhenger av metoden for å ekstrapolere turbulensintensiteten.

Ved å benytte WaspEngineering for å ekstrapolere turbulensintensiteten (metode 1), finner vi at T080 er litt overbelastet. De andre er belastet lavere enn designgrensen. Overskridelsen er i størrelsesorden 2 %.

Dersom vi isteden benytter samme turbulensintensitet for alle turbiner som for mastepunktet (metode 2) finner vi at T040, T050 og T060 er litt overbelastet. Overskridelsen for disse tre turbinene er i størrelsesorden 1 %.

Det er stor usikkerhet knyttet til hvordan vindhastigheten og turbulensen fordeler seg i området. Det er disse to parametrene som har størst betydning for turbinenes levetid.

Som vist i figur 3 er turbulensintensiteten for vind fra nord litt høy. Ved bruk av metode 1 ser vi at turbulensintensiteten blir noe lavere for de fleste andre turbiner. Ved bruk av metode 2, får turbinene relativt lik turbulensintensitet. Forskjellen utgjøres av turbulens induisert fra vakene. Effekten av at de sørlige turbiner har lavere midlere hastighet enn de øvrige er tatt høyde for på samme måte med de to metodene.

De overskridelsene som finnes i de to metodene regnes for å være innenfor usikkerheten i beregningene. Med litt mer detaljert arbeid antar vi også at det vil være mulig å få alle turbiner innenfor grensene. Kjeller Vindteknikk mener derfor at det er sannsynlig at det vil være mulig å plassere 14 stk Siemens 3.2 108 på Hennøy innenfor det eksisterende planområdet.

Før det fattes en investeringsbeslutning og anlegget bygges vil den valgte turbinleverandøren måtte beregne belastningene og levetiden. I og med at det bare er leverandøren som har detaljert informasjon om hvordan turbinen er designet, vil man måtte stole på leverandøren i en slik sak. Leverandøren tar ansvaret for disse beregningene gjennom sin garanti. Utbygger vil imidlertid være ansvarlig for vindinformasjonen. Dette er det viktig at utbygger tar opp til vurdering før prosjektet skal realiseres og eventuelt utfører flere målinger for å redusere risikoen i prosjektet.

I vedlegg finnes lastberegning med metode 1 og metode 2 og en produksjonsberegning.

Project:

SFE_Bremanger_Hennøy

SFE Produksjon AS

Arnar Kvernevik

Bukta

6823 Sandane

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Gunnar Randres vei 12

NO-2007 Kjeller

(+47) 480 50 480

kvt73 / ove.undheim@vindteknikk.no

Calculated:

17.02.2016 14:32/3.0.629

PARK - Main Result

Calculation: SWT-3.2-108**Wake Model**

N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

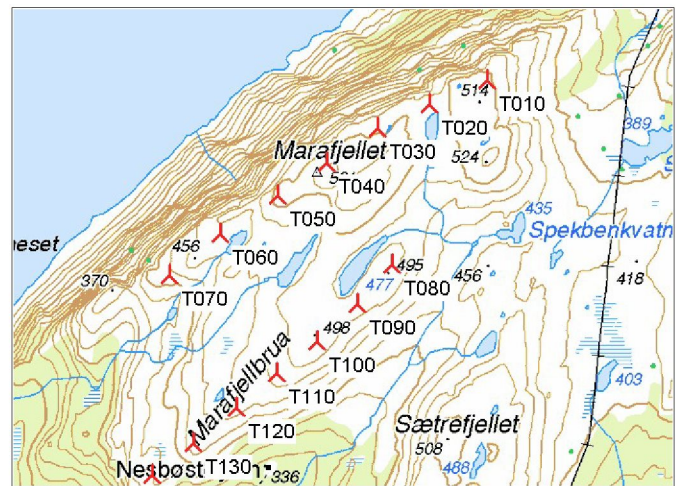
Air density calculation mode Individual per WTG
 Result for WTG at hub altitude 1,185 kg/m³ to 1,201 kg/m³
 Air density relative to standard 96,7 % to 98,1 %
 Hub altitude above sea level (asl) 459,0 m to 597,5 m
 Annual mean temperature at hub alt. 3,8 °C to 4,7 °C
 Pressure at WTGs 941,7 hPa to 957,9 hPa

Wake Model Parameters

From angle To angle Terrain type Wake decay constant
 [°] [°]
 180,0 180,0 0,071

Displacement heights from objects**Wake calculation settings**

Angle [°] Wind speed [m/s]
 start end step start end step
 0,5 360,0 1,0 0,5 30,5 1,0



New WTG

Resource file(s)

L:\KUNDER\050_Vestavind_kraft_AS\010_Marafjellet\Analyser\10_WindPRO\Hennoy_79p5m_rix_mat.wrg

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result	Result-9,3%	GROSS (no loss)	Park	Capacity	Mean WTG	Full load	Mean wind speed
	PARK [MWh/y]	[MWh]	Free WTGs [MWh/y]	efficiency [%]	factor [%]	result [MWh/y]	hours [Hours/year]	@hub height [m/s]
Wind farm	155 093,5	140 669,8	170 095,4	91,2	36,0	10 047,8	3 154	8,2

*) Based on Result-9,3%

Calculated Annual Energy for each of 14 new WTGs with total 44,6 MW rated power

WTG type								Power curve		Annual Energy		Park	
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Creator	Name	Result	Result-9,3%	Efficiency	Mean wind speed
				[kW]	[m]	[m]	[m]			[MWh]	[MWh]	[%]	[m/s]
T010 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	12 679,4	11 500	95,53	8,83
T020 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	12 089,6	10 965	92,70	8,76
T030 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	12 138,6	11 010	90,07	9,01
T040 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	12 178,9	11 046	88,84	9,16
T050 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	11 961,6	10 849	89,53	8,94
T060 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	11 918,3	10 810	90,09	8,82
T070 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	11 721,7	10 632	92,79	8,45
T080 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	10 050,9	9 116	89,68	7,65
T090 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	10 090,0	9 152	89,22	7,71
T100 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	10 167,4	9 222	89,24	7,75
T110 A	Yes	Siemens	SWT-3.0-108-3 000	3 000	108,0	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107 dB - 02-2013	9 577,6	8 687	89,51	7,57
T120 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	9 898,1	8 978	90,97	7,49
T130 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	10 234,1	9 282	92,53	7,57
T140 A	Yes	Siemens	SWT-3.2-108-3 200	3 200	107,8	79,5	0,0	EMD	Level 0 - Calculated - Std. 107dB - 10-2014	10 387,3	9 421	95,96	7,44

WTG siting**UTM WGS84 Zone: 32**

X(East) Y(North) Z Row data/Description
 [m]

T010 New 297 953 6 858 136 500,0 Siemens SWT-3.2-108 3200 107,8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (271)
 T020 New 297 650 6 858 008 484,7 Siemens SWT-3.2-108 3200 107,8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (272)
 T030 New 297 372 6 857 882 495,3 Siemens SWT-3.2-108 3200 107,8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (273)
 T040 New 297 106 6 857 701 518,0 Siemens SWT-3.2-108 3200 107,8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (274)
 T050 New 296 848 6 857 525 500,0 Siemens SWT-3.2-108 3200 107,8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (275)
 T060 New 296 543 6 857 323 453,6 Siemens SWT-3.2-108 3200 107,8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (276)
 T070 New 296 273 6 857 105 410,3 Siemens SWT-3.2-108 3200 107,8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (305)

To be continued on next page...

Project:

SFE_Bremanger_Hennøy

SFE Produksjon AS
Arnar Kvernevik
Bukta
6823 Sandane

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Gunnar Randres vei 12
NO-2007 Kjeller
(+47) 480 50 480
kvt73 / ove.undheim@vindteknikk.no
Calculated:
17.02.2016 14:32/3.0.629

PARK - Main Result

Calculation: SWT-3.2-108

...continued from previous page

UTM WGS84 Zone: 32

	X(East)	Y(North)	Z	Row data/Description
			[m]	
T080 New	297 449	6 857 162	480,0	Siemens SWT-3.2-108 3200 107.8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (277)
T090 New	297 267	6 856 952	480,0	Siemens SWT-3.2-108 3200 107.8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (307)
T100 New	297 054	6 856 754	480,0	Siemens SWT-3.2-108 3200 107.8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (278)
T110 New	296 842	6 856 587	464,1	Siemens SWT-3.0-108 3000 108.0 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,5 m) (279)
T120 New	296 626	6 856 405	443,2	Siemens SWT-3.2-108 3200 107.8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (280)
T130 New	296 400	6 856 215	420,0	Siemens SWT-3.2-108 3200 107.8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (281)
T140 New	296 182	6 856 050	379,5	Siemens SWT-3.2-108 3200 107.8 !O! hub: 79,5 m (TOT: 133,4 m) (304)

Project:

SFE_Bremanger_Hennøy

SFE Produksjon AS
 Arnar Kvernevik
 Bukta
 6823 Sandane

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Gunnar Randres vei 12
 NO-2007 Kjeller
 (+47) 480 50 480
 kvt73 / ove.undheim@vindteknikk.no
 Calculated:
 17.02.2016 14:34/3.0.629

LOAD RESPONSE - Fatigue loads

Calculation: Hennøy SWT-3.2-108 IEC IA m WEng. Metode 1

Result: **Critical**

Setup

Load response file EMD Generic RD>=90m

WTG Information

Response model Central composite approximation
 Manufacturer EMD
 Type Generic RD>=90m
 Version 3.0.605
 Design lifetime 20 year(s)

WTG components / sensors

Name
Blade
BlrMx1
BlrMy1
Tower
TwbMx
TwbMy
Nacelle
YawMy
YawMz
Shaft
LSSMx
LSSMx-LDD

Description

Root in-plane bending
 Root out-of-plane bending
 Bottom side-to-side bending
 Bottom for-aft bending
 Yaw bearing tilt bending
 Yaw bearing yaw bending
 Low speed shaft torque
 Low speed shaft torque load duration distribution

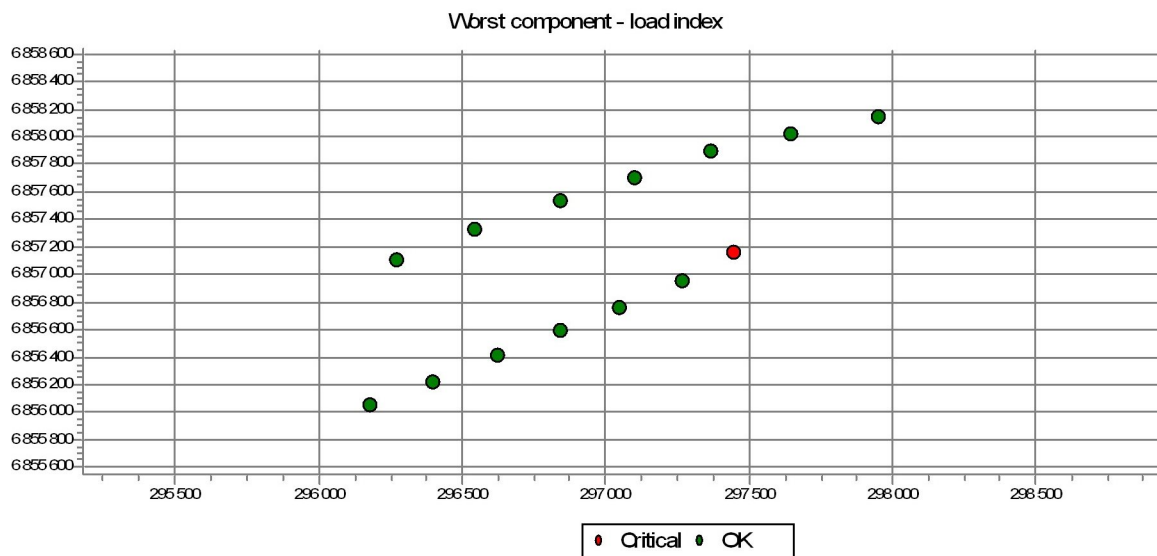
Directional resolution Omnidirectional (IEC61400-1 ed. 3, 2010)

Effective turbulence Variable Wöhler exponent (IEC61400-1 ed. 3, 2010)

User comment

Results (Graphics)

Worst component - PARK overview



Project:

SFE_Bremanger_Hennøy

SFE Produksjon AS
Arnar Kvernevik
Bukta
6823 Sandane

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Gunnar Randres vei 12
NO-2007 Kjeller
(+47) 480 50 480
kvt73 / ove.undheim@vindteknikk.no
Calculated:
17.02.2016 14:34/3.0.629

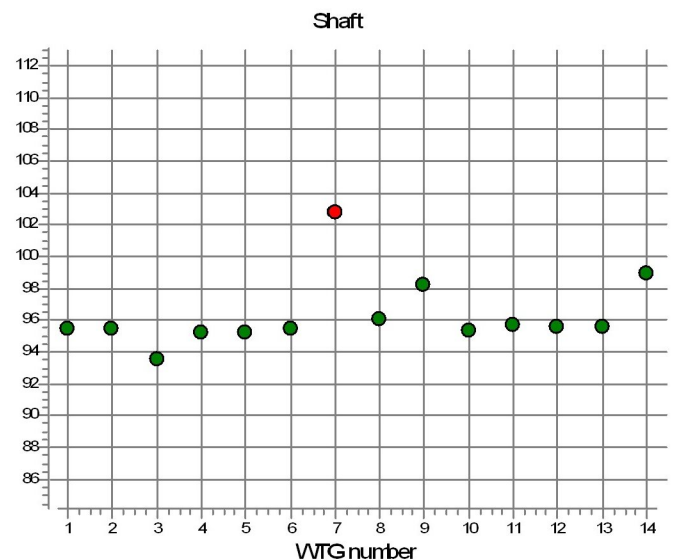
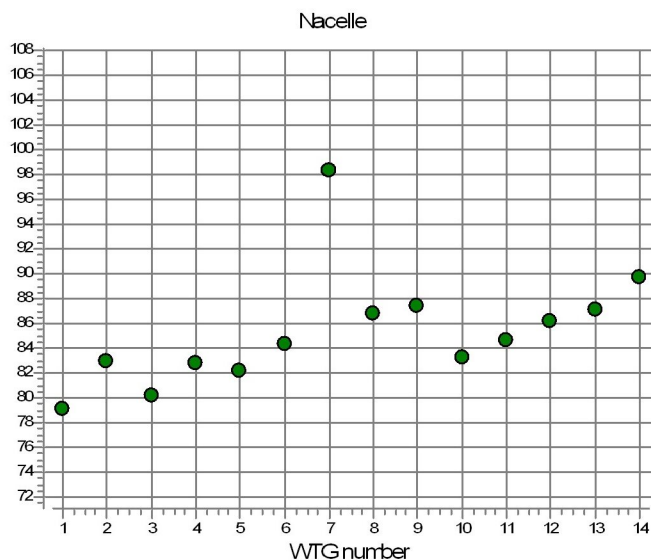
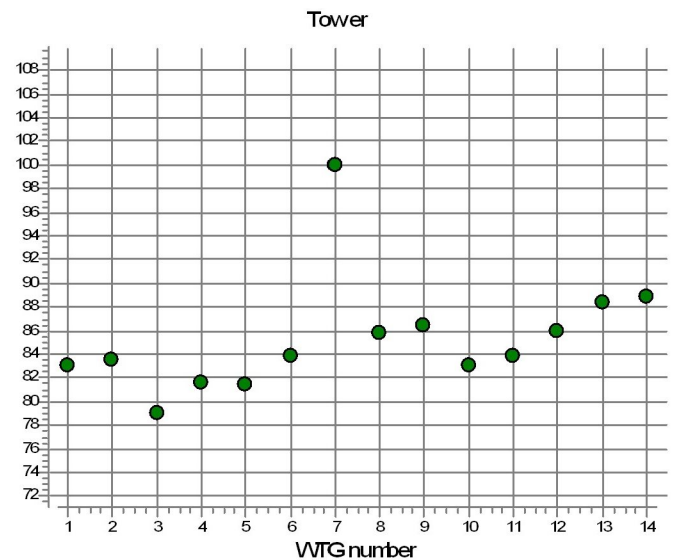
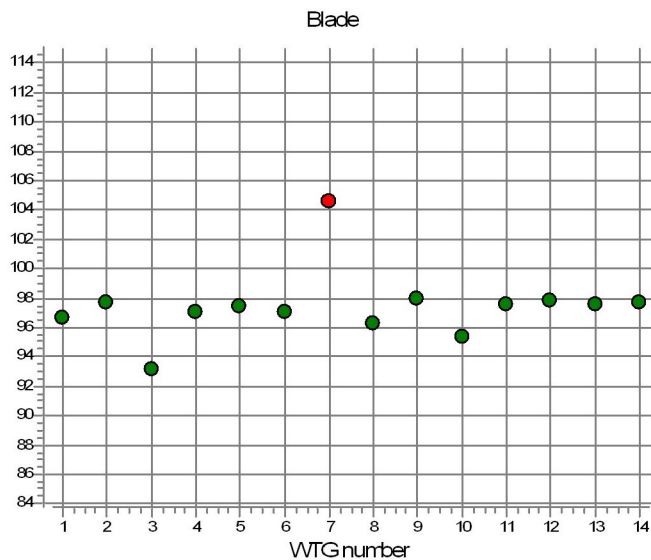
LOAD RESPONSE - Fatigue loads

Calculation: Hennøy SWT-3.2-108 IEC IA m WEng. Metode 1

Result (Graphics)

Worst sensor load index for each WTG and component

(see WTG number in table below)



Results (Table)

Load indices for all WTGs, sensors and components

>100 **Critical exceedance**

=100 **Ok**

Number	WTG	Blade		Tower		Nacelle		Shaft	
		BlrMx1	BlrMy1	TwbMx	TwbMy	YawMy	YawMz	LSSMx	LSSMx-LDD
1	T010	96,7	91,4	83,0	76,9	78,9	79,0	85,0	95,4
2	T020	97,6	91,8	83,5	81,9	82,7	82,9	91,6	95,4
3	T030	93,1	84,0	78,6	79,0	78,6	80,2	89,2	93,5
4	T040	97,1	88,8	81,6	81,3	82,4	82,7	89,9	95,3
5	T050	97,5	90,0	80,5	81,4	81,7	82,2	91,0	95,2
6	T060	97,0	89,2	83,8	82,6	84,0	84,3	90,7	95,4
7	T070	98,4	104,6	100,0	94,3	97,8	98,3	102,8	95,2
8	T080	96,2	92,0	85,7	85,2	86,1	86,8	96,1	95,1

To be continued on next page...

Project:

SFE_Bremanger_Hennøy

SFE Produksjon AS
Arnar Kvernevik
Bukta
6823 Sandane

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Gunnar Randres vei 12
NO-2007 Kjeller
(+47) 480 50 480
kvt73 / ove.undheim@vindteknikk.no
Calculated:
17.02.2016 14:34/3.0.629

LOAD RESPONSE - Fatigue loads

Calculation: Hennøy SWT-3.2-108 IEC IA m WEng. Metode 1

...continued from previous page

Number	WTG	Blade		Tower		Nacelle		Shaft	
		BlrMx1	BlrMy1	TwbMx	TwbMy	YawMy	YawMz	LSSMx	LSSMx-LDD
9	T090	97,9	93,4	84,9	86,4	87,0	87,3	98,1	95,7
10	T100	95,4	88,4	79,3	83,0	82,1	83,3	95,3	94,6
11	T110	97,6	90,3	81,9	83,9	84,3	84,6	95,3	95,7
12	T120	97,9	91,5	85,9	85,4	85,9	86,1	94,3	95,5
13	T061	97,5	92,5	88,4	85,2	86,9	87,0	92,6	95,5
14	T071	97,2	97,7	88,8	88,0	89,0	89,7	98,9	95,2

Note

- LOAD RESPONSE approximates WTG loads using a response surface method based on pre-run aero-elastic simulations.
- The estimated loads from the response surface are, thus, subject to a small model uncertainty.
- Fatigue life does not include other degradation processes like e.g. corrosion.
- The accuracy of suitability analysis based on a generic WTG depends on the representativity of the WTG and load margins.
- Consult the manufacturer for final verification of suitability.

Project:

SFE_Bremanger_Hennøy

SFE Produksjon AS
 Arnar Kvernevik
 Bukta
 6823 Sandane

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Gunnar Randres vei 12
 NO-2007 Kjeller
 (+47) 480 50 480
 kvt73 / ove.undheim@vindteknikk.no
 Calculated:
 17.02.2016 14:33/3.0.629

LOAD RESPONSE - Fatigue loads

Calculation: Hennøy SWT-3.2-108 IEC IA m Load response Mast data only. Metode 2

Result: **Critical**

Setup

Load response file EMD Generic RD>=90m

WTG Information

Response model Central composite approximation
 Manufacturer EMD
 Type Generic RD>=90m
 Version 3.0.605
 Design lifetime 20 year(s)

WTG components / sensors

Name
Blade
BlrMx1
BlrMy1
Tower
TwbMx
TwbMy
Nacelle
YawMy
YawMz
Shaft
LSSMx
LSSMx-LDD

Description

Root in-plane bending
Root out-of-plane bending
Bottom side-to-side bending
Bottom fore-aft bending
Yaw bearing tilt bending
Yaw bearing yaw bending
Low speed shaft torque
Low speed shaft torque load duration distribution

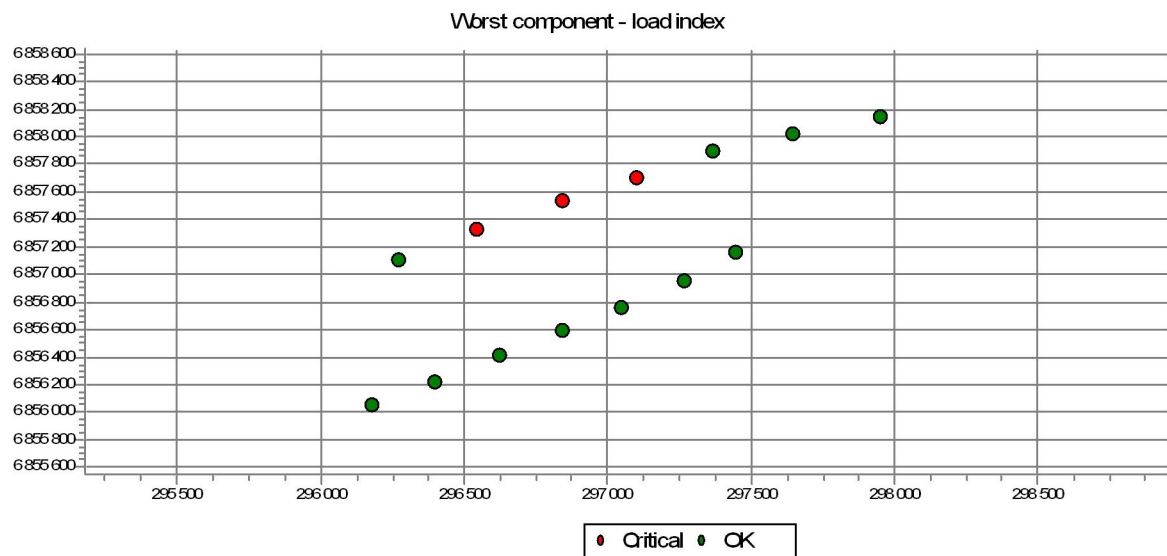
Directional resolution Omnidirectional (IEC61400-1 ed. 3, 2010)

Effective turbulence Variable Wöhler exponent (IEC61400-1 ed. 3, 2010)

User comment

Results (Graphics)

Worst component - PARK overview



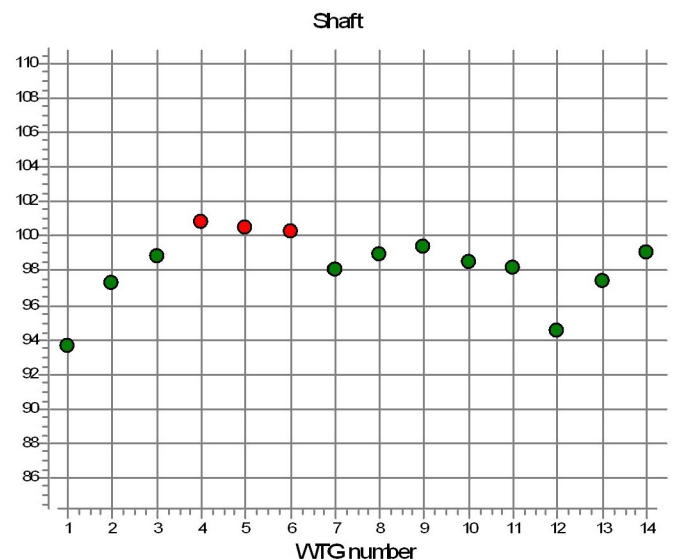
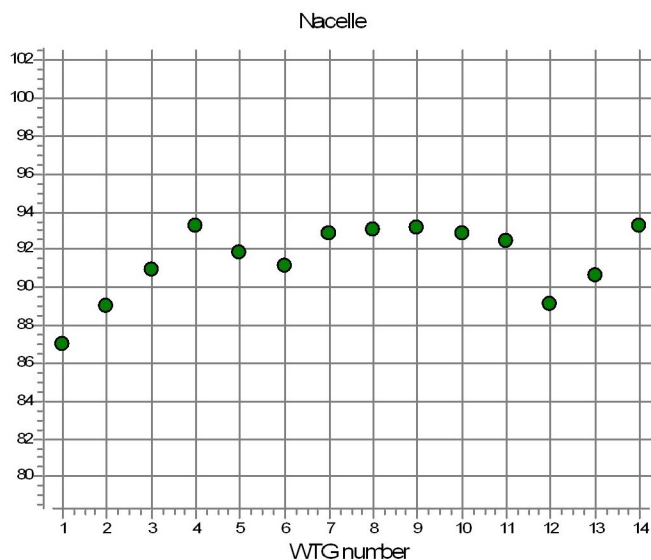
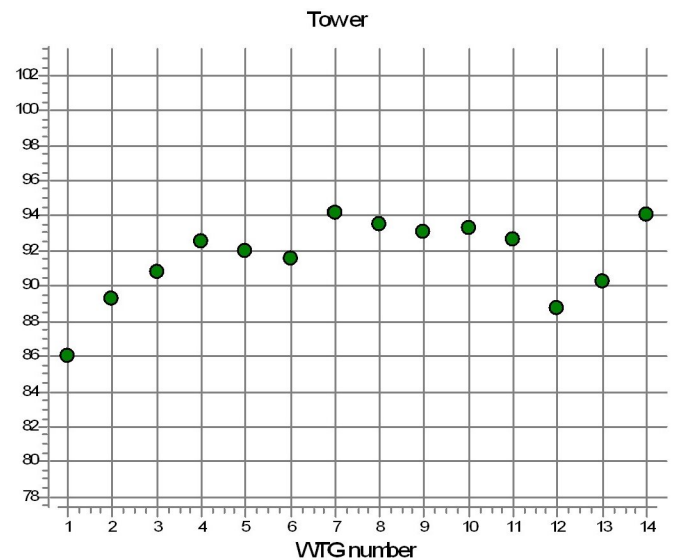
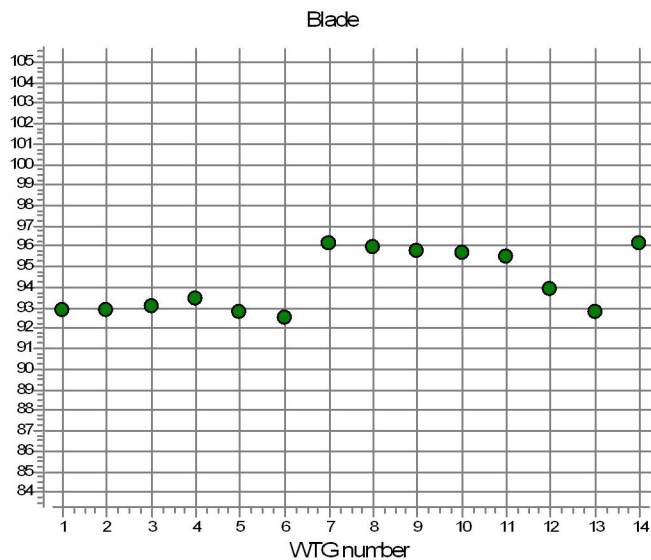
LOAD RESPONSE - Fatigue loads

Calculation: Hennøy SWT-3.2-108 IEC IA m Load response Mast data only. Metode 2

Result (Graphics)

Worst sensor load index for each WTG and component

(see WTG number in table below)



Results (Table)

Load indices for all WTGs, sensors and components

>100 **Critical exceedance**

=100 **Ok**

Number	WTG	Blade		Tower		Nacelle		Shaft	
		BlrMx1	BlrMy1	TwbMx	TwbMy	YawMy	YawMz	LSSMx	LSSMx-LDD
1	T010	92,9	87,9	85,4	86,1	84,6	87,0	93,6	91,3
2	T020	92,9	88,7	85,2	89,2	86,1	89,0	97,3	90,9
3	T030	93,0	89,4	86,6	90,8	88,0	90,9	98,8	90,9
4	T040	93,4	90,7	88,2	92,5	90,4	93,3	100,8	91,1
5	T050	92,8	89,9	86,0	92,0	88,6	91,8	100,5	90,5
6	T060	92,5	90,1	85,2	91,5	87,7	91,2	100,3	90,3
7	T070	96,1	93,1	94,2	89,7	92,0	92,9	98,0	94,0
8	T080	95,9	91,9	93,5	90,7	92,1	93,1	99,0	93,9

To be continued on next page...

Project:

SFE_Bremanger_Hennøy

SFE Produksjon AS
Arnar Kvernevik
Bukta
6823 Sandane

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Gunnar Randres vei 12
NO-2007 Kjeller
(+47) 480 50 480
kvt73 / ove.undheim@vindteknikk.no
Calculated:
17.02.2016 14:33/3.0.629

LOAD RESPONSE - Fatigue loads

Calculation: Hennøy SWT-3.2-108 IEC IA m Load response Mast data only. Metode 2

...continued from previous page

Number	WTG	Blade		Tower		Nacelle		Shaft	
		BlrMx1	BlrMy1	TwbMx	TwbMy	YawMy	YawMz	LSSMx	LSSMx-LDD
9	T090	95,7	91,6	93,1	91,0	92,0	93,2	99,4	93,8
10	T100	95,7	91,4	93,3	90,5	91,8	92,8	98,5	93,9
11	T110	95,5	91,3	92,7	90,3	91,3	92,4	98,2	93,7
12	T120	93,9	88,0	88,7	88,3	87,4	89,1	94,5	92,6
13	T061	92,8	89,4	86,6	90,2	87,8	90,6	97,4	91,0
14	T071	96,1	92,2	94,0	90,7	92,4	93,3	99,0	94,1

Note

- LOAD RESPONSE approximates WTG loads using a response surface method based on pre-run aero-elastic simulations.
- The estimated loads from the response surface are, thus, subject to a small model uncertainty.
- Fatigue life does not include other degradation processes like e.g. corrosion.
- The accuracy of suitability analysis based on a generic WTG depends on the representativity of the WTG and load margins.
- Consult the manufacturer for final verification of suitability.