

# 82218 Design loads EAZ-13.2\_V3.0.docx (ontwerpbelastingen)

## ONTWERPBELASTINGEN EAZ-13.2 IEC-61400-2 MET AËRO-ELASTISCH MODEL



[Commentaren]

Versie:	Auteur*	Hoofdstuk:	Informatie toegevoegd/gewijzigd/verwijderd:	Datum:	Hoofdingenieur**	Operationeel	Certificatiemanager
V1.0	BV		Nieuw document	14-jan-2021	BC		AD
V2.0	BV	5 7	Massa-update (Tabel 3) DLC-definitie: 7.1 toegevoegd (Tabel 8)	4-feb-2021	BC		AD
V3.0	BV	2	Verschillende toren hoogtes worden benoemd.	25-feb-2022	BC		
V4.0	SV		Zin over vertrouwelijkheid verwijderd	22-03-2023			

\*\*Of 2de reviewer in het geval hoofdingenieur auteur is)

\*BV =   
 BC =   
 AD = 

<b>1 Inhoud</b>	
<b>2 Introductie</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Normatieve referenties</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Termen en definities</b> .....	<b>2</b>
<b>5 Turbinegegevens</b> .....	<b>3</b>
5.1 Turbinebeschrijving .....	3
5.2 Algemene gegevens .....	4
5.3 Geometrie .....	4
5.4 Massa's .....	5
5.5 Rotorblad .....	6
5.6 Toren .....	7
5.7 Campbell-diagram .....	8
5.8 Pitchsysteem .....	9
5.9 Generator .....	11
<b>6 Veiligheidssysteem</b> .....	<b>12</b>
<b>7 Ontwerpbelastinggevallen</b> .....	<b>12</b>
7.1 Windklasse .....	12
7.2 Ontwerpbelastinggevallen .....	13
<b>8 Belastingen</b> .....	<b>15</b>
8.1 Vermoeïingsbelastingen .....	16
8.2 Extreme belastingen .....	18
<b>9 Bijlage A: FAST-invoerbestanden</b> .....	<b>25</b>
<b>10 Bijlage B: Gegevens aërodynamisch profiel</b> .....	<b>31</b>
<b>11 Bijlage C: Invoerbestanden bladverstelsysteem</b> .....	<b>36</b>
<b>12 Bijlage D: Elektrisch remkoppel</b> .....	<b>37</b>
<b>13 Bijlage E: Belastinggevallenbestanden</b> .....	<b>38</b>
<b>14 Bijlage F: aantal van voorkomen</b> .....	<b>39</b>
<b>15 Bijlage F: DLC 7.1</b> .....	<b>40</b>

## 2 Introductie

De EAZ-13.2 is een direct aangedreven windturbine van 15 [kW] met passief krui- en bladverstelsysteem. De rotordiameter bedraagt 13,2 [m]. Dit document beschrijft de ontwerpbelastingen van de EAZ-13.2 windturbine volgens IEC 61400-2 ed. 3.0 (ref (1)) met behulp van een FAST V7 (ref (2)) aëro-elastisch model. De belastingen zijn berekend voor windklasse IV.

De EAZ-13.2 windturbine kan worden geleverd met verschillende torenhoogtes, variërende van 13.4 [m] tot 15 [m]. De berekening van de belastingen en de structurele beoordeling van de toren en fundatie zullen echter enkel worden gedaan voor de 15 [m] hoge toren, daar deze de hoogste belastingen geeft.

Eerst worden het aëro-elastische model en de toegepaste belastingsgevallen beschreven. De resulterende ontwerpbelastingen worden gedocumenteerd aan de hand van tabellen met vermoefingsequivalente en extreme belastingen. De belastingset is versie V174. De bijlagen bevatten gedetailleerde informatie over het aëro-elastische model en de bestanden met belastingsgevallen.

**[Versie 2]** Deze 2e editie bevat enkele updates, bijv. gondelmassa en DLC7.1.

Dit document telt in totaal 40 bladzijden en 7 bijlagen.

## 3 Normatieve referenties

Naar de volgende documenten wordt in de tekst verwezen op een zodanige wijze, dat de inhoud ervan, geheel of gedeeltelijk, vereisten van dit document vormt. Voor gedateerde verwijzingen is alleen de geciteerde editie van toepassing. Voor niet-gedateerde verwijzingen geldt de laatste editie van het document waarnaar wordt verwezen (met inbegrip van eventuele wijzigingen).

1. IEC 61400-2 ed. 3 Windturbines - Deel 2: Kleine windturbines. 2013.
2. ████████ Buhl. FAST-gebruikershandleiding. 2005.

## 4 Termen en definities

De volgende afkortingen, termen en definities zijn van toepassing.

$V_{ref}$	Referentiewindsnelheid [m/s]
$V_{ave}$	Jaarlijkse gemiddelde windsnelheid [m/s]
$I_{15}$	Turbulentie bij 15 [m/s] windsnelheid [%]
A	Turbulentiemodel hellingparameter [-]
NTM	Normaal turbulentiemodel
ECD	Extreem coherente windvlaag en richtingsverandering
EOG1	Extreme operationele windvlaag, herhalingsperiode van 1 jaar
EOG50	Extreme operationele windvlaag, herhalingsperiode van 50 jaar
ECG	Extreem coherente windvlaag

NCG	Normaal coherente windvlaag
NWP	Normaal windprofiel
EWM_1	Model voor extreme windsnelheid, met extreme windsnelheid over 1 jaar
EWM_50	Model voor extreme windsnelheid, met extreme windsnelheid over 50 jaar

## 5 Turbinegegevens

### 5.1 Turbinebeschrijving

De EAZ-13.2 is een windturbine van 15 [kW] met passief krui- en bladverstelsysteem. De rotordiameter bedraagt 13,2 [m]. De turbine werkt met variabel toerental en heeft een PM-generator met directe aandrijving en passieve koeling. De stroom wordt aan het net geleverd met behulp van een frequentieomvormer.

Het passieve bladverstelsysteem beperkt het aërodynamisch vermogen boven de nominale windsnelheid. De bladen worden versteld door middelpuntvliedende en aërodynamische krachten die in wisselwerking staan met de veren en dempers van het bladverstelsysteem. De drie bladen zijn verbonden met een tandwielrondsel dat de bladhoeken van de drie bladen synchroniseert

De EAZ-13.2 heeft een startvin die de rotor in de wind uitlijnt. De gondel wordt ondersteund door de torentop met behulp van een glijdend kruilager.

De turbine heeft een elektrische rem die ook functioneert bij uitval van het elektriciteitsnet.

De EAZ-13.2-turbine wordt weergegeven in Figuur 1.



*Figuur 1 EAZ-13.2-windturbine*

## 5.2 Algemene gegevens

De algemene gegevens van de EAZ-13.2-turbine zijn vermeld in Tabel 1.

Omschrijving	Waarde	Eenheid
Rotordiameter	13,2	[m]
Rotoroppervlak	136,8	[m <sup>2</sup> ]
Aantal bladen	3	[-]
Rotorpositie	Bovenwinds	[-]
Naafhoogte	15,0	[m]
Max. uitgangsvermogen	15,0	[kW]
Max. uitgangsvermogenoerental	87,0	[rpm]
Draairichting	Met de klok mee	[-]
Aerodynamische regeling	Bladverstelling	[-]
Snelheidsregeling	Variabele snelheid	[-]
kruieregeling	Staartvin	[-]
Inschakelwindsnelheid	2,5	[m/s]
Uitschakelwindsnelheid	25,0	[m/s]
IEC-ontwerpwindklasse	IV	[-]
Omgeving	Op land	[-]

Tabel 1: Algemene gegevens van de EAZ-13.2-turbine

## 5.3 Geometrie

De belangrijkste geometrieparameters van de EAZ-13.2 turbine staan vermeld in Tabel 2. Nadere informatie is opgenomen in Bijlage A: FAST-invoerbestanden

Omschrijving	Waarde	Eenheid
Rotordiameter	13,2	[m]
Naafhoogte	15,0	[m]
Kegelhoek	0,0	[deg]
Tilhoek	4,0	[deg]
Rotor- tot middelpunt toren	0,935	[m]
Staartvin-oppervlak	4,2	[m <sup>2</sup> ]
Staartvin-afstand naar het midden van de toren	4,8	[m]

Tabel 2: Belangrijkste geometrieparameters van de EAZ-13.2-turbine

#### 5.4 Massa's

De belangrijkste massa's van de EAZ-13.2-turbine staan vermeld in Tabel 3. Nadere informatie is opgenomen in Bijlage A: FAST-invoerbestanden.

Beschrijving	Waarde	Eenheid
Bladmassa	65,0	[kg]
Naafmassa incl. bladverstelsysteem	465,0	[kg]
Generatormassa	384,0	[kg]
Gondelmassa	346,0	[kg]
Generatortraagheid	40,0	[kgm <sup>2</sup> ]
Naaftraagheid	25,0	[kgm <sup>2</sup> ]
Rotortraagheid	1614,8	[kgm <sup>2</sup> ]
Torenmassa	2085,0	[kg]

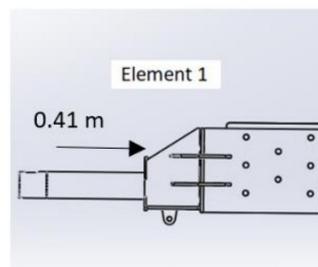
*Tabel 3: belangrijkste massa's van de EAZ-13.2-turbine.*

## 5.5 Rotorblad

Het rotorblad is gemaakt van hout. De koorde, de torsie en het aërodynamisch-profiel zijn in de tabel hieronder opgenomen (radiale positie t.o.v. het rotormidden).

Radiale positie [m]	Koorde [m]	Torsie [deg]	Aërodynamisch profiel [-]
0,410	0,350	0	Basis
1,156	0,350	0	Basis
1,800	0,500	9,976	NACA4424
2,400	0,457	6,103	NACA4424
3,000	0,414	3,630	NACA4424
3,600	0,372	1,928	NACA4422
4,200	0,329	0,690	NACA4420
4,800	0,286	-0,250	NACA4418
5,400	0,243	-0,987	NACA4415
6,000	0,200	-1,300	NACA4415
6,540	0,1667	-1,435	NACA4415
6,600	0,163	-1,450	NACA4415

De radiale positie op 0,41 [m] is waar de bladverstel-as de stalen bladklem binnenkomt, zie Figuur 2.



Figuur 2 radiale posities bij bladklem.

De gegevens van het aerodynamisch profiel voor basis, NACA415 en NACA4418 zijn opgenomen in Bijlage B: Gegevens aërodynamisch profiel. De gegevens van het aërodynamisch profiel voor NACA4418 worden ook toegepast in FAST voor de dikkere bladsecties (NACA4420 - NACA4424).

De verdeling van de massa en de stijfheid van de bladen staan vermeld in Tabel 4 (radiale positie t.o.v. het rotormidden). Het FAST-invoerbestand voor het blad is opgenomen in Bijlage A: FAST-invoerbestanden.

Radiale positie [m]	Massadichtheid blad [kg/m]	Klapstijfheid [Nm <sup>2</sup> ]	Zwaaistijfheid [Nm <sup>2</sup> ]
0,410	200	6500000	7500000
1,227	20	1099405	6119818
1,933	12	361837	3898357
2,595	10	207180	2575220
3,251	7,4	127209	1528175
3,914	5,8	70913	991518
4,570	4,5	34480	568617
5,226	3,2	12620	272615
5,888	2,2	3840	106672
6,600	1,2	1614	47596

Tabel 4: Verdeling van massa en stijfheid blad

De massaverdeling resulteert in (zoals gegenereerd door FAST):

Tweede massamoment: 380,3 kgm<sup>2</sup>  
 Eerste massamoment: 155,6 kgm

## 5.6 Toren

De verdeling van de massa en de buigstijfheid van de stalen toren staat vermeld in Tabel 5. De toren is as-symmetrisch. Het FAST-invoerbestand voor de toren is opgenomen in Bijlage A: FAST-invoerbestanden.

Hoogte [m]	Hoogte [-]	Diameter [m]	Dikte [m]	Massadichtheid [kg/m]	Buigstijfheid [Nm <sup>2</sup> ]
0	0,000	0,406	0,020	194,125	9.072E+07
1,6	0,106	0,406	0,020	194,125	9.072E+07
3,2	0,212	0,406	0,020	194,125	9.072E+07
4,8	0,318	0,406	0,020	194,125	9.072E+07
5	0,332	0,356	0,016	136,561	4.933E+07
6,2	0,411	0,356	0,016	136,561	4.933E+07
7,6	0,504	0,356	0,016	136,561	4.933E+07
9	0,597	0,356	0,016	136,561	4.933E+07
10,8	0,716	0,356	0,016	136,561	4.933E+07
11	0,729	0,273	0,013	81,838	1.739E+07
12,2	0,809	0,273	0,013	81,838	1.739E+07
14,1	0,935	0,273	0,013	81,838	1.739E+07
14,3	0,948	0,194	0,013	56,926	5.869E+06
15,08	1,000	0,194	0,013	56,926	5.869E+06

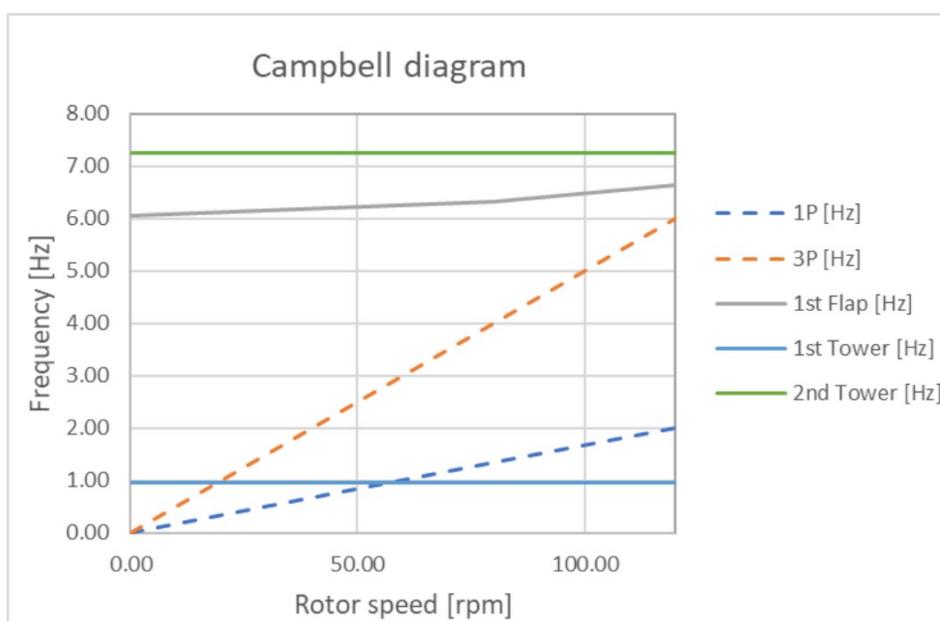
Tabel 5: toerengeometrie, verdeling massa en stijfheid

## 5.7 Campbell-diagram

De verdeling van de massa en stijfheid van het blad en de toren zijn geïmplementeerd in FAST (ref. (1)). Dit resulteert in de buigmodusfrequenties zoals vermeld in Tabel 6 en het Campbell-diagram in Figuur 3. De bladfrequenties zijn afhankelijk van de rotorsnelheid als gevolg van centrifugale verstijving.

Modus	Frequentie bij een rotortoerental van 0 tpm [Hz]	Frequentie bij een rotortoerental van 80 tpm [Hz]
1 <sup>ste</sup> klap	6,06	6,33
2 <sup>de</sup> klap	15,40	15,63
1 <sup>ste</sup> rand	16,61	16,68
1 <sup>ste</sup> toren	0,955	0,955
2 <sup>de</sup> toren	7,24	7,24

Tabel 6: buigmodusfrequenties van blad en toren



Figuur 3: Campbell-diagram EAZ-13.2-windturbine

Uit het Campbell-diagram blijkt dat de torenfrequentie gelijk is aan de 1P-frequentie bij ongeveer 59 [tpm].

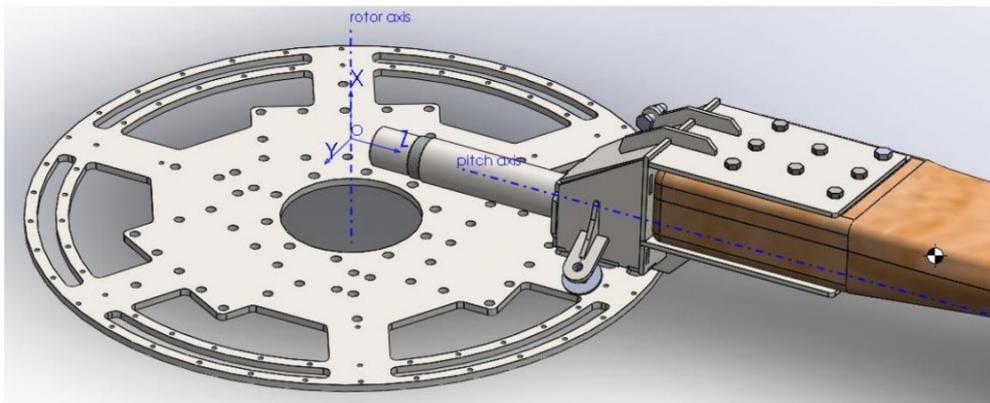
De ontwerpbelastingsgevallen voor de EAZ-13.2 zijn gesimuleerd met FAST met gebruikmaking van de DOF voor de 1<sup>ste</sup> klap en de 1<sup>ste</sup> end 2<sup>de</sup> toren buigmodus. De structurele demping voor blad en toren is vastgesteld op 1,0% (1<sup>ste</sup> klap blad), 0,5% (1<sup>ste</sup> toren) en 1% (2<sup>de</sup> toren) van de kritieke demping.

## 5.8 Bladverstelsysteem

De EAZ-13.2 heeft een passief bladverstelsysteem. De bladen worden gedraaid door middelpuntvliedende en aërodynamische krachten die in wisselwerking staan met de veren en dempers van het bladverstelsysteem. De drie bladen zijn verbonden met een tandwielrondsel dat de bladhoeken van de drie bladen synchroniseert

De centrifugale belasting veroorzaakt een bladverstelmoment omdat het zwaartepunt van het blad een afwijking heeft ten opzichte van de bladverstelas in bovenwindse en achterrاندrichtung.

Het zwaartepunt van het blad en de bladklem is gedefinieerd in het coördinatenstelsel zoals aangegeven in Figuur 4.



Figuur 4: Bladverstel-as coördinatenstelsel

De posities van het zwaartepunt zijn:

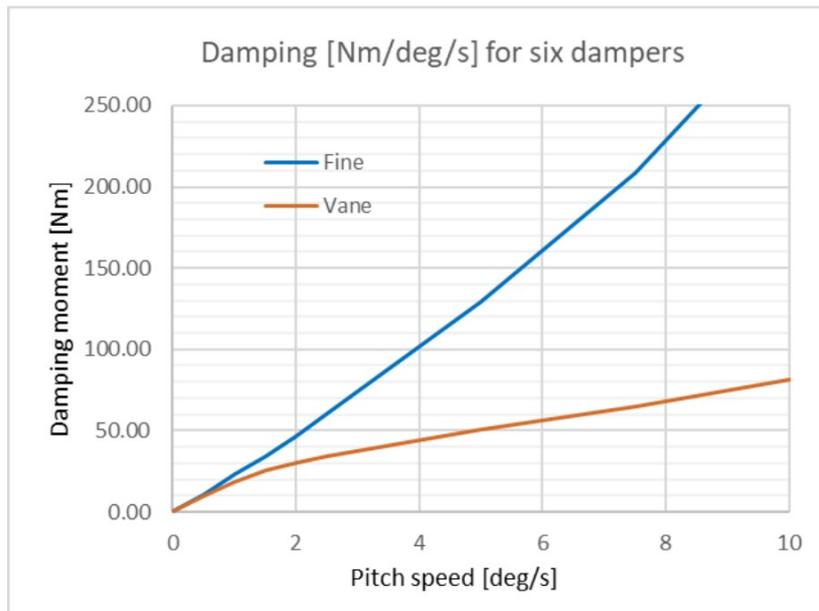
0,066 cm x-pos

-0,040 cm y-pos

1,338 cm z-pos

Het blad wordt zodanig gepositioneerd, dat de  $\frac{1}{4}$  koorde ongeveer 3,5 [cm] achter de bladverstelas ligt (in de achterrاندrichtung). Dus een achterwaartse stuwkracht van het blad draagt bij tot een bladverstelling in de richting van de vaanstand.

De demping van het bladverstelsysteem wordt ingeleid met zes dempers. De demping is asymmetrisch: de binnenwaartse en buitenwaartse dempingsmomenten zijn verschillend, zie Figuur 5. Op deze manier is de demping in de richting van de vaan lager dan in nulpositie richting. De numerieke waarden zijn opgenomen in Bijlage C: Invoerbestanden bladverstelsysteem.



Figuur 5: demping van het bladverstelsysteem als functie van de verstelsnelheid en -richting

De veer gaat het aërodynamische en centrifugale verticale bladverstelmoment tegen. Het veerkoppel hangt af van de bladhoek, zoals getoond in Figuur 6 hieronder (koppel voor één blad). De numerieke waarden zijn opgenomen in Bijlage C: Invoerbestanden bladverstelsysteem.

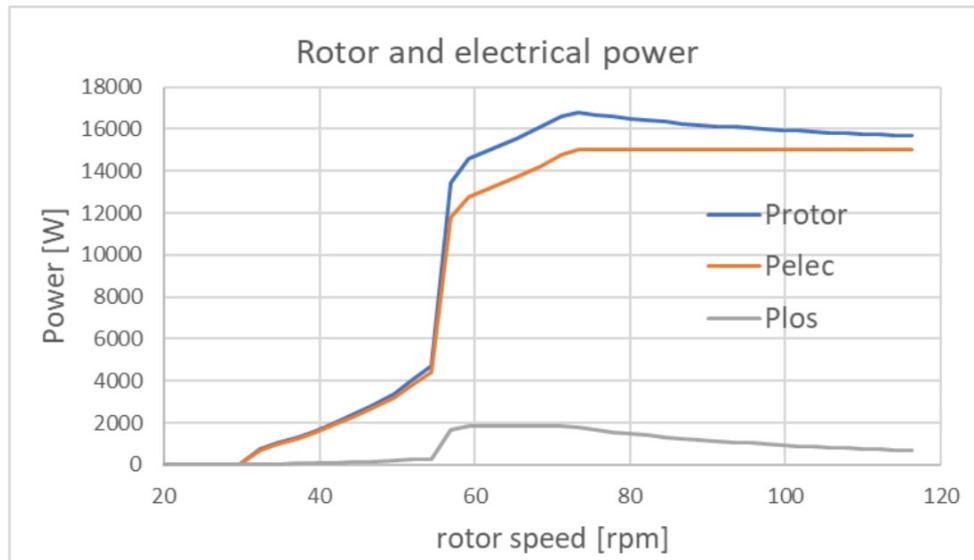


Figuur 6: veerkoppel van het bladverstelsysteem

De wrijving in het bladverstelsysteem is gemodelleerd met een constante waarde van 50 Nm.

## 5.9 Generator

De EAZ-13.2 heeft een 15 [kW] PM-generator. De verliezen in de generator worden gemodelleerd als functie van de elektrische stroom ( $I$ ) en de generatorweerstand van  $R=2,7$  [Ohm]:  $P_{\text{los}} = I^2 \cdot R$ . De verliezen in de convertor worden gemodelleerd als functie van de elektrische stroom ( $I$ ):  $P_{\text{los}} = I \cdot 6$ . Onderstaande grafiek toont het rotor- en het elektrisch vermogen samen met de verliezen ( $P_{\text{los}}$ ) in de generator. De numerieke waarden zijn opgenomen in Bijlage A: FAST-invoerbestanden.



Figuur 7: rotor en elektrisch vermogen met overeenkomstig vermogensverlies

De vermogenskromme is zodanig dat de rotor draait met  $TSR=7,6$  bij een toerental  $< 55$  tpm.

## 6 Veiligheidssysteem

Het veiligheidssysteem van de turbine EAZ-13.2 omvat een elektrische rem (generator) die in werking treedt wanneer het toerental van de rotor meer dan 120 [rpm] bedraagt of wanneer het net uitvalt. Het maximale remkoppel bedraagt 7,06 kNm. Het elektrische remkoppel, als functie of toerental van de generator, staat vermeld in Bijlage D: Elektrisch remkoppel.

## 7 Ontwerpbelastinggevallen

De ontwerpbelastinggevallen (DLC, design load cases) worden gedefinieerd volgens IEC 61400-2 ed. 3.0 (ref. (1)). De definitie is gedaan voor de toepassing van een aëro-elastisch simulatiemodel, aangezien de simulatie-software FAST (ref. (2)) wordt toegepast.

### 7.1 Windklasse

Voor de definitie van het EAZ-13.2-belastingsgeval wordt windklasse IV toegepast. De overeenkomstige IEC 61400-2 ed. 3 (ref. (1)) waarden zijn opgenomen in Tabel 7 hieronder.

SWT-klasse	IV	
Vref	30	m/s
Vave	6	m/s
I15	18	[%]
a	2	[-]

Tabel 7: waarden ontwerpwindklasse

## 7.2 Ontwerpbelastingsgevallen

De ontwerpbelastingsgevallen (DLC, design load cases) zijn gedefinieerd volgens IEC-61400-2 ed.3 (ref. (1)) en opgenomen in Tabel 8.

Ontwerpsituatie	DLC	Wind- en andere omstandigheid	Voorbeeld bestandsnaam	Soort analyse
Energie-productie	1,1	NTM, 2 t/m 24 [m/s] met stappen van 2 [m/s], 6 snelheden per windsnelheidsinterval (bin), 600 sec. simulatie	Vh10_s1.out	F, U
	1,2	ECD, 2 t/m 10 [m/s] met stappen van 2 [m/s], (inclusief Vdes = 8,4 [m/s])	ECD_10a.out	U
	1,3	EOG50, 2 t/m 24 [m/s] met stappen van 2 [m/s]	EOG50_10.out	U
	1,4	EDC50, 2 t/m 24 [m/s] met stappen van 2 [m/s]	EDC50_10.out	U
	1,5	ECG, Vdes = 8,4 [m/s]	ECG_08.out	U
Stroomproductie plus optreden van storing	2,1	NCG (Normal Coherent Gust, normaal coherente windvlaag van 5 m/s) Geblokkeerde bladverstelling en rem bij 120 tpm, met 1 sec. vertraging. 8, 10, 12, 18 [m/s]	NCG_10_OS.out	U
	2,2	Niet van toepassing op EAZ-13.2 <sup>1)</sup>		F, U
	2,3	EOG1 met netverlies (rem geactiveerd) 2 t/m 24 [m/s] met stap van 2 [m/s]	EOG1_10a.out	U
Normale uitschakeling	3,1	Niet toegepast (geen invloed) <sup>2)</sup>		F
	3,2	EOG1 en stop Niet toegepast: zelfde als DLC 2.3		U
Noodgeval of handmatige uitschakeling	4,1	NWP en noodstop, Remkoppel 7000 Nm	NWP_10_stop1	U
Extreme windbelasting	5,1	EWM_50, geen net	EWM_42.out	U
	5,2	NTM 0,7*Vref, maakt deel uit van DLC 1.1	Vh24_s1.out	F
Geparkeerd en fout	6,1	EWM_1, geparkeerd met netuitval		U
Transport, assemblage, onderhoud en reparatie	7,1	Op te geven door de fabrikant: zie Bijlage F: DLC 7.1		U

Tabel 8: ontwerpbelastingsgevallen EAZ-13.2

- 1) DLC2.2 wordt niet toegepast omdat de EAZ-13.2-turbine geen beveiliging of intern elektrisch systeem heeft dat in geval van storingen tot aanzienlijke vermoeïngsschade kan leiden. Dit komt omdat de EAZ-13.2 een zeer eenvoudig passief kruisysteem heeft en een gesynchroniseerd pitchsysteem (geen afwijking van de bladhoeken onderling).
- 2) DLC3.1 wordt niet toegepast vanwege de opmerking in IEC 61400-2 ed.3 (ref. (1)): *Voor passief geregelde turbines is er misschien geen automatische uitschakeling, in die gevallen kan dit vermoeïngsbelastingsgeval worden genegeerd..*

Bovendien worden de volgende voorwaarden toegepast overeenkomstig IEC 61400-2 ed.3 (ref. (1)):

- Luchtdichtheid van 1,225 [kg/m<sup>3</sup>]
- Verticale instroomhoek van 8 [deg]
- Kaimal spectrum windmodel
- 6 snelheden per windsnelheidsinterval (bin)
- Verticale windscheringsexponent 0.2 [-]
- Torenschaduwmodel van FAST
- Aeërodynamische bladonbalans: bladhoeken 0,0, 1,0, -1,0 voor blad 1, 2 en 3 [deg]
- Massa-onbalans: puntmassa's 0,3, 0,1, 0,1 aan de tip van blad 1,2 en 3 [kg]

De FAST V7 (ref. (2))-code wordt toegepast voor de DLC-simulaties. De versie V7 wordt toegepast omdat deze de staartfunctionaliteit omvat, zoals vereist voor de EAZ-13.2-turbine.

De belastingsfactoren zijn gedefinieerd overeenkomstig IEC 61400-2 ed.3:

Belastingsbepalingsmethode	Vermoeïngsbelastingen, $\gamma_f$ [-]	Extreme belastingen, $\gamma_f$ [-]
Simulatiemodel	1,0	1,35

*Tabel 9: partiële veiligheidsfactoren voor belastingen*

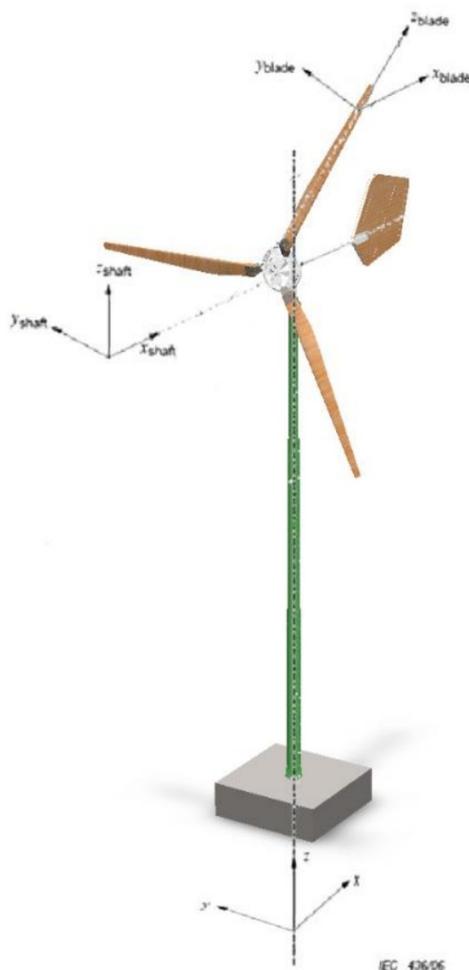
De belastingen zijn berekend voor een levensduur van 20 jaar.

De belastingset is versie V174. De toegepaste FAST-invoerbestanden voor DLC1.1 zijn opgenomen in Bijlage A: FAST-invoerbestanden.

De volledige lijst van belastingsgevallen en de frequentie dat een geval zich in 20 jaar voordoet, is opgenomen in Bijlage E: Belastingsgevallenbestanden, en Bijlage F: Aantal van voorkomen.

## 8 Belastingen

De belastingen zijn gedefinieerd in de FAST (ref (2)) -coördinatensystemen zoals aangegeven in Figuur 8



*Figuur 8: belastingencoördinatensysteem*

De bladbelastingen worden bepaald aan de basis (0,41 m van het rotormidden) in:

c = in het rotorvlak

b = langs de koordelijns met verdraaiing ten opzichte van het rotorvlak

De asbelastingen zijn gedefinieerd in:

a = roterend assenstelsel

s = niet-roterend assenstelsel

De gondelbelastingen zijn gedefinieerd in:

n = meekruien met de gondel

De torenbelastingen zijn gedefinieerd in:

t = torenbasis

## 8.1 Vermoeïngsbelastingen

De vermoeïngsbelastingen zijn opgenomen in Tabel 10 als vermoeïngsequivalente waarden voor verschillende hellingen van de S-N-kromme en 5.e6-cycli [#]. De gevallen waarin elk bestand voorkomt staat vermeld in Bijlage F: Aantal van voorkomen.

slope		3	4	5	7	9
RotTorq	del	1.188	1.147	1.163	1.222	1.281
RotThrust	del	6.658	5.797	5.645	5.703	5.873
RootFxb1	del	4.679	3.530	3.155	3.015	3.118
RootFyb1	del	14.133	9.456	7.432	5.646	4.849
RootMxb1	del	15.487	10.374	8.163	6.218	5.358
RootMyb1	del	14.740	10.958	9.905	9.648	9.959
RootFxb2	del	4.840	3.669	3.283	3.132	3.218
RootFyb2	del	14.105	9.438	7.418	5.636	4.841
RootMxb2	del	15.388	10.307	8.110	6.178	5.323
RootMyb2	del	14.823	11.150	10.160	9.942	10.231
RootFxb3	del	4.811	3.626	3.240	3.098	3.209
RootFyb3	del	14.131	9.455	7.431	5.645	4.848
RootMxb3	del	15.389	10.308	8.111	6.179	5.323
RootMyb3	del	15.000	11.081	9.979	9.688	9.988
LSShftFxa	del	6.658	5.797	5.645	5.703	5.873
LSShftFya	del	93.640	62.628	49.202	37.350	32.052
LSShftFza	del	93.640	62.628	49.201	37.348	32.050
LSShftFys	del	5.496	3.863	3.247	2.800	2.677
LSShftFzs	del	4.731	3.120	2.515	2.077	1.946
LSShftMxa	del	1.188	1.147	1.163	1.222	1.281
LSSTipMya	del	26.377	18.497	15.355	13.041	12.453
LSSTipMza	del	25.895	18.132	15.047	12.790	12.230
LSSTipMys	del	19.651	13.929	11.911	10.845	10.940
LSSTipMzs	del	15.499	10.469	8.576	7.240	6.902
LSSGagMya	del	18.776	13.279	11.277	10.062	9.993
LSSGagMza	del	18.740	13.233	11.236	10.032	9.979
LSSGagMys	del	19.591	13.913	11.915	10.866	10.968

LSSGagMzs	del	15.126	10.219	8.373	7.072	6.747	
████████	del	7.598	6.325	6.050	6.073	6.276	
YawBrFyn	del	7.597	5.475	4.679	4.105	3.967	
YawBrFzn	del	2.250	1.550	1.290	1.115	1.085	
YawBrMxn	del	2.209	1.681	1.558	1.552	1.602	
YawBrMyn	del	27.765	18.799	15.543	13.548	13.366	
YawBrMzn	del	3.038	2.184	1.833	1.545	1.434	
TwHt1MLxt	del	72.103	56.351	50.196	46.409	47.712	
TwHt1MLyt	del	70.793	60.353	57.624	57.653	59.624	
TwHt2MLxt	del	32.698	23.805	20.589	18.579	18.724	
TwHt2MLyt	del	38.776	28.916	26.082	25.049	25.363	
TwHt3MLxt	del	11.676	8.293	7.153	6.735	7.083	
TwHt3MLyt	del	27.760	18.805	15.569	13.561	13.290	
TwrBsFxt	del	14.177	9.852	8.399	7.657	7.688	
TwrBsFyt	del	12.733	8.852	7.432	6.496	6.359	
TwrBsFzt	del	2.255	1.558	1.300	1.129	1.100	
TwrBsMxt	del	126.001	94.807	83.282	76.014	77.148	
TwrBsMyt	del	129.108	102.601	95.493	94.072	96.890	
TwrBsMzt	del	3.038	2.184	1.833	1.545	1.434	

*Tabel 10: equivalente vermoeïingsbelastingen*

## 8.2 Extreme belastingen

De extreme belastingen (top 5 hoogste waarden) zijn opgenomen in Tabel 11, inclusief de belastingsfactor (tweede kolom). De torenbelastingen zijn verwerkt met belastingsfactor 1,50 in plaats van 1,35 om de windbelasting op de toren op te nemen (niet opgenomen in FAST). De extra windbelasting op de toren is berekend met een weerstandscoefficiënt van 0,7. De nummers van de belastingsgevallen staan vermeld in Bijlage E: Belastingsgevallenbestanden.

rank		l_fact	1	2	3	4	5
Time	max	1.00	660.0	630.0	630.0	630.0	630.0
(s)	case		45	66	65	64	63
TotWindV	max	1.00	42.0	39.9	39.8	37.3	37.1
(m/s)	case		183	64	88	65	63
HorWndDir	max	1.00	180.0	180.0	180.0	180.0	179.8
(deg)	case		70	69	68	67	6
RotSpeed	max	1.00	127.4	123.5	122.8	121.3	119.7
(-)	case		114	113	115	71	137
PtchPMzcl	max	1.00	89.9	89.7	72.4	71.5	70.6
(deg)	case		183	184	181	64	180
PtchPMzcl2	max	1.00	90.9	90.7	73.4	72.5	71.6
(deg)	case		183	184	181	64	180
PtchPMzcl3	max	1.00	88.9	88.7	71.4	70.5	69.6
(deg)	case		183	184	181	64	180
RotTorq	max	1.00	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8
(kNm)	case		180	176	175	182	181
RotThrust	max	1.00	8.5	8.3	8.0	8.0	7.9
(kN)	case		71	40	67	68	69
RotPwr	max	1.00	163.0	160.6	159.8	116.7	116.7
(kW)	case		114	113	115	165	164
GenPwr	max	1.00	15.7	15.7	15.7	15.7	15.6
(kW)	case		74	83	84	82	76
TipDxc1	max	100.00	28.6	28.5	28.2	26.9	25.5
(m)	case		40	72	71	69	39
TipDxc2	max	100.00	26.9	25.7	25.6	25.3	24.8
(m)	case		72	40	70	39	71
TipDxc3	max	100.00	30.2	30.1	29.3	26.6	25.9
(m)	case		72	40	71	69	42
NacYawP	max	1.00	235.3	-208.7	-200.6	-200.5	-158.2
(deg)	case		70	69	68	67	71
	max	1.00	50.5	-40.7	35.0	33.8	33.5
(deg/s)	case		70	71	39	128	104

NacYawA	max		1.00		101.9		-83.2		-82.5		-82.4		79.1	
(deg/s^2)	case				71		70		128		43		41	
TTDspFA	max		1.00		-0.1		-0.1		-0.1		0.1		0.1	
(m)	case				69		67		68		40		80	
TTDspSS	max		1.00		-0.1		0.1		0.1		0.1		0.1	
(m)	case				71		62		61		65		64	
TTDspAx	max		1.00		-0.0		-0.0		-0.0		-0.0		-0.0	
(m)	case				71		62		69		67		61	
YawBrTAXp	max		1.00		-2.8		2.5		-2.0		1.9		1.9	
(m/s^2)	case				62		40		65		41		38	
YawBrTAYp	max		1.00		3.8		3.6		-3.4		2.9		2.5	
(m/s^2)	case				62		65		61		64		66	
YawBrTAzp	max		1.00		0.1		-0.0		-0.0		-0.0		-0.0	
(m/s^2)	case				71		62		65		61		64	
TTDspRoll	max		1.00		1.1		-1.0		-0.9		-0.8		-0.7	
(deg)	case				71		62		61		65		64	
TTDspPtch	max		1.00		-1.0		-0.9		-0.9		0.8		0.8	
(deg)	case				69		67		68		40		80	
TTDspTwstt	max		1.00		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
(deg)	case				184		183		182		181		180	
YawBrRAXp	max		1.00		182.0		130.8		-121.9		-114.2		-104.9	
(deg/s^2)	case				71		16		128		72		41	
YawBrRAYp	max		1.00		-125.0		-97.6		92.9		-87.7		-87.2	
(deg/s^2)	case				71		13		33		15		16	
YawBrRAzp	max		1.00		0.9		-0.9		0.8		0.8		-0.7	
(deg/s^2)	case				113		71		16		114		14	
TwHt1ALxt	max		1.00		-2.8		2.0		-1.9		1.8		-1.8	
(m/s^2)	case				71		13		33		15		40	
TwHt1ALyt	max		1.00		3.9		-2.6		2.6		-2.5		2.1	
(m/s^2)	case				71		128		16		72		70	
TwHt2ALxt	max		1.00		-5.2		3.6		-3.5		-3.4		3.3	
(m/s^2)	case				71		13		43		33		16	
TwHt2ALyt	max		1.00		7.1		-4.8		-4.6		4.5		4.1	
(m/s^2)	case				71		128		72		16		70	
TwHt3ALxt	max		1.00		-2.6		2.4		-2.1		2.0		2.0	
(m/s^2)	case				62		40		43		182		71	
TwHt3ALyt	max		1.00		3.5		3.2		3.0		-2.6		2.5	
(m/s^2)	case				62		65		61		64		71	
RootFxc1	max		1.35		7.0		6.2		5.9		5.6		5.5	
(kN)	case				71		72		40		43		104	
RootFyc1	max		1.35		-4.5		-4.3		-4.3		-4.2		-4.2	
(kN)	case				179		176		175		178		177	

RootFxic1	max	1.35	7.0	6.2	6.0	5.6	5.5
(kN)	case		71	72	40	43	104
RootFzic1	max	1.35	51.2	50.2	50.1	48.4	47.7
(kN)	case		114	113	115	71	137
RootFxic2	max	1.35	6.9	6.2	5.9	5.5	5.4
(kN)	case		71	72	40	43	104
RootFyic1	max	1.35	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
(kN)	case		175	165	166	176	163
RootFyic2	max	1.35	7.0	6.2	6.0	5.6	5.5
(kN)	case		71	72	40	43	104
RootMxic1	max	1.35	9.7	-9.1	-8.1	-8.0	7.8
(kNm)	case		183	88	65	87	180
RootMyic1	max	1.35	17.5	17.4	17.4	15.2	15.0
(kNm)	case		72	40	71	104	43
RootMxic2	max	1.35	17.6	17.5	17.5	15.2	15.2
(kNm)	case		72	40	71	104	69
RootMzic1	max	1.35	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
(kNm)	case		88	64	61	66	87
RootMxic1	max	1.35	6.5	6.4	6.0	6.0	6.0
(kNm)	case		175	176	166	177	165
RootMyic2	max	1.35	17.6	17.5	17.4	15.2	15.0
(kNm)	case		72	40	71	104	42
RootMxic1	max	1.35	17.6	17.5	17.4	15.2	15.2
(kNm)	case		72	40	71	104	69
RootFxic2	max	1.35	6.5	6.0	5.3	5.3	5.2
(kN)	case		71	72	104	40	74
RootFyic2	max	1.35	-4.0	-3.9	-3.8	-3.8	-3.8
(kN)	case		182	171	166	181	115
RootFxic2	max	1.35	6.6	6.0	5.3	5.3	5.2
(kN)	case		71	72	104	40	74
RootFzic2	max	1.35	53.2	49.6	48.2	48.0	46.7
(kN)	case		114	113	115	71	137
RootFxic2	max	1.35	6.6	6.0	5.3	5.2	5.2
(kN)	case		71	72	40	70	104
RootFyic2	max	1.35	-3.6	-3.6	-3.6	-3.5	-3.5
(kN)	case		166	163	164	165	170
RootFyic2	max	1.35	6.6	6.0	5.3	5.3	5.2
(kN)	case		71	72	104	40	74
RootMxic2	max	1.35	-9.9	9.9	-8.4	-8.0	-7.9
(kNm)	case		88	183	64	65	161
RootMyc2	max	1.35	17.4	17.0	15.6	15.6	14.4
(kNm)	case		71	72	70	40	104

RootMxyc2	max		1.35		17.5		17.0		15.7		15.6		14.4
(kNm)	case				71		72		70		40		104
RootMzc2	max		1.35		-0.2		-0.2		-0.2		-0.2		-0.1
(kNm)	case				88		64		87		65		63
RootMxb2	max		1.35		6.2		5.9		5.9		5.8		5.8
(kNm)	case				182		163		164		165		166
RootMyb2	max		1.35		17.5		17.0		15.6		15.6		14.3
(kNm)	case				71		72		70		40		104
RootMxyb2	max		1.35		17.5		17.0		15.7		15.6		14.4
(kNm)	case				71		72		70		40		104
RootFxc3	max		1.35		6.7		6.7		6.3		6.1		6.1
(kN)	case				71		72		40		74		43
RootFyc3	max		1.35		-4.6		-4.6		-4.5		-4.2		-4.2
(kN)	case				182		181		180		179		178
RootFxic3	max		1.35		6.7		6.7		6.3		6.1		6.1
(kN)	case				71		72		40		74		43
RootFzc3	max		1.35		52.5		48.6		48.2		48.0		46.9
(kN)	case				114		71		115		113		137
RootFxb3	max		1.35		6.7		6.6		6.3		6.0		6.0
(kN)	case				71		72		40		43		74
RootFyb3	max		1.35		-3.7		-3.6		-3.6		-3.6		-3.6
(kN)	case				180		163		165		164		178
RootFxyb3	max		1.35		6.7		6.7		6.3		6.1		6.1
(kN)	case				71		72		40		74		43
RootMxc3	max		1.35		10.7		-8.7		-8.6		7.8		-7.4
(kNm)	case				183		64		88		182		87
RootMyc3	max		1.35		18.7		18.6		18.6		16.8		16.3
(kNm)	case				72		71		40		43		104
RootMxyc3	max		1.35		18.8		18.7		18.7		16.8		16.4
(kNm)	case				72		71		40		43		104
RootMzc3	max		1.35		-0.2		-0.2		-0.2		-0.2		-0.2
(kNm)	case				88		64		65		87		162
RootMxb3	max		1.35		6.5		6.5		6.3		6.3		6.3
(kNm)	case				180		181		179		182		178
RootMyb3	max		1.35		18.8		18.7		18.6		16.8		16.3
(kNm)	case				72		71		40		43		104
RootMxyb3	max		1.35		18.8		18.7		18.7		16.9		16.4
(kNm)	case				72		71		40		43		104
LSShftFxa	max		1.35		11.4		11.2		10.8		10.8		10.7
(kN)	case				71		40		67		68		69
LSShftFya	max		1.35		-14.4		-14.0		13.8		-13.8		-13.8
(kN)	case				71		128		13		17		14

LSShftFza	max		1.35		-14.4		14.1		13.8		13.8		13.8	
(kN)	case				71		128		38		45		34	
LSShftFyza	max		1.35		15.7		14.7		14.2		14.1		14.1	
(kN)	case				71		128		39		45		13	
LSShftFys	max		1.35		5.9		5.9		5.7		-5.4		5.0	
(kN)	case				61		62		64		183		88	
LSShftFzs	max		1.35		-15.7		-14.6		-14.2		-14.1		-14.0	
(kN)	case				71		128		39		45		13	
LSShftFzys	max		1.35		15.7		14.8		14.2		14.1		14.1	
(kN)	case				71		128		39		45		13	
LSShftMxa	max		1.35		17.3		17.3		17.3		17.3		17.3	
(kNm)	case				180		176		175		182		181	
LSSTipMya	max		1.35		15.8		-13.9		13.0		-12.9		12.8	
(kNm)	case				71		75		37		72		39	
LSSTipMza	max		1.35		-17.3		-16.3		-15.8		-14.9		-14.6	
(kNm)	case				71		72		73		75		70	
LSSTipMyza	max		1.35		18.3		16.5		16.1		16.1		15.4	
(kNm)	case				71		72		75		73		39	
LSSTipMys	max		1.35		18.1		-16.5		16.1		15.9		15.3	
(kNm)	case				71		72		75		73		39	
LSSTipMzs	max		1.35		-8.8		7.8		-7.8		-7.6		7.5	
(kNm)	case				43		128		41		71		70	
LSSTipMyzs	max		1.35		18.3		16.5		16.1		16.1		15.4	
(kNm)	case				71		72		75		73		39	
LSSGagMya	max		1.35		-15.1		14.4		14.0		-13.3		-12.6	
(kNm)	case				71		72		70		74		76	
LSSGagMza	max		1.35		-18.0		-16.4		-16.2		-16.0		-15.8	
(kNm)	case				72		70		74		128		76	
LSSGagMyza	max		1.35		18.2		17.9		16.5		16.3		16.2	
(kNm)	case				72		71		70		74		128	
LSSGagMys	max		1.35		-18.2		-17.4		-16.5		-16.1		-16.1	
(kNm)	case				72		71		70		74		128	
LSSGagMzs	max		1.35		-8.8		-7.6		7.5		7.5		-7.3	
(kNm)	case				43		41		128		70		71	
LSSGagMyzs	max		1.35		18.2		17.9		16.5		16.4		16.2	
(kNm)	case				72		71		70		74		128	
████████	max		1.35		11.8		11.2		10.7		10.6		10.5	
(kN)	case				71		40		67		69		68	
YawBrFyn	max		1.35		8.8		8.7		7.4		7.2		6.8	
(kN)	case				61		62		65		64		88	
YawBrFxyn	max		1.35		11.8		11.4		10.7		10.6		10.5	
(kN)	case				71		40		67		69		68	

YawBrFzn	max		1.35		-22.7		-22.5		-22.4		-22.3		-22.3	
(kN)	case				71		69		70		68		67	
YawBrMxn	max		1.35		9.7		9.7		9.7		9.7		9.7	
(kNm)	case				115		113		166		114		165	
YawBrMyn	max		1.35		-31.0		-23.7		-23.2		-22.7		-17.9	
(kNm)	case				71		128		72		129		74	
YawBrMxyn	max		1.35		31.1		23.7		23.2		22.7		18.0	
(kNm)	case				71		128		72		129		74	
YawBrMzn	max		1.35		-2.2		1.8		1.7		1.7		1.4	
(kNm)	case				71		72		128		129		74	
TwHt1MLxt	max		1.50		128.3		-122.4		-109.4		-103.6		-92.3	
(kN)	case				71		62		61		65		64	
TwHt1MLyt	max		1.50		-121.7		-114.6		-111.8		109.1		103.7	
(kN)	case				69		67		68		40		80	
TwHt1MLxyt	max		1.50		130.6		123.5		121.9		115.5		114.9	
(kN)	case				71		62		69		40		67	
TwHt2MLxt	max		1.50		63.8		-48.4		-44.3		-40.1		-37.2	
(kN)	case				71		62		61		65		64	
TwHt2MLyt	max		1.50		-51.7		-43.3		-42.8		40.6		40.4	
(kN)	case				69		67		68		71		39	
TwHt2MLxyt	max		1.50		66.5		51.8		48.4		44.3		43.5	
(kN)	case				71		69		62		61		39	
TwHt3MLxt	max		1.50		32.2		23.7		21.2		16.6		16.2	
(kN)	case				71		72		73		128		75	
TwHt3MLyt	max		1.50		33.5		-21.4		-20.0		-19.4		-18.7	
(kN)	case				71		128		70		129		69	
TwHt3MLxyt	max		1.50		38.0		25.0		23.7		23.0		22.2	
(kN)	case				71		128		72		129		70	
TwrBsFxt	max		1.50		13.4		-12.6		12.5		-12.2		-12.1	
(kN)	case				40		69		32		67		68	
TwrBsFyt	max		1.50		-16.4		13.5		12.1		12.0		-11.0	
(kN)	case				71		62		72		61		43	
TwrBsFxyt	max		1.50		16.9		14.4		13.5		12.9		12.7	
(kN)	case				71		40		62		43		70	
TwrBsFzt	max		1.50		-56.0		-55.9		-55.7		-55.7		-55.6	
(kN)	case				71		69		68		67		70	
TwrBsMxt	max		1.50		208.2		-191.5		-171.0		-159.9		-140.4	
(kNm)	case				71		62		61		65		64	
TwrBsMyt	max		1.50		-186.6		-177.9		177.9		-173.7		167.2	
(kNm)	case				69		67		40		68		32	
TwrBsMxyt	max		1.50		211.5		193.0		189.6		186.8		178.5	
(kNm)	case				71		62		40		69		67	

TwrBSMzt	max	1.50	-2.5	1.9	1.9	1.8	1.6
(kNm)	case		71	72	128	129	74

---

*Tabel 11: extreme belastingen*

## 9 Bijlage A: FAST-invoerbestanden

### FAST-hoofdinvvoerbestand voor DLC 1.1

```
-----
----- FAST INPUT FILE -----
FAST certification Test #07: EAZ 12 with many DOFs with free yaw and FF turbulence.
Many parameters are pure fiction. Compatible with FAST v7.02.00.
----- SIMULATION CONTROL -----
False Echo - Echo input data to "echo.out" (flag)
  1 ADAMSPrep - ADAMS preprocessor mode {1: Run FAST, 2: use FAST as a preprocessor to crea
  1 AnalMode - Analysis mode {1: Run a time-marching simulation, 2: create a periodic line
  3 NumBl - Number of blades (-)
  630.0 TMax - Total run time (s)
  0.005 DT - Integration time step (s)
----- TURBINE CONTROL -----
  0 YCMode - Yaw control mode {0: none, 1: user-defined from routine UserYawCont, 2: use
9999.9 TYCOOn - Time to enable active yaw control (s) [unused when YCMode=0]
  1 PCMode - Pitch control mode {0: none, 1: user-defined from routine PitchCntrl, 2: us
0 TPCOn - Time to enable active pitch control (s) [unused when PCMode=0]
  2 VSContrl - Variable-speed control mode {0: none, 1: simple VS, 2: user-defined from ro
  80.0 VS_RtGnSp - Rated generator speed for simple variable-speed generator control (HSS side
1500.0 VS_RtTq - Rated generator torque/constant generator torque in Region 3 for simple var
  0.234 VS_Rgn2K - Generator torque constant in Region 2 for simple variable-speed generato
  2.0 VS_SlPc - Rated generator slip percentage in Region 2 1/2 for simple variable-speed g
  1 GenModel - Generator model {1: simple, 2: Thevenin, 3: user-defined from routine UserG
True GenTiStr - Method to start the generator {T: timed using TimGenOn, F: generator speed
True GenTiStp - Method to stop the generator {T: timed using TimGenOf, F: when generator po
9999.9 SpdGenOn - Generator speed to turn on the generator for a startup (HSS speed) (rpm) [u
  0.0 TimGenOn - Time to turn on the generator for a startup (s) [used only when GenTiStr=Tr
9999.9 TimGenOf - Time to turn off the generator (s) [used only when GenTiStp=True]
  1 HSSBrMode - HSS brake model {1: simple, 2: user-defined from routine UserHSSBr, 3: user
9999.9 THSSBrDp - Time to initiate deployment of the HSS brake (s)
9999.9 TiDynBrk - Time to initiate deployment of the dynamic generator brake [CURRENTLY IGNOR
9999.9 TTpBrDp(1) - Time to initiate deployment of tip brake 1 (s)
9999.9 TTpBrDp(2) - Time to initiate deployment of tip brake 2 (s)
9999.9 TTpBrDp(3) - Time to initiate deployment of tip brake 3 (s) [unused for 2 blades]
9999.9 TBDepISp(1) - Deployment-initiation speed for the tip brake on blade 1 (rpm)
9999.9 TBDepISp(2) - Deployment-initiation speed for the tip brake on blade 2 (rpm)
9999.9 TBDepISp(3) - Deployment-initiation speed for the tip brake on blade 3 (rpm) [unused for
9999.9 TYawManS - Time to start override yaw maneuver and end standard yaw control (s)
9999.9 TYawManE - Time at which override yaw maneuver reaches final yaw angle (s)
  0.0 NacYawF - Final yaw angle for yaw maneuvers (degrees)
9999.9 TPitManS(1) - Time to start override pitch maneuver for blade 1 and end standard pitch co
9999.9 TPitManS(2) - Time to start override pitch maneuver for blade 2 and end standard pitch co
9999.9 TPitManS(3) - Time to start override pitch maneuver for blade 3 and end standard pitch co
9999.9 TPitManE(1) - Time at which override pitch maneuver for blade 1 reaches final pitch (s)
9999.9 TPitManE(2) - Time at which override pitch maneuver for blade 2 reaches final pitch (s)
9999.9 TPitManE(3) - Time at which override pitch maneuver for blade 3 reaches final pitch (s) [
  0.00 BlPitch(1) - Blade 1 initial pitch (degrees)
  0.00 BlPitch(2) - Blade 2 initial pitch (degrees)
  0.00 BlPitch(3) - Blade 3 initial pitch (degrees) [unused for 2 blades]
  0.00 BlPitchF(1) - Blade 1 final pitch for pitch maneuvers (degrees)
  0.00 BlPitchF(2) - Blade 2 final pitch for pitch maneuvers (degrees)
  0.00 BlPitchF(3) - Blade 3 final pitch for pitch maneuvers (degrees) [unused for 2 blades]
----- ENVIRONMENTAL CONDITIONS -----
  9.80665 Gravity - Gravitational acceleration (m/s^2)
----- FEATURE FLAGS -----
True FlapDOF1 - First flapwise blade mode DOF (flag)
False FlapDOF2 - Second flapwise blade mode DOF (flag)
False EdgeDOF - First edgewise blade mode DOF (flag)
False TeetDOF - Rotor-teeter DOF (flag) [unused for 3 blades]
False DrTrDOF - Drivetrain rotational-flexibility DOF (flag)
True GenDOF - Generator DOF (flag)
True YawDOF - Yaw DOF (flag)
True TwFADOF1 - First fore-aft tower bending-mode DOF (flag)
True TwFADOF2 - Second fore-aft tower bending-mode DOF (flag)
True TwSSDOF1 - First side-to-side tower bending-mode DOF (flag)
True TwSSDOF2 - Second side-to-side tower bending-mode DOF (flag)
True CompAero - Compute aerodynamic forces (flag)
False CompNoise - Compute aerodynamic noise (flag)
----- INITIAL CONDITIONS -----
  0.0 OoPDefl - Initial out-of-plane blade-tip displacement (meters)
  0.0 IPDefl - Initial in-plane blade-tip deflection (meters)
  0.0 TeetDefl - Initial or fixed teeter angle (degrees) [unused for 3 blades]
  0.0 Azimuth - Initial azimuth angle for blade 1 (degrees)
  80.00 RotSpeed - Initial or fixed rotor speed (rpm)
```

```

0.0 NacYaw - Initial or fixed nacelle-yaw angle (degrees)
0.0 TTDspFA - Initial fore-aft tower-top displacement (meters)
0.0 TTDspSS - Initial side-to-side tower-top displacement (meters)
----- TURBINE CONFIGURATION -----
6.60 TipRad - The distance from the rotor apex to the blade tip (meters)
0.41 HubRad - The distance from the rotor apex to the blade root (meters)
1 PSpnElN - Number of the innermost blade element which is still part of the pitchable
0.0 UndSling - Undersling length [distance from teeter pin to the rotor apex] (meters) [un
0.278 HubCM - Distance from rotor apex to hub mass [positive downwind] (meters)
-0.935 OverHang - Distance from yaw axis to rotor apex [3 blades] or teeter pin [2 blades] (m
-0.430 NacCMxn - Downwind distance from the tower-top to the nacelle CM (meters)
0.0 NacCMyn - Lateral distance from the tower-top to the nacelle CM (meters)
0.1 NacCMzn - Vertical distance from the tower-top to the nacelle CM (meters)
15.08 TowerHt - Height of tower above ground level [onshore] or MSL [offshore] (meters)
0.0 Twr2Shft - Vertical distance from the tower-top to the rotor shaft (meters)
0.0 TwrRBHt - Tower rigid base height (meters)
-4.0 ShftTilt - Rotor shaft tilt angle (degrees)
0.0 Delta3 - Delta-3 angle for teetering rotors (degrees) [unused for 3 blades]
0.0 PreCone(1) - Blade 1 cone angle (degrees)
0.0 PreCone(2) - Blade 2 cone angle (degrees)
0.0 PreCone(3) - Blade 3 cone angle (degrees) [unused for 2 blades]
0.0 AzimBlUp - Azimuth value to use for I/O when blade 1 points up (degrees)
----- MASS AND INERTIA -----
0.0 YawBrMass - Yaw bearing mass (kg)
286.0 NacMass - Nacelle mass (kg)
514.4 HubMass - Hub mass (kg)
0.3 TipMass(1) - Tip-brake mass, blade 1 (kg)
0.1 TipMass(2) - Tip-brake mass, blade 2 (kg)
0.1 TipMass(3) - Tip-brake mass, blade 3 (kg) [unused for 2 blades]
205.0 NacYIner - Nacelle inertia about yaw axis (kg m^2)
45.0 GenIner - Generator inertia about HSS (kg m^2)
25.0 HubIner - Hub inertia about rotor axis [3 blades] or teeter axis [2 blades] (kg m^2)
----- DRIVETRAIN -----
100.0 GBoxEff - Gearbox efficiency (%)
89.4 GenEff - Generator efficiency [ignored by the Thevenin and user-defined generator mo
1.0 GBRatio - Gearbox ratio (-)
False GBRevers - Gearbox reversal (T: if rotor and generator rotate in opposite directions)
9999.9 HSSBrTqF - Fully deployed HSS-brake torque (N-m)
9999.9 HSSBrDt - Time for HSS-brake to reach full deployment once initiated (sec) [used only
"unused" DynBrkFi - File containing a mech-gen-torque vs HSS-speed curve for a dynamic brake [C
6.0E5 DTTorSpr - Drivetrain torsional spring (N-m/rad)
1.0E5 DTTorDmp - Drivetrain torsional damper (N-m/(rad/s))
----- SIMPLE INDUCTION GENERATOR ----- Crude approximation
2.222 SIG_slPc - Rated generator slip percentage (%) [used only when VSContrl=0 and GenModel
80.0 SIG_SySp - Synchronous (zero-torque) generator speed (rpm) [used only when VSContrl=0
1500.0 SIG_RtTq - Rated torque (N-m) [used only when VSContrl=0 and GenModel=1]
1.75 SIG_PORt - Pull-out ratio (Tpullout/Trated) (-) [used only when VSContrl=0 and GenMode
----- THEVENIN-EQUIVALENT INDUCTION GENERATOR -----
50.0 TEC_Freq - Line frequency [50 or 60] (Hz) [used only when VSContrl=0 and GenModel=2]
4 TEC_NPol - Number of poles [even integer > 0] (-) [used only when VSContrl=0 and GenMo
4.92E-02 TEC_SRes - Stator resistance [>0] (ohms) [used only when VSContrl=0 and GenModel=2]
5.34E-04 TEC_RRes - Rotor resistance [>0] (ohms) [used only when VSContrl=0 and GenModel=2]
480.0 TEC_VLL - Line-to-line RMS voltage (volts) [used only when VSContrl=0 and GenModel=2]
1.00E-04 TEC_SLR - Stator leakage reactance (ohms) [used only when VSContrl=0 and GenModel=2]
1.00E-04 TEC_RLR - Rotor leakage reactance (ohms) [used only when VSContrl=0 and GenModel=2]
4.49E-03 TEC_MR - Magnetizing reactance (ohms) [used only when VSContrl=0 and GenModel=2]
----- PLATFORM -----
0 PtfmModel - Platform model {0: none, 1: onshore, 2: fixed bottom offshore, 3: floating
"unused" PtfmFile - Name of file containing platform properties (quoted string) [unused when Pt
----- TOWER -----
25 TwrNodes - Number of tower nodes used for analysis (-)
"EAZ_Tower.dat" TwrFile - Name of file containing tower properties (quoted string)
----- NACELLE-YAW -----
0.0 YawSpr - Nacelle-yaw spring constant (N-m/rad)
0.0615 YawDamp - Nacelle-yaw damping constant (N-m/(rad/s))
0.0 YawNeut - Neutral yaw position--yaw spring force is zero at this yaw (degrees)
----- FURLING -----
True Furling - Read in additional model properties for furling turbine (flag)
"EAZ_Furl.dat" FurlFile - Name of file containing furling properties (quoted string) [unused when
----- ROTOR-TEETER -----
0 TeetMod - Rotor-teeter spring/damper model {0: none, 1: standard, 2: user-defined fro
0.0 TeetDmpP - Rotor-teeter damper position (degrees) [used only for 2 blades and when Tee
0.0 TeetDmp - Rotor-teeter damping constant (N-m/(rad/s)) [used only for 2 blades and whe
0.0 TeetCDmp - Rotor-teeter rate-independent Coulomb-damping moment (N-m) [used only for 2
0.0 TeetSSStP - Rotor-teeter soft-stop position (degrees) [used only for 2 blades and when
0.0 TeetHStP - Rotor-teeter hard-stop position (degrees) [used only for 2 blades and when
0.0 TeetSSSp - Rotor-teeter soft-stop linear-spring constant (N-m/rad) [used only for 2 bl
0.0 TeetHSSp - Rotor-teeter hard-stop linear-spring constant (N-m/rad) [used only for 2 bl
----- TIP-BRAKE -----
0.0 TBDrConN - Tip-brake drag constant during normal operation, Cd*Area (m^2)
0.0 TBDrConD - Tip-brake drag constant during fully-deployed operation, Cd*Area (m^2)

```

```

0.0 TpBrDT - Time for tip-brake to reach full deployment once released (sec)
----- BLADE -----
"EAZ_Blade1.dat" BldFile(1) - Name of file containing properties for blade 1 (quoted string)
"EAZ_Blade2.dat" BldFile(2) - Name of file containing properties for blade 2 (quoted string)
"EAZ_Blade3.dat" BldFile(3) - Name of file containing properties for blade 3 (quoted string) [
----- AERODYN -----
"EAZ_AD_Vh08_sl.ipt" ADFile - Name of file containing AeroDyn input parameters (quoted st
----- NOISE -----
"unused" NoiseFile - Name of file containing aerodynamic noise input parameters (quoted string)
----- ADAMS -----
"AOC_ADAMS.dat" ADAMSFile - Name of file containing ADAMS-specific input parameters (quoted
----- LINEARIZATION CONTROL -----
"AOC_Linear.dat" LinFile - Name of file containing FAST linearization parameters (quoted st
----- OUTPUT -----
True SumPrint - Print summary data to "<RootName>.fsm" (flag)
1 OutFileFmt - Format for tabular (time-marching) output file(s) (1: text file [<RootName>
True TabDelim - Use tab delimiters in text tabular output file? (flag)
"ES10.3E2" OutFmt - Format used for text tabular output (except time). Resulting field should
30.0 TStart - Time to begin tabular output (s)
10 DecFact - Decimation factor for tabular output (1: output every time step) (-)
5.0 SttsTime - Amount of time between screen status messages (sec)
0.0 NcIMUxn - Downwind distance from the tower-top to the nacelle IMU (meters)
0.0 NcIMUyn - Lateral distance from the tower-top to the nacelle IMU (meters)
0.0 NcIMUzn - Vertical distance from the tower-top to the nacelle IMU (meters)
0.155 ShftGagL - Distance from rotor apex [3 blades] or teeter pin [2 blades] to shaft strai
3 NTwGages - Number of tower nodes that have strain gages for output [0 to 9] (-)
9,19,24 TwrGagNd - List of tower nodes that have strain gages [1 to TwrNodes] (-) [unused if
9 NBlGages - Number of blade nodes that have strain gages for output [0 to 9] (-)
1,2,3,4,5,6,7,8,9 BldGagNd - List of blade nodes that have strain gages [1 to BldNodes] (-) [
OutList - The next line(s) contains a list of output parameters. See OutList.xlsx fo
"TotWindV,HorWndDir,Azimuth,RotSpeed,TSR" - Total wind speed, Rotor speed and blade tip speed ratio
"PtchPMzc1,PtchPMzc2,PtchPMzc3" - Blade pitch angle
"RotTorq,RotThrust,RotPwr,GenPwr"
"RotCq,RotCp,RotCt" - Rotor torque, power, and thrust coefficients
"TFinDnPrs,TFinCPFx,TFinCPFy" - Tail fin dynamic pressure and tangential and normal for
"TipDxc1,TipDxc2,TipDxc3" - Blade tip out of plane deflection
"NacYawP, NacYawA" - Nacelle yaw position (angle),Nacelle yaw rate and accel
"TTDspFA,TTDspSS,TTDspAx" - Yaw position in fixed tower system (m)
"YawBrTAxp,YawBrTAyp,YawBrTAzp" - Yaw acceleration in fixed tower system(m/s2)
"TTDspRoll,TTDspPtch,TTDspTwstt" - Yaw rotation (deg)
"YawBrRAxp,YawBrRAyp,YawBrRAzp" - Yaw acceleration in fixed tower system(deg/s2)
"TwHt1ALxt,TwHt1ALyt,TwHt2ALxt" - tower accelerations
"TwHt2ALyt,TwHt3ALxt,TwHt3ALyt" - tower accelerations
"RootFxc1,RootFyc1,RootFzc1,RootFxb1,RootFyb1" - blade loads
"RootMxc1,RootMyc1,RootMzc1,RootMxb1,RootMyb1" - blade loads
"RootFxc2,RootFyc2,RootFzc2,RootFxb2,RootFyb2" - blade loads
"RootMxc2,RootMyc2,RootMzc2,RootMxb2,RootMyb2" - blade loads
"RootFxc3,RootFyc3,RootFzc3,RootFxb3,RootFyb3" - blade loads
"RootMxc3,RootMyc3,RootMzc3,RootMxb3,RootMyb3" - blade loads
"LSShftFxa,LSShftFya,LSShftFza,LSShftFys,LSShftFzs" - shaft loads hub centre, a=rotating s=fi
"LSShftMxa,LSStipMya,LSStipMza,LSStipMys,LSStipMzs" - shaft loads hub centre, a=rotating s=fi
"LSGagMya,LSGagMza,LSGagMys,LSGagMzs" - shaft loads at gauge
position, a=rotati
" YawBrFyn,YawBrFzn" - rotating yaw loads
"YawBrMxn,YawBrMyn,YawBrMzn" - rotating yaw loads
"TwHt1MLxt,TwHt1MLyt,TwHt2MLxt" - tower loads at gauge position
"TwHt2MLyt,TwHt3MLxt,TwHt3MLyt" - tower loads at gauge position
"TwrBsFxt,TwrBsFyt,TwrBsFzt" - Tower-base roll and pitch moments
"TwrBsMxt,TwrBsMyt,TwrBsMzt" - Tower-base roll and pitch moments
END of FAST input file (the word "END" must appear in the first 3 columns of this last line).
-----

```

## FAST-bladinvoerbestanden

EAZ aerodynamic parameters for FAST Certification Test #7.  
 SI SysUnits - System of units for used for input and out  
 BEDDOES StallMod - Dynamic stall included [BEDDOES or STEADY]  
 USE\_CM UseCm - Use aerodynamic pitching moment model? [U  
 DYNIN InfModel - Inflow model [DYNIN or EQUIL] (unquoted st  
 SWIRL IndModel - Induction-factor model [NONE or WAKE or SW  
 0.005 AToler - Induction-factor tolerance (convergence cr  
 PRANDtl TLModel - Tip-loss model (EQUIL only) [PRANDtl, GTEC  
 PRANDtl HLMModel - Hub-loss model (EQUIL only) [PRANDtl or NO  
 "Wind/EAZ/vh08\_sl.wnd" WindFile - Name of file containing wind data (quoted  
 15.0 HH - Wind reference (hub) height [TowerHt+Twr2S  
 0.25 TwrShad - Tower-shadow velocity deficit (-)  
 0.15 ShadHwid - Tower-shadow half width (m)  
 1.0 T\_Shad\_Refpt - Tower-shadow reference point (m)  
 1.225 AirDens - Air density (kg/m^3)  
 1.4639e-5 KinVisc - Kinematic air viscosity (m^2/sec)  
 0.005 DTaero - Time interval for aerodynamic calculations  
 4 NumFoil - Number of airfoil files (-)  
 "AeroData/EAZ/root.DAT" FoilNm - Names of the airfoil files [NumFoil lines]  
 "AeroData/EAZ/NACA4418.DAT"  
 "AeroData/EAZ/NACA4415.DAT"  
 "AeroData/EAZ/taill.DAT"  
 9 BldNodes - Number of blade nodes used for analysis (-)  
 RNodes AeroTwst DRNodes Chord NFoil PrnElm  
 0.836 0.000 0.852 0.350 1 NOPRINT  
 1.612 3.960 0.700 0.410 2 NOPRINT  
 2.291 7.061 0.658 0.464 2 NOPRINT  
 2.945 4.030 0.650 0.426 2 NOPRINT  
 3.600 2.055 0.660 0.371 2 NOPRINT  
 4.255 0.672 0.650 0.325 2 NOPRINT  
 4.909 -0.347 0.658 0.278 3 NOPRINT  
 5.564 -1.005 0.652 0.233 3 NOPRINT  
 6.245 -1.337 0.710 0.187 3 NOPRINT

-----  
 ----- FAST INDIVIDUAL BLADE FILE -----  
 -----  
 EAZ-13.2 blade file.

----- BLADE PARAMETERS -----  
 10 NBlInpSt - Number of blade input stations (-)  
 True CalcBMode - Calculate blade mode shapes internally {T: ignore mode shapes from below, F: use mode  
 shapes from below} [CURRENTLY IGNORED] (flag)  
 1.0 BldFlDmp(1) - Blade flap mode #1 structural damping in percent of critical (%)  
 1.0 BldFlDmp(2) - Blade flap mode #2 structural damping in percent of critical (%)  
 1.0 BldEdDmp(1) - Blade edge mode #1 structural damping in percent of critical (%)  
 ----- BLADE ADJUSTMENT FACTORS -----  
 1.0 FlStTunr(1) - Blade flapwise modal stiffness tuner, 1st mode (-)  
 1.0 FlStTunr(2) - Blade flapwise modal stiffness tuner, 2nd mode (-)  
 1.0 AdjBlMs - Factor to adjust blade mass density (-)  
 1.0 AdjFlSt - Factor to adjust blade flap stiffness (-)  
 1.0 AdjEdSt - Factor to adjust blade edge stiffness (-)  
 ----- DISTRIBUTED BLADE PROPERTIES -----

BlFract	AeroCent	StrcTwst	EMassDen	FlpStfff	EdgStfff	GJStfff	EASTfff	Alpha	FlpIner	EdgIner	PrecurvRef
(-)	PreswpRef	(-)	FlpcgOf	EdgcgOf	FlpEAOOf	EdgEAOOf	(Nm^2)	(Nm^2)	(N)	(-)	(kg.m)
	(m)	(m)	(m)	(deg)	(kg/m)	(Nm^2)	(Nm^2)	(Nm^2)	(N)	(-)	(kg.m)
0.000	0.25	0.00	200.00	6500000	7500000	3378740	622569	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.132	0.25	0.00	34.53	1099405	6119818	3378740	622569	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.246	0.25	9.62	16.10	361837	3898357	1894970	580625	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.353	0.25	5.85	10.60	207180	2575220	1231360	532090	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.459	0.25	3.52	8.10	127209	1528175	811170	458613	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.566	0.25	1.92	6.63	70913	991518	533290	384911	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.672	0.25	0.78	5.27	34480	568617	328360	316752	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.778	0.25	-0.07	3.67	12620	272615	189050	264023	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
0.885	0.25	-0.35	2.33	3840	106672	100220	211218	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0
1.000	0.25	-0.71	1.63	1614	47596	43060	149950	0	0.01	0.01	0 0 0 0 0 0

----- BLADE MODE SHAPES -----  
 0.2506 BldFl1Sh(2) - Flap mode 1, coeff of x^2  
 1.2150 BldFl1Sh(3) - , coeff of x^3  
 -2.0261 BldFl1Sh(4) - , coeff of x^4  
 2.7203 BldFl1Sh(5) - , coeff of x^5  
 -1.1598 BldFl1Sh(6) - , coeff of x^6  
 -2.3421 BldFl2Sh(2) - Flap mode 2, coeff of x^2  
 5.0047 BldFl2Sh(3) - , coeff of x^3  
 -25.9119 BldFl2Sh(4) - , coeff of x^4  
 40.8648 BldFl2Sh(5) - , coeff of x^5  
 -16.6154 BldFl2Sh(6) - , coeff of x^6

```

1.8381 BldEdgSh(2) - Edge mode 1, coeff of x^2
-2.0103 BldEdgSh(3) - , coeff of x^3
0.9662 BldEdgSh(4) - , coeff of x^4
0.9933 BldEdgSh(5) - , coeff of x^5
-0.7874 BldEdgSh(6) - , coeff of x^6
-----

```

## FAST-toreninvoerbestand

```

----- FAST TOWER FILE -----
EAZ tower data.
----- TOWER PARAMETERS -----
14 NTWInpSt - Number of input stations to specify tower geometry
True CalcTMode - Calculate tower mode shapes internally (T: ignore mode shapes from below, F: use mode shapes from below)
[CURRENTLY IGNORED] (flag)
0.5 TwrFADmp(1) - Tower 1st fore-aft mode structural damping ratio (%)
1.0 TwrFADmp(2) - Tower 2nd fore-aft mode structural damping ratio (%)
0.5 TwrSSDmp(1) - Tower 1st side-to-side mode structural damping ratio (%)
1.0 TwrSSDmp(2) - Tower 2nd side-to-side mode structural damping ratio (%)
----- TOWER ADJUSTMUNT FACTORS -----
1.0 FASTTunr(1) - Tower fore-aft modal stiffness tuner, 1st mode (-)
1.5 FASTTunr(2) - Tower fore-aft modal stiffness tuner, 2nd mode (-)
1.0 SSSTTunr(1) - Tower side-to-side stiffness tuner, 1st mode (-)
1.0 SSSTTunr(2) - Tower side-to-side stiffness tuner, 2nd mode (-)
1.0 AdjTWma - Factor to adjust tower mass density (-)
1.0 AdjFAST - Factor to adjust tower fore-aft stiffness (-)
1.0 AdjSSST - Factor to adjust tower side-to-side stiffness (-)
----- DISTRIBUTED TOWER PROPERTIES -----
HtFract TMassDen TwFASTif TwSSStif TwGJStif TwEASTif TwFAlner TwSSIner TwFACgOf TwSScGOf
(-) (kg/m) (Nm^2) (Nm^2) (N) (kg m) (kg m) (m) (m)
0.000 194.125 9.072E+07 9.072E+07 4.536E+07 1.512E+07 0 0 0
0.106 194.125 9.072E+07 9.072E+07 4.536E+07 1.512E+07 0 0 0
0.212 194.125 9.072E+07 9.072E+07 4.536E+07 1.512E+07 0 0 0
0.318 194.125 9.072E+07 9.072E+07 4.536E+07 1.512E+07 0 0 0
0.332 136.561 4.933E+07 4.933E+07 2.466E+07 8.221E+06 0 0 0
0.411 136.561 4.933E+07 4.933E+07 2.466E+07 8.221E+06 0 0 0
0.504 136.561 4.933E+07 4.933E+07 2.466E+07 8.221E+06 0 0 0
0.597 136.561 4.933E+07 4.933E+07 2.466E+07 8.221E+06 0 0 0
0.716 136.561 4.933E+07 4.933E+07 2.466E+07 8.221E+06 0 0 0
0.729 81.838 1.739E+07 1.739E+07 8.697E+06 2.899E+06 0 0 0
0.809 81.838 1.739E+07 1.739E+07 8.697E+06 2.899E+06 0 0 0
0.935 81.838 1.739E+07 1.739E+07 8.697E+06 2.899E+06 0 0 0
0.948 56.926 5.869E+06 5.869E+06 2.934E+06 9.781E+05 0 0 0
1.000 56.926 5.869E+06 5.869E+06 2.934E+06 9.781E+05 0 0 0
----- TOWER FORE-AFT MODE SHAPES -----
1.0495 TwFAM1Sh(2) - Mode 1, coefficient of x^2 term
0.0694 TwFAM1Sh(3) - , coefficient of x^3 term
-0.2890 TwFAM1Sh(4) - , coefficient of x^4 term
0.3003 TwFAM1Sh(5) - , coefficient of x^5 term
-0.1301 TwFAM1Sh(6) - , coefficient of x^6 term
-25.1012 TwFAM2Sh(2) - Mode 2, coefficient of x^2 term
20.1243 TwFAM2Sh(3) - , coefficient of x^3 term
0.9012 TwFAM2Sh(4) - , coefficient of x^4 term
16.6452 TwFAM2Sh(5) - , coefficient of x^5 term
-11.5696 TwFAM2Sh(6) - , coefficient of x^6 term
----- TOWER SIDE-TO-SIDE MODE SHAPES -----
1.0495 TwSSM1Sh(2) - Mode 1, coefficient of x^2 term
0.0694 TwSSM1Sh(3) - , coefficient of x^3 term
-0.2890 TwSSM1Sh(4) - , coefficient of x^4 term
0.3003 TwSSM1Sh(5) - , coefficient of x^5 term
-0.1301 TwSSM1Sh(6) - , coefficient of x^6 term
-25.1012 TwSSM2Sh(2) - Mode 2, coefficient of x^2 term
20.1243 TwSSM2Sh(3) - , coefficient of x^3 term
0.9012 TwSSM2Sh(4) - , coefficient of x^4 term
16.6452 TwSSM2Sh(5) - , coefficient of x^5 term
-11.5696 TwSSM2Sh(6) - , coefficient of x^6 term

```

## FAST-invoerbestand generatorkoppel

RRPM and Torque (Nm) 25A V3

3.30	0.00	0.00
5.49	0.00	0.00
7.69	0.00	0.00
9.89	0.00	0.00
12.09	0.00	0.00
14.29	0.00	0.00
16.48	0.00	0.00
18.68	0.00	0.00
20.88	0.00	0.00
23.08	0.00	0.00
25.27	0.00	0.00
27.47	0.00	0.00
29.67	0.00	0.00
33.10	210.65	8.72
35.76	279.68	12.67
38.31	326.90	15.32
40.92	380.30	18.56
43.58	438.66	22.35
46.30	501.02	26.66
49.00	556.72	30.52
51.83	625.41	35.78
54.78	704.87	42.40
57.70	776.62	48.46
71.14	1806.68	228.09
74.52	1869.25	235.46
77.07	1869.40	227.67
79.62	1869.55	220.39
82.17	1869.69	213.55
84.71	1869.82	207.13
86.88	1844.42	195.67
88.68	1795.41	180.20
90.51	1748.84	166.31
92.37	1704.52	153.79
94.25	1662.31	142.50
96.15	1622.07	132.28
98.07	1583.67	123.01
100.00	1546.99	114.59
101.95	1511.92	106.92
103.91	1478.37	99.92
105.89	1446.24	93.52
107.88	1415.44	87.66
109.88	1385.90	82.28
111.89	1357.54	77.33
113.91	1330.29	72.77
115.93	1304.10	68.57
117.97	1278.90	64.69
120.01	1254.64	61.10
122.06	1231.26	57.77
124.12	1208.73	54.68
126.18	1187.00	51.81
200	600	0.00

# 10 Bijlage B: Gegevens aërodynamisch profiel

Deze bijlage bevat de gegevens van het aërodynamisch profiel zoals toegepast in het FAST-model EAZ-13.2.

## NACA4415

```
EAZ-13.2 file generated by bvis at 17-aug-2018
NACA4415 Rn 700000
1 Number of airfoil tables in this file
0 Table ID parameter
15.5 Stall angle (deg)
0 No longer used, enter zero
0 No longer used, enter zero
0 No longer used, enter zero
-4.70 Angle of attack for zero Cn for linear Cn curve (deg)
5.30 Cn slope for zero lift for linear Cn curve (1/rad)
1.38 Cn at stall value for positive angle of attack for linear Cn curve
-1.15 Cn at stall value for negative angle of attack for linear Cn curve
2.5 Angle of attack for minimum CD (deg)
0.0089 Zero lift drag
-180.000000 0.00000000 0.00000000 0.00000000 angle of attack, Cl, Cd, Cm
-175.000000 0.367300004 4.06999998E-02 3.12500000E-02
-170.000000 0.734600008 0.117299996 6.25000000E-02
-165.000000 0.692300022 0.224700004 9.37500000E-02
-160.000000 0.840200007 0.355300009 0.125000000
-155.000000 0.948899984 0.502099991 0.156250000
-150.000000 1.020300003 0.658900023 0.187500000
-145.000000 1.05659997 0.820599973 0.218750000
-140.000000 1.05999994 0.982100010 0.250000000
-135.000000 1.033100001 1.13929999 0.281250000
-130.000000 0.978500009 1.28849995 0.312500000
-125.000000 0.899200022 1.42649996 0.343750000
-120.000000 0.797999978 1.55030000 0.375000000
-115.000000 0.678099990 1.65760005 0.406250000
-110.000000 0.542599976 1.74660003 0.437500000
-105.000000 0.394800007 1.81550002 0.468750000
-100.000000 0.238000005 1.86319995 0.500000000
-95.000000 7.54999965E-02 1.88900006 0.528499961
-90.000000 -8.92999992E-02 1.89250004 0.556999981
-85.000000 -0.252999991 1.87349999 0.537500024
-80.000000 -0.412400007 1.83249998 0.518000007
-75.000000 -0.564000010 1.77020001 0.493000001
-70.000000 -0.704599977 1.68760002 0.467999995
-65.000000 -0.831099987 1.58630002 0.437500000
-60.000000 -0.940299988 1.46809995 0.407000005
-55.000000 -1.02939999 1.33529997 0.370499998
-50.000000 -1.09539998 1.19050002 0.333999991
-45.000000 -1.13559997 1.03069997 0.294000000
-40.000000 -1.14760005 0.857200027 0.250000000
-35.000000 -1.12890005 0.678799987 0.192000002
-30.000000 -1.05350006 0.504499972 0.136000007
-28.000000 -1.00940001 0.438100010 0.111600004
-26.000000 -0.960799992 0.374300003 8.72000009E-02
-24.000000 -0.909200013 0.313899994 6.26000017E-02
-22.000000 -0.855499983 0.257400006 3.78000028E-02
-20.000000 -0.800999999 0.205400005 1.30000003E-02
-18.000000 -0.747500002 0.158399999 -1.79999992E-02
-16.000000 -0.699999988 0.117100000 -4.69999984E-02
-14.000000 -0.709999979 8.17999989E-02 -7.10000023E-02
-13.500000 -0.709999979 7.40000010E-02 -7.59999976E-02
-13.000000 -0.709999979 6.66000023E-02 -8.0142856E-02
-12.500000 -0.694999993 5.97000010E-02 -8.40714276E-02
-12.000000 -0.680000007 5.31000011E-02 -8.79999995E-02
-11.500000 -0.654999971 4.71000001E-02 -8.82499963E-02
-11.000000 -0.629999995 4.14000005E-02 -8.85000005E-02
-10.500000 -0.589999974 3.62000018E-02 -8.87500048E-02
-10.000000 -0.550000012 3.15000005E-02 -8.90000015E-02
-9.50000000 -0.495000005 2.73000002E-02 -8.90000015E-02
-9.00000000 -0.439999998 2.36000009E-02 -8.90000015E-02
-8.50000000 -0.389999986 2.04000007E-02 -8.90000015E-02
-8.00000000 -0.340000004 1.75999999E-02 -8.90000015E-02
-7.50000000 -0.284999996 1.53000001E-02 -8.87500048E-02
-7.00000000 -0.230000004 1.36000002E-02 -8.85000005E-02
-6.50000000 -0.180000007 1.22999996E-02 -8.82499963E-02
-6.00000000 -0.129999995 1.15999999E-02 -8.79999995E-02
-5.50000000 -7.99999982E-02 1.10999998E-02 -8.74999985E-02
-5.00000000 -2.99999993E-02 1.07000005E-02 -8.69999975E-02
-4.50000000 1.99999996E-02 1.04000000E-02 -8.65000039E-02
-4.00000000 7.00000003E-02 1.00999996E-02 -8.60000029E-02
-3.50000000 0.119999997 9.99999978E-03 -8.57499987E-02
-3.00000000 0.170000002 9.99999978E-03 -8.55000019E-02
-2.50000000 0.215000004 9.89999995E-03 -8.52500051E-02
-2.00000000 0.259999990 9.80000012E-03 -8.50000009E-02
-1.50000000 0.310000002 9.70000029E-03 -8.44999999E-02
-1.00000000 0.360000014 9.70000029E-03 -8.39999989E-02
-0.50000000 0.405000001 9.49999969E-03 -8.34999979E-02
0.00000000 0.449999988 9.39999986E-03 -8.29999968E-02
0.50000000 0.500000000 9.30000003E-03 -8.27500001E-02
1.00000000 0.550000012 9.10000037E-03 -8.24999958E-02
1.50000000 0.595000029 8.99999961E-03 -8.22499990E-02
```

2.00000000 0.639999986 8.89999978E-03 -8.20000023E-02  
 2.50000000 0.685000002 8.89999978E-03 -8.17500055E-02  
 3.00000000 0.730000019 8.89999978E-03 -8.15000013E-02  
 3.50000000 0.769999981 8.99999961E-03 -8.12499970E-02  
 4.00000000 0.810000002 9.20000020E-03 -8.10000002E-02  
 4.50000000 0.850000024 9.60000046E-03 -7.99999982E-02  
 5.00000000 0.889999986 9.99999978E-03 -7.89999962E-02  
 5.50000000 0.930000007 1.04999999E-02 -7.80000016E-02  
 6.00000000 0.970000029 1.09999999E-02 -7.69999996E-02  
 6.50000000 1.00500000 1.15999999E-02 -7.64999986E-02  
 7.00000000 1.03999996 1.21999998E-02 -7.60000050E-02  
 7.50000000 1.07500005 1.27999997E-02 -7.55000040E-02  
 8.00000000 1.11000001 1.35000004E-02 -7.50000030E-02  
 8.50000000 1.13499999 1.40000004E-02 -7.37500042E-02  
 9.00000000 1.15999997 1.46000003E-02 -7.25000054E-02  
 9.50000000 1.19000006 1.51000004E-02 -7.12499991E-02  
 10.0000000 1.22000003 1.56999994E-02 -7.00000003E-02  
 10.5000000 1.24500000 1.64999999E-02 -6.94999993E-02  
 11.0000000 1.26999998 1.78999994E-02 -6.90000057E-02  
 11.5000000 1.28999996 1.97999999E-02 -6.85000047E-02  
 12.0000000 1.30999994 2.21999995E-02 -6.80000037E-02  
 12.5000000 1.33000004 2.52000000E-02 -6.65000007E-02  
 13.0000000 1.35000002 2.86999997E-02 -6.49999976E-02  
 13.5000000 1.36000001 3.28000002E-02 -6.39999956E-02  
 14.0000000 1.37000000 3.73999998E-02 -6.30000010E-02  
 14.5000000 1.37500000 4.27000001E-02 -6.19999990E-02  
 15.0000000 1.38000000 4.83999997E-02 -6.10000007E-02  
 15.5000000 1.38000000 5.46999983E-02 -6.04999997E-02  
 16.0000000 1.38000000 6.15000017E-02 -5.99999987E-02  
 16.5000000 1.37500000 6.88999966E-02 -6.04999997E-02  
 17.0000000 1.37000000 7.68999979E-02 -6.10000007E-02  
 17.5000000 1.35500002 8.54000002E-02 -6.54999986E-02  
 18.0000000 1.34000003 9.44999978E-02 -7.00000003E-02  
 18.5000000 1.32760000 0.104099996 -7.40000010E-02  
 19.0000000 1.31690001 0.114299998 -7.80000016E-02  
 19.5000000 1.30680001 0.125000000 -8.20000023E-02  
 20.0000000 1.29709995 0.136199996 -8.60000029E-02  
 20.5000000 1.28779995 0.147900000 -9.07500014E-02  
 21.0000000 1.27880001 0.160200000 -9.54999998E-02  
 21.5000000 1.27010000 0.172999993 -0.100249998  
 22.0000000 1.26160002 0.186199993 -0.104999997  
 24.0000000 1.23020005 0.244200006 -0.126333326  
 26.0000000 1.20249999 0.309300005 -0.147399992  
 28.0000000 1.17910004 0.380400002 -0.168200001  
 30.0000000 1.16079998 0.456699997 -0.188999996  
 32.0000000 1.14909995 0.536700010 -0.205400005  
 34.0000000 1.14690006 0.619099975 -0.221799999  
 36.0000000 1.15740001 0.702700019 -0.238800004  
 38.0000000 1.16579998 0.786099970 -0.256399989  
 40.0000000 1.16910005 0.868099988 -0.273999989  
 45.0000000 1.15559995 1.06099999 -0.310000002  
 50.0000000 1.11319995 1.22800004 -0.344999999  
 55.0000000 1.04449999 1.37590003 -0.379999995  
 60.0000000 0.952300012 1.51119995 -0.412000000  
 65.0000000 0.839399993 1.63150001 -0.441000015  
 70.0000000 0.709100008 1.73430002 -0.469999999  
 75.0000000 0.564300001 1.81780005 -0.493499994  
 80.0000000 0.408499986 1.88059998 -0.517000020  
 85.0000000 0.245000005 1.92139995 -0.432647079  
 90.0000000 7.71000013E-02 1.93949997 -0.421764702  
 95.0000000 -9.17000026E-02 1.93480003 -0.410882354  
 100.000000 -0.257999986 1.90709996 -0.400000006  
 105.000000 -0.418300003 1.85699999 -0.375000000  
 110.000000 -0.569199979 1.78520000 -0.349999994  
 115.000000 -0.707400024 1.69309998 -0.325000018  
 120.000000 -0.829400003 1.58220005 -0.300000012  
 125.000000 -0.932099998 1.45449996 -0.275000006  
 130.000000 -1.01240003 1.31260002 -0.250000000  
 135.000000 -1.06710005 1.15929997 -0.225000009  
 140.000000 -1.09350002 0.998000026 -0.200000003  
 145.000000 -1.08879995 0.832599998 -0.174999997  
 150.000000 -1.05040002 0.667200029 -0.150000006  
 155.000000 -0.976000011 0.507000029 -0.125000000  
 160.000000 -0.863499999 0.357499987 -0.100000001  
 165.000000 -0.710900009 0.224900007 -7.50000030E-02  
 170.000000 -0.734600008 0.116200000 -5.00000007E-02  
 175.000000 -0.367300004 3.95000018E-02 -2.50000004E-02  
 180.000000 0.00000000 0.00000000 0.00000000 angle of attack, Cl, Cd, Cm

# NACA4418

EAZ-13.2 file generated by bvis at 17-aug-2018  
NACA4418 Rn 1e6  
1 Number of airfoil tables in this file  
0 Table ID parameter  
13.5 Stall angle (deg)  
0 No longer used, enter zero  
0 No longer used, enter zero  
0 No longer used, enter zero  
-4.40 Angle of attack for zero Cn for linear Cn curve (deg)  
5.30 Cn slope for zero lift for linear Cn curve (1/rad)  
1.32 Cn at stall value for positive angle of attack for linear Cn curve  
-1.15 Cn at stall value for negative angle of attack for linear Cn curve  
2.5 Angle of attack for minimum CD (deg)  
0.009 Zero lift drag  
-180.000000 0.00000000 0.00000000 0.00000000 angle of attack, Cl, Cd, Cm  
-175.000000 0.314999998 4.27000001E-02 2.85714287E-02  
-170.000000 0.629999995 0.120600000 5.71428575E-02  
-165.000000 0.686299980 0.228900000 8.57142881E-02  
-160.000000 0.832199991 0.359800011 0.114285715  
-155.000000 0.939100027 0.506600022 0.142857149  
-150.000000 1.008900005 0.663100004 0.171428576  
-145.000000 1.04359996 0.824000001 0.200000003  
-140.000000 1.04569995 0.984600008 0.228571430  
-135.000000 1.01769996 1.14059997 0.257142872  
-130.000000 0.962300003 1.28849995 0.285714298  
-125.000000 0.882300019 1.424900005 0.314285725  
-120.000000 0.780799985 1.54719996 0.342857152  
-115.000000 0.660799980 1.65289998 0.371428579  
-110.000000 0.525399983 1.74020004 0.400000006  
-105.000000 0.377900004 1.80750000 0.439249992  
-100.000000 0.221699998 1.85370004 0.478500009  
-95.000000 5.99999987E-02 1.87810004 0.517749965  
-90.000000 -0.103799999 1.88020003 0.556999981  
-85.000000 -0.266400009 1.86000001 0.537500024  
-80.000000 -0.424400002 1.81799996 0.518000007  
-75.000000 -0.574599981 1.75479996 0.493000001  
-70.000000 -0.713699996 1.67170000 0.467999995  
-65.000000 -0.838599980 1.57000005 0.437500000  
-60.000000 -0.946200013 1.45159996 0.407000005  
-55.000000 -1.03369999 1.31889999 0.370499998  
-50.000000 -1.09809995 1.17449999 0.333999991  
-45.000000 -1.13689995 1.01580000 0.294000000  
-40.000000 -1.14750004 0.819199979 0.250000000  
-35.000000 -1.12769997 0.579299986 0.192000002  
-30.000000 -1.07190001 0.391499996 0.136000007  
-28.000000 -1.04130006 0.326000005 0.111600004  
-26.000000 -1.00870001 0.263500005 8.72000009E-02  
-24.000000 -0.975600004 0.202299997 6.26000017E-02  
-22.000000 -0.942099988 0.149100006 3.78000028E-02  
-20.000000 -0.908900023 0.104400001 1.30000003E-02  
-18.000000 -0.877300024 6.85999990E-02 -1.79999992E-02  
-16.000000 -0.850300014 4.17999998E-02 -4.69999984E-02  
-14.000000 -0.848200023 2.38000005E-02 -7.10000023E-02  
-13.500000 -0.863900006 2.07000002E-02 -7.59999976E-02  
-13.000000 -0.859799981 1.82000007E-02 -8.01428566E-02  
-12.500000 -0.838000000 1.61000006E-02 -8.40714276E-02  
-12.000000 -0.801800013 1.46000003E-02 -8.79999995E-02  
-11.500000 -0.755900025 1.35000004E-02 -8.82499963E-02  
-11.000000 -0.702300012 1.29000004E-02 -8.85000005E-02  
-10.500000 -0.644200027 1.27999997E-02 -8.87500048E-02  
-10.000000 -0.585300028 1.26999998E-02 -8.90000015E-02  
-9.50000000 -0.527599990 1.26000000E-02 -8.90000015E-02  
-9.00000000 -0.471599996 1.20999999E-02 -8.90000015E-02  
-8.50000000 -0.415800005 1.16999997E-02 -8.90000015E-02  
-8.00000000 -0.361900002 1.13000004E-02 -8.90000015E-02  
-7.50000000 -0.308999985 1.09000001E-02 -8.87500048E-02  
-7.00000000 -0.257099986 1.07000005E-02 -8.85000005E-02  
-6.50000000 -0.206300005 1.04000000E-02 -8.82499963E-02  
-6.00000000 -0.156299993 1.00999996E-02 -8.79999995E-02  
-5.50000000 -0.106399998 9.89999995E-03 -8.74999985E-02  
-5.00000000 -5.75000010E-02 9.70000029E-03 -8.69999975E-02  
-4.50000000 -9.30000003E-03 9.60000046E-03 -8.65000039E-02  
-4.00000000 3.88999991E-02 9.39999986E-03 -8.60000029E-02  
-3.50000000 8.69999975E-02 9.30000003E-03 -8.57499987E-02  
-3.00000000 0.135199994 9.30000003E-03 -8.55000019E-02  
-2.50000000 0.183799997 9.20000020E-03 -8.52500051E-02  
-2.00000000 0.232500002 9.20000020E-03 -8.50000009E-02  
-1.50000000 0.280600011 9.20000020E-03 -8.44999999E-02  
-1.00000000 0.328700006 9.20000020E-03 -8.39999989E-02  
-0.50000000 0.366299987 9.20000020E-03 -8.34999979E-02  
0.00000000 0.403899997 9.20000020E-03 -8.29999968E-02  
0.50000000 0.454800010 9.20000020E-03 -8.27500001E-02  
1.00000000 0.504700005 9.10000037E-03 -8.24999958E-02  
1.50000000 0.550899982 9.10000037E-03 -8.22499990E-02  
2.00000000 0.595600009 8.99999961E-03 -8.20000023E-02  
2.50000000 0.640799999 8.99999961E-03 -8.17500055E-02  
3.00000000 0.688000023 8.99999961E-03 -8.15000013E-02  
3.50000000 0.734600008 9.10000037E-03 -8.12499970E-02  
4.00000000 0.780600011 9.30000003E-03 -8.10000002E-02  
4.50000000 0.825399995 9.70000029E-03 -7.99999982E-02  
5.00000000 0.869199991 9.89999995E-03 -7.89999962E-02  
5.50000000 0.912000000 1.02000004E-02 -7.80000016E-02

6.00000000 0.953199983 1.05999997E-02 -7.69999996E-02  
6.50000000 0.993300021 1.10999998E-02 -7.64999986E-02  
7.00000000 1.03199995 1.16999997E-02 -7.60000050E-02  
7.50000000 1.06930006 1.22999996E-02 -7.55000040E-02  
8.00000000 1.10490000 1.31000001E-02 -7.50000030E-02  
8.50000000 1.13859999 1.40000004E-02 -7.37500042E-02  
9.00000000 1.17040002 1.51000004E-02 -7.25000054E-02  
9.50000000 1.19990003 1.63000003E-02 -7.12499991E-02  
10.00000000 1.22720003 1.77999996E-02 -7.00000003E-02  
10.50000000 1.25179994 1.96000002E-02 -6.94999993E-02  
11.00000000 1.27289999 2.17000004E-02 -6.90000057E-02  
11.50000000 1.29089999 2.41000000E-02 -6.85000047E-02  
12.00000000 1.30480003 2.70000007E-02 -6.80000037E-02  
12.50000000 1.31500006 3.04000005E-02 -6.65000007E-02  
13.00000000 1.32169998 3.42999995E-02 -6.49999976E-02  
13.50000000 1.32389998 3.90000008E-02 -6.39999956E-02  
14.00000000 1.32389998 4.41999994E-02 -6.30000010E-02  
14.50000000 1.32099998 5.02999984E-02 -6.19999990E-02  
15.00000000 1.31529999 5.70000000E-02 -6.10000007E-02  
15.50000000 1.30840003 6.40999973E-02 -6.04999997E-02  
16.00000000 1.30040002 7.19999969E-02 -5.99999987E-02  
16.50000000 1.29050004 7.99999982E-02 -6.04999997E-02  
17.00000000 1.27460003 8.82999972E-02 -6.10000007E-02  
17.50000000 1.25720000 9.70999971E-02 -6.54999986E-02  
18.00000000 1.24800003 0.105200000 -7.00000003E-02  
18.50000000 1.23199999 0.114900000 -7.40000010E-02  
19.00000000 1.22660005 0.122800000 -7.80000016E-02  
19.50000000 1.21850002 0.131699994 -8.20000023E-02  
20.00000000 1.20439994 0.141800001 -8.60000029E-02  
20.50000000 1.20790005 0.149100006 -9.07500014E-02  
21.00000000 1.20420003 0.157700002 -9.54999998E-02  
21.50000000 1.19190001 0.168099999 -0.100249998  
22.00000000 1.19330005 0.174899995 -0.104999997  
24.00000000 1.20529997 0.207800001 -0.126333326  
26.00000000 1.21210003 0.236900002 -0.147399992  
28.00000000 1.20770001 0.269199997 -0.168200001  
30.00000000 1.19410002 0.309300005 -0.188999996  
32.00000000 1.17729998 0.361299992 -0.205400005  
34.00000000 1.16299999 0.432000011 -0.221799999  
36.00000000 1.15730000 0.531400025 -0.238800004  
38.00000000 1.16310000 0.661099970 -0.256399989  
40.00000000 1.16670001 0.793200016 -0.273999989  
45.00000000 1.15409994 1.04229999 -0.310000002  
50.00000000 1.11269999 1.21529996 -0.344999999  
55.00000000 1.04509997 1.36259997 -0.379999995  
60.00000000 0.954100013 1.49769998 -0.412000000  
65.00000000 0.842499971 1.61780000 -0.441000015  
70.00000000 0.713400006 1.72070003 -0.469999999  
75.00000000 0.569999993 1.80439997 -0.493499994  
80.00000000 0.415399998 1.86749995 -0.517000020  
85.00000000 0.252999991 1.90890002 -0.487750024  
90.00000000 8.61999989E-02 1.92780006 -0.458500028  
95.00000000 -8.16999972E-02 1.92390001 -0.429250002  
100.00000000 -0.247099996 1.89719999 -0.400000006  
105.00000000 -0.406699985 1.84819996 -0.375000000  
110.00000000 -0.557099998 1.77760005 -0.349999994  
115.00000000 -0.694899976 1.68669999 -0.325000018  
120.00000000 -0.816799998 1.57700002 -0.300000012  
125.00000000 -0.919499993 1.45060003 -0.275000006  
130.00000000 -1.00000000 1.30990005 -0.250000000  
135.00000000 -1.05519998 1.15779996 -0.225000009  
140.00000000 -1.08220005 0.997600019 -0.200000003  
145.00000000 -1.07830000 0.833100021 -0.174999997  
150.00000000 -1.04100001 0.668500006 -0.150000006  
155.00000000 -0.967800021 0.508899987 -0.125000000  
160.00000000 -0.856700003 0.359699994 -0.100000001  
165.00000000 -0.705699980 0.227100000 -7.50000030E-02  
170.00000000 -0.629999995 0.118100002 -5.00000007E-02  
175.00000000 -0.314999998 4.06999998E-02 -2.50000004E-02  
180.00000000 0.00000000 0.00000000 0.00000000 angle of attack, Cl, Cd, Cm

## Bladwortel

```
EAZ-13.2 file generated by bvis at 17-aug-2018
ROOT Rn 700000
1 Number of airfoil tables in this file
0 Table ID parameter
10 Stall angle (deg)
0 No longer used, enter zero
0 No longer used, enter zero
0 No longer used, enter zero
-5 Angle of attack for zero Cn for linear Cn curve (deg)
0.1 Cn slope for zero lift for linear Cn curve (1/rad)
0.1 Cn at stall value for positive angle of attack for linear Cn curve
0.1 Cn at stall value for negative angle of attack for linear Cn curve
0 Angle of attack for minimum CD (deg)
0.6 Zero lift drag
-180 0 0.6 0.0 angle of attack, Cl, Cd, Cm
0 0 0.6 0.0
180 0 0.6 0.0 angle of attack, Cl, Cd, Cm
```

## Start

```
EAZ-13.2 file generated by bvis at 17-aug-2018
tail Rn 700000
1 Number of airfoil tables in this file
0 Table ID parameter
45 Stall angle (deg)
0 No longer used, enter zero
0 No longer used, enter zero
0 No longer used, enter zero
0.0 Angle of attack for zero Cn for linear Cn curve (deg)
1.0 Cn slope for zero lift for linear Cn curve (1/rad)
1.0 Cn at stall value for positive angle of attack for linear Cn curve
-1.0 Cn at stall value for negative angle of attack for linear Cn curve
0.0 Angle of attack for minimum CD (deg)
0.0 Zero lift drag
-180 0.0000 2.0000 0.0 angle of attack, Cl, Cd
-170 -0.1736 1.9848 0.0
-160 -0.3420 1.9397 0.0
-150 -0.5000 1.8660 0.0
-140 -0.6428 1.7660 0.0
-130 -0.7660 1.6428 0.0
-120 -0.8660 1.5000 0.0
-110 -0.9397 1.3420 0.0
-100 -0.9848 1.1736 0.0
-90 -1.0000 1.0000 0.0
-80 -0.9848 0.8264 0.0
-70 -0.9397 0.6580 0.0
-60 -0.8660 0.5000 0.0
-50 -0.7660 0.3572 0.0
-40 -0.6428 0.2340 0.0
-30 -0.5000 0.1340 0.0
-20 -0.3420 0.0603 0.0
-10 -0.1736 0.0152 0.0
0 0.0000 0.0000 0.0
10 0.1736 0.0152 0.0
20 0.3420 0.0603 0.0
30 0.5000 0.1340 0.0
40 0.6428 0.2340 0.0
50 0.7660 0.3572 0.0
60 0.8660 0.5000 0.0
70 0.9397 0.6580 0.0
80 0.9848 0.8264 0.0
90 1.0000 1.0000 0.0
100 0.9848 1.1736 0.0
110 0.9397 1.3420 0.0
120 0.8660 1.5000 0.0
130 0.7660 1.6428 0.0
140 0.6428 1.7660 0.0
150 0.5000 1.8660 0.0
160 0.3420 1.9397 0.0
170 0.1736 1.9848 0.0
180 0.0000 2.0000 0.0
```

## 11 Bijlage C: Invoerbestanden bladverstelsysteem

De veerwaarden van het bladverstelsysteem staan vermeld in Tabel 12.

Bladhoek [deg]	Veermoment [Nm]
-2	276
0	276
6	276
12	276
20	255
25	240
30	75
36	75
48	75
70	75
92	75

Tabel 12: veermoment bladverstelsysteem (gesommeerd voor 3 bladen)

De demping van het bladverstelsysteem staat vermeld in Tabel 13.

Verstelsnelheid [graden/s]	Dempingsmoment naar vaan [Nm/graden/s]	Dempingsmoment naar nul-positie [Nm/graden/s]
0,0	0,0	0,0
0,5	10,2	10,8
1,0	18,8	23,0
1,5	25,6	34,6
2,0	30,0	46,8
2,5	34,0	59,8
5,0	50,4	129,6
7,5	64,8	208,8
10,0	81,6	309,6

Tabel 13: demping bladverstelsysteem (gesommeerd voor 3 bladen)

## 12 Bijlage D: Elektrisch remkoppel

Het elektrische remkoppel is afhankelijk van het toerental van de generator, zoals hieronder is aangegeven:

Generatortoerental [rpm]	P [kW]	Tbrake [kNm]
20	9,10	4,34
30	18,20	5,79
40	27,80	6,64
50	36,70	7,01
60	44,40	7,07
70	51,00	6,96
80	56,40	6,73
90	60,50	6,42
100	64,30	6,14
110	67,50	5,86
120	70,20	5,59

*Tabel 14: elektrisch remkoppel*

## 13 Bijlage E: Belastingsgevallenbestanden

1 vh02_s1.out	41 vh14_s5.out	81 EOG50_10.out	121 EOG1_02c.out	161 EOG1_24c.out
2 vh02_s2.out	42 vh14_s6.out	82 EOG50_12.out	122 EOG1_02d.out	162 EOG1_24d.out
3 vh02_s3.out	43 vh16_s1.out	83 EOG50_14.out	123 EOG1_04a.out	163 NWP_08_stop1.out
4 vh02_s4.out	44 vh16_s2.out	84 EOG50_16.out	124 EOG1_04b.out	164 NWP_08_stop2.out
5 vh02_s5.out	45 vh16_s3.out	85 EOG50_18.out	125 EOG1_04c.out	165 NWP_08_stop3.out
6 vh02_s6.out	46 vh16_s4.out	86 EOG50_20.out	126 EOG1_04d.out	166 NWP_08_stop4.out
7 vh04_s1.out	47 vh16_s5.out	87 EOG50_22.out	127 EOG1_06a.out	167 NWP_12_stop1.out
8 vh04_s2.out	48 vh16_s6.out	88 EOG50_24.out	128 EOG1_06b.out	168 NWP_12_stop2.out
9 vh04_s3.out	49 vh18_s1.out	89 EDC50_02a.out	129 EOG1_06c.out	169 NWP_12_stop3.out
10 vh04_s4.out	50 vh18_s2.out	90 EDC50_02b.out	130 EOG1_06d.out	170 NWP_12_stop4.out
11 vh04_s5.out	51 vh18_s3.out	91 EDC50_04a.out	131 EOG1_08a.out	171 NWP_16_stop1.out
12 vh04_s6.out	52 vh18_s4.out	92 EDC50_04b.out	132 EOG1_08b.out	172 NWP_16_stop2.out
13 vh06_s1.out	53 vh18_s5.out	93 EDC50_06a.out	133 EOG1_08c.out	173 NWP_16_stop3.out
14 vh06_s2.out	54 vh18_s6.out	94 EDC50_06b.out	134 EOG1_08d.out	174 NWP_16_stop4.out
15 vh06_s3.out	55 vh20_s1.out	95 EDC50_08a.out	135 EOG1_10a.out	175 NWP_20_stop1.out
16 vh06_s4.out	56 vh20_s2.out	96 EDC50_08b.out	136 EOG1_10b.out	176 NWP_20_stop2.out
17 vh06_s5.out	57 vh20_s3.out	97 EDC50_10a.out	137 EOG1_10c.out	177 NWP_20_stop3.out
18 vh06_s6.out	58 vh20_s4.out	98 EDC50_10b.out	138 EOG1_10d.out	178 NWP_20_stop4.out
19 vh08_s1.out	59 vh20_s5.out	99 EDC50_12a.out	139 EOG1_12a.out	179 NWP_24_stop1.out
20 vh08_s2.out	60 vh20_s6.out	100 EDC50_12b.out	140 EOG1_12b.out	180 NWP_24_stop2.out
21 vh08_s3.out	61 vh24_s1.out	101 EDC50_14a.out	141 EOG1_12c.out	181 NWP_24_stop3.out
22 vh08_s4.out	62 vh24_s2.out	102 EDC50_14b.out	142 EOG1_12d.out	182 NWP_24_stop4.out
23 vh08_s5.out	63 vh24_s3.out	103 EDC50_16a.out	143 EOG1_14a.out	183 EWM_42.out
24 vh08_s6.out	64 vh24_s4.out	104 EDC50_16b.out	144 EOG1_14b.out	184 EWM_32.out
25 vh10_s1.out	65 vh24_s5.out	105 EDC50_18a.out	145 EOG1_14c.out	
26 vh10_s2.out	66 vh24_s6.out	106 EDC50_18b.out	146 EOG1_14d.out	
27 vh10_s3.out	67 ECD_02a.out	107 EDC50_20a.out	147 EOG1_16a.out	
28 vh10_s4.out	68 ECD_02b.out	108 EDC50_20b.out	148 EOG1_16b.out	
29 vh10_s5.out	69 ECD_04a.out	109 EDC50_22a.out	149 EOG1_16c.out	
30 vh10_s6.out	70 ECD_04b.out	110 EDC50_22b.out	150 EOG1_16d.out	
31 vh12_s1.out	71 ECD_06a.out	111 EDC50_24a.out	151 EOG1_18a.out	
32 vh12_s2.out	72 ECD_06b.out	112 EDC50_24b.out	152 EOG1_18b.out	
33 vh12_s3.out	73 ECD_08a.out	113 NCG_08_OS.out	153 EOG1_18c.out	
34 vh12_s4.out	74 ECD_08b.out	114 NCG_10_OS.out	154 EOG1_18d.out	
35 vh12_s5.out	75 ECD_10a.out	115 NCG_12_OS.out	155 EOG1_20a.out	
36 vh12_s6.out	76 ECD_10b.out	116 NCG_18_OS.out	156 EOG1_20b.out	
37 vh14_s1.out	77 EOG50_02.out	117 NCG_18_OS.out	157 EOG1_20c.out	
38 vh14_s2.out	78 EOG50_04.out	118 NCG_18_OS.out	158 EOG1_20d.out	
39 vh14_s3.out	79 EOG50_06.out	119 EOG1_02a.out	159 EOG1_24a.out	
40 vh14_s4.out	80 EOG50_08.out	120 EOG1_02b.out	160 EOG1_24b.out	

Tabel 15: lijst van belastingsgevallen

## 14 Bijlage F: Aantal van voorkomen

Onderstaande lijst toont het aantal van voorkomen van elk vermoeiingsbelastingsgeval in 20 jaar, op basis van een Rayleigh-verdeling en simulaties van 600 [sec].

1	31255,16	37	3097,042
2	31255,16	38	3097,042
3	31255,16	39	3097,042
4	31255,16	40	3097,042
5	31255,16	41	3097,042
6	31255,16	42	3097,042
7	42449,15	43	973,8452
8	42449,15	44	973,8452
9	42449,15	45	973,8452
10	42449,15	46	973,8452
11	42449,15	47	973,8452
12	42449,15	48	973,8452
13	41420,07	49	253,7449
14	41420,07	50	253,7449
15	41420,07	51	253,7449
16	41420,07	52	253,7449
17	41420,07	53	253,7449
18	41420,07	54	253,7449
19	30247,44	55	54,96542
20	30247,44	56	54,96542
21	30247,44	57	54,96542
22	30247,44	58	54,96542
23	30247,44	59	54,96542
24	30247,44	60	54,96542
25	17434,72	61	11,41613
26	17434,72	62	11,41613
27	17434,72	63	11,41613
28	17434,72	64	11,41613
29	17434,72	65	11,41613
30	17434,72	66	11,41613
31	8122,233		
32	8122,233		
33	8122,233		
34	8122,233		
35	8122,233		
36	8122,233		

Tabel 16: aantal van voorkomen van vermoeiingsbelastingsgevallen

## 15 Bijlage F: DLC 7.1

DLC 7.1 houdt rekening met de belastingen tijdens vervoer, montage, onderhoud en reparatie.

Het transport is zodanig dat de belastingen op alle onderdelen laag zijn. Alle onderdelen worden goed ondersteund. Onderhoud en reparatie vinden plaats zonder belasting van de turbine. De gondel wordt bereikt met een hoogwerker (hydraulisch hijstoestel).

Tijdens de assemblage worden de toren en de gondel van een horizontale naar een verticale positie gekanteld. Dit gebeurt met een hydraulisch werktuig dat het onderste deel van de toren vastklemt. De belastingen op de toren worden berekend voor de horizontale positie, met behulp van de massa's en de zwaartepuntposities uit het Slid Works-model, ten opzichte van de torenonderzijde. De massa's en zwaartepuntposities staan hieronder vermeld. De belastingen omvatten een dynamische versterkingsfactor van 2,0, volgens ref. (1).

Component	Massa [kg]	Zwaartepunt [m]
Onderste flens	58,71	0,027
Sectie 1	889,44	2,445
Verloopstuk 1	51,91	4,969
Sectie 2	749,94	7,978
Verloopstuk 2	34,2	10,947
Sectie 3	239,21	12,632
Verloopstuk 3	8,72	14,164
Sectie 4	55,03	14,734
Gondel + rotor	1400	15,200

Tabel 17: componentmassa en zwaartepunt

Positie	hoogte [m]	Buigmoment [kNm]
Hijswerktuigsteun	3,149	468,06
Conische overgang	5,024	374,71
Bovenste las	5,156	368,27
Conische overgang	11,006	127,40
Bovenste las	11,13	123,25
Conische overgang	14,204	27,93
Bovenste las	14,234	27,07

Tabel 18: buigmoment tijdens installatie