

WWD-3
ВЯТЪРНА ТУРБИНА 3 MW
Подробна техническа спецификация

Техническа спецификация

Съдържание

1. Общи данни.....	5
2. Общи данни за електрическата система на турбината.....	6
3. Мощностна характеристика.....	6
4. Годишно производство на WWD-3/100.....	7
5. Ниво на шума (IEC 61400-11).....	7
6. Подробна техническа спецификация.....	8
6.1. Пилон	8
6.2. Ротор	8
6.3. Главен лагер, планетна предавка и генератор.....	8
6.4. Спирачна система	9
6.5. Покритие от стъклопласт.....	9
6.6. Система за рискаене	9
6.7. Фундамент.....	9
6.8. Съвързване с енергийната мрежа.....	9
6.8.1 Техническа спецификация на трансформатора.....	10
6.8.2 Разпределителна уредба, електрически характеристики.....	10
6.8.3 Честотен преобразувател.....	12
6.8.4 Регулиране на реактивна мощност.....	12
6.9. Управление на турбината, дистанционен контрол и отчитане.....	12
6.10. Представяне на данните за производството в Интернет.....	13
6.11. Алармени системи.....	13
6.12. Автодиагностика на вятърната турбина.....	13
6.13. Контрол на състоянието.....	13
6.14. Защита от мълнии.....	13
7. Заземителна система.....	14
8. Монтирани по желание системи.....	14
8.1. Защита от обледеняване на лопатките.....	14
8.2. Сигнални светлини за самолети.....	14
8.3. Сервизен асансьор в пилона.....	14
8.4. Високоволтова разпределителна уредба.....	14
9. Типови разрешения.....	14
10. Транспортни габарити.....	15

11. Подходи и площадки.....15

12. Общи правни уговорки, забележки и откази от претенции.....15

13. Общи чертежи

Поради непрекъснатото развитие и подобрения на изделието WinWinD си запазва правото да променя или изменя тези спецификации без предизвестие. WinWinD® е регистрирана търговска марка на WinWinD Oy. Този документ съдържа обща информация за вятърните турбини WWD-3. Точният обем на доставка ще бъде определен в договора.

Дата	Ревизия	Автор	Забележка
Април 2004	1/2004	EKu	Създаване на документа
Септември 2004	4/2004	Eku	Актуализация
Април 2005	1/2005	Eku	Актуализация
Май 2005	2/2005	Eku	Добавено годишно производство
Октомври 2005	3/2005	Eku	Актуализация
Октомври 2005	4/2005	Eku	Актуализация
30.11.2005	5/2005	Iri	Актуализация на електрическа част
23.12.2005	1.0	GBö	Общи корекции/допълнения
6.1.2006	1.1	Eku	Коригирано електропроизводство
1.2.2006	1.2	Eku	Актуализация на мощностната характеристика
20.3.2006	1.3	Eku	Прибавена мощностна характеристика за 90 м
30.08.2006	1.5	Eku	Общи корекции/допълнения

1. Общи данни

WinWinD е разработила новаторска вятърна турбина за пазара със своята концепция WWD. Основните стойности на WinWinD включват задоволяване на потребителите и експлоатационна надеждност на изделията, както и полезното сътрудничество, постигнато между потребителите и WinWinD.

На базата на задълбочени технико-икономически изследвания беше създадена концепцията WWD, която позволява производството на електроенергия чрез нов интегриран енергиен агрегат. Базата за проектиране беше ефективност, надеждност и лесна поддръжка, което позволява концепцията WWD да предложи най-икономически ефективното производство през целия си полезен живот, съчетано с най-ниските експлоатационни разходи.

WWD-3 е вятърна турбина с регулирана ориентация на лопатките срещу вятъра със система за активно завъртане около вертикалната ос (рискаене) и ротор с три лопатки. Турбината се състои от три главни части:

Ротор

3 лопатки и главина, електрически регулатор на ориентацията

Интегриран енергиен блок

Ролков лагер, планетна предавка и генератор на променлива скорост с постоянни магнити

Гондола

Честотен преобразувател, трансформатор и принадлежности

Главината на ротора е свързана с кутията на зъбната предавка с помощта на безхлабинен двуредов конусно-ролков лагер. Лагерът предава роторните натоварвания направо на главния корпус, като предпазва системата от предавки от деформация и роторни натоварвания. Планетната предавка увеличава умерено скоростта на въртене и предава въртящия момент на нискоскоростния генератор с постоянен магнит. Всички съединителни фланци са кръгли и концентрични, което дава в резултат ясно очертани граници. Тази философия на проектиране „черна кутия“ улеснява монтажа и води до добре определено разпределение на товара. Преобразувателят на честота предава пълната мощност на генератора. В резултат на това машината може да използва и ниски скорости на вятъра с оптимална ниска скорост на въртене, и не са нужни контактни пръстени както при решението с генератор с двойно захранване.

Фигура на стр. 5:

1. Електрически регулатор на ориентацията на лопатките
2. Смазване под налягане
3. Интегриран енергиен блок:
 - Двуредов конусно-ролков лагер
 - Планетна зъбна предавка
 - Генератор с постоянен магнит
4. Преобразувател на честота
5. Трансформатор
6. Охладителна система

Общи данни	
Тип	3 лопатки, срещу вятъра
Регулиране на мощността	Чрез ориентацията на лопатките, с безстепенно регулиране на скоростта
Номинална мощност	3000 kW (откъм енергийната мрежа)
Диаметър на ротора	90 и 100 м
Включване при скорост на вятъра	4 м/с
Номинална скорост на вятъра	12,5 (100 м) 13 м/с (90 м)
Изключване при скорост на вятъра	20 м/с (100 м) 25 м/с (90 м)
Проектен максимум	59,5 м/с (на височината на главините)
Скорост на ротора	5-16 об/мин
Преобразувател на честота	Разположен в гондолата
Трансформатор	Разположен в гондолата
Височина на главините	80-100 м

2. Общи данни за електрическата система на турбината

Турбината WWD-3-90м има синхронен генератор за постоянен магнит с водно охлаждане.

Честотният преобразувател също се охлажда с вода и е монтиран в гондолата.

Честотният преобразувател се състои от два отделни преобразувателни блока. Единият преобразувателен блок е проектиран за 1,5MW и има 1500A IGBT-инверторни блокове откъм страната на енергийната мрежа и на генератора. Тази система конвертори 2x1,5MW е резервирана, и може да работи само с единия преобразувател 1,5MW, ако другият е неизправен. От страната на енергийната мрежа има LC-филтър за намаляване на хармоничните токове.

Главният трансформатор също е монтиран в гондолата. Това е напълно капсуловано изпълнение с маслено охлаждане, подсилено отвътре за устойчивост срещу вибрации. В допълнение трансформаторът е поставен върху амортизатори срещу вибрации. Вследствие на това всички кабелни съединения са направени гъвкави. Охлаждането се осъществява чрез естествена конвекция плюс допълнителен вентилатор, управляван от термостат. Главният трансформатор има пет стъпала за регулиране на напрежението ($\pm 2 \times 2,5\%$) за окончателно съгласуване с локалната енергийна мрежа.

Генератор	Синхронен
Охлаждане	С водна риза около статора, въздушно с топлпобменник въздух/вода
Номинално генераторно напрежение	660 V
Номинална генераторна честота	49,2 Hz
Честотен преобразувател	IGBT-мостове откъм генератора и мрежата
Филтър откъм генератора	dU/dt-филтър и филтър за общ режим
Филтър откъм мрежата	LC-филтър
Трансформатор	С маслено охлаждане, в гондолата

3. Мощностна характеристика

Гарантираната мощностна характеристика с диаметър на ротора 90 и 100 м. Плътност на въздуха 1.225 kg/m^3 . Не са отбелязани загуби в трансформатора.

От дясната страна е коефициентът на тяга (за пресмятане на аеродинамичната следа.

v m/s	WWD-3/90 kW	WWD-3/100 kW
3	0	0
4	80	79
5	220	254
6	389	458
7	627	740
8	944	1117
9	1351	1595
10	1858	2103
11	2410	2505
12	2873	2870
13	3032	3032
14	3032	3032
15	3030	3030
16	3030	3030
17	3030	3030
18	3030	3030
19	3030	3030
20	3030	3030
21	3030	
22	3030	
23	3030	
24	3030	
25	3030	

v (m/s)	Ct
1	0,81
2	0,81
3	0,81
4	0,81
5	0,81
6	0,81
7	0,81
8	0,81
9	0,81
10	0,76
11	0,70
12	0,57
13	0,41
14	0,32
15	0,25
16	0,21
17	0,17
18	0,14
19	0,12
20	0,11
21	0,09
22	0,08
23	0,07
24	0,06
25	0,06

4. Годишно производство на WWD-3/100

Пресметнато производство на електроенергия при диаметър на ротора 100 м. Плътност на въздуха 1.225 kg/m^3 . Фактор Weibull-C = 2. Брутно производство (т.е., не са отбелязани загубите във ветропарка, в трансформатора и др.).

m/s	MWh/a
6,0	6360
6,5	7562
7,0	8732
7,5	9841

5. Ниво на шума (IEC 61400-11)

Скорост на вятъра категория:	BIN 6 5,5-6,5	BIN 7 6,5-7,5	BIN 8 7,5-8,5	BIN 9 8,5-9,5	BIN 10 9,5-10,5	8,7 m/s ⁽¹⁾
Работен шум (L_{Aeq} / dB)	54,7	55,9	57,6			58,0

Фонов шум (L_{Aeq} / dB)	45,7	46,7	47,7			48,4
Разлика (ΔL , L_{Aeq} / dB)	9,0	9,2	9,9			9,6
Коригиран шум ($L_{Aeq,c}$ / dB)	54,1	55,3	57,1			57,4
Ниво на звукова мощност (LWA/dB)	103,8	105,0	106,8			107,1
Мощност (P / kW)	1086	1719	2440	2964	3045	2850
(1) = 95 % номинална мощност						

Стойностите за ниво на шума ще бъдат гарантирани според договора за продажба. Гаранцията за шум ще се смята за пазена, ако измерено ниво на звукова мощност е по-ниско или равно на гарантираната стойност (неточността в резултата от измерването е отбелязана по време на процеса).

6. Подробна техническа спецификация

6.1. Пилон

Съществуват две основни решения за пилона. Стоманен пилон и хибриден пилон от бетон и стомана.

Височина на главината	88 m	90 m	100 m
Брой на секциите	4	1 + 2	1 + 2
Цвят на стоманената част	RAL 7035	RAL 7035	RAL 7035
Височина на стоманената част	84,5 m	49,5 m	49,5 m
Височина на бетонната част		36,5 m	46,5 m

6.2. Ротор

Роторът се състои от три лопатки, главина и три електрически регулатора на ориентация на лопатките. Лопатките са изработени от стъклопласт, усилен с епоксидна смола. Лопатките действат и като аеродинамични спирачки. Обикновено спирачките са синхронизирани, но в извънредни обстоятелства всяка лопатка може да бъде управлявана самостоятелно. Системата за регулиране на ориентацията е електрическа и снабдена с резервна батерия или кондензатор. Лопатките са снабдени със заземителни проводници против мълнии.

6.3. Главен лагер, планетна предавка и генератор

Главината на ротора е свързана с кутията на зъбната предавка с помощта на безхлабинен двуредов конусно-ролков лагер. Лагерът предава роторните натоварвания чрез част от картера на предавката на главната рамка. Планетната предавка увеличава умерено скоростта на въртене и предава въртящия момент на нискоскоростния генератор с постоянен магнит. Всички съединителни фланци са кръгли и концентрични, което дава в резултат ясно очертани граници. Тази философия на проектиране „черна кутия“ улеснява монтажа и води до добре определено разпределение на товара. Всички възможни деформации поради роторните товари са взети предвид при проектиране на зъбните предавки.

Лагерът, включен в картера на зъбната предавка, има принудено смазване с масло. Конфигурацията от двойно радиално уплътнение на вала със запълване на междинното пространство с грес го херметизира срещу проникване на въздух отвън. Производителят е FAG или негов еквивалент.

Производителят на зъбната предавка е MOVENTAS (бившия METSO-DRIVES). Нискоскоростният генератор с постоянни магнити е произведен от ABB.

6.4. Спирачна система

В случай на аварийно изключване всяка роторна лопатка поотделно играе ролята на аеродинамична спирачка. Компютърът управлява системата с помощта на анемометър, ветропоказател и други датчици.

Процедурите за спиране са:

Нормално спиране: лопатките се привеждат синхронно в устойчиво на бурен вятър положение със скорост по основната окръжност 4 градуса/сек. без помощта на механичните спирачки.

Аварийно спиране (ниско ниво): лопатките се обръщат до крайно положение със скорост 4 градуса/сек. като в същото време се задейства механичната дискова спирачка. В случай на авария в енергийната мрежа енергията за ориентиране на лопатките се подава автоматично от буферната батерия.

Аварийно спиране (високо ниво): лопатките се задвижват от програма за скорост на ориентирането. Същевременно се използват механичните спирачки. В случай на авария в енергийната мрежа енергията за ориентиране на лопатките се подава автоматично от буферната батерия.

Всяка лопатка е снабдена с резервна батерия. Ако единия регулатор на ориентация на лопатка откаже, синхронизацията се изключва и всяка лопатка се задвижва поотделно в щормово положение. В случай на авария в енергийната мрежа се използва енергията от буферната батерия.

Системата отговаря на стандартите на Germanischer Lloyd.

6.5. Покритие от стъклопласт

Гондолата и капакът на главината са направени от стъклопласт сандвич. Цветът е RAL 7035 сив.

6.6. Система за рискаене (въртене около вертикалната ос)

Ветропоказателят на покрива на задвижващата система непрекъснато следи посоката на вятъра. Ветропоказателят е снабден със система против обледеняване. Когато посоката на вятъра се смени, шест мотора за въртене около вертикалната ос със зъбна предавка на върха на пилона (на нивото на лагера за ъглово завъртане) обръщат гондолата. Хидравличните спирачки се разхлабват автоматично до по-ниско налягане през време на рискаенето.

6.7. Фундамент

Фундаментът е гравитачен или върху пилоти в зависимост от условията на местния терен.

Пилонът е свързан с фундамента чрез цилиндричен фланец с болтове.

6.8. Свързване с енергийната мрежа

Главният трансформатор в гондолата се произвежда така, че да съответства на номиналното напрежение в присъединителната мрежа. Трансформаторът има регулиращи се разклонения на намотката $\pm 2 \times 2,5\%$, а напрежението в мрежата за високо напрежение трябва да бъде в границите на $\pm 5\%$ от номиналното напрежение.

Системата може да се справи с колебания на честотата до ± 3 Hz (50 Hz). Скокообразни или бързи колебания на честотата могат да причинят повреда на турбината. За

натоварвания причиняващи умора на материала се приемат 400 аварии в енергийната мрежа през срока на експлоатация на турбините.

6.8.1. Техническа спецификация на трансформатора

		Забележка
Номинална мощност на вятърната турбина	3000 kW	От страната средно напрежение
Напрежение	10...33 ± 2x2,5%/ 0,690 kV	Първично / вторично
Фази	3	
Свързване	Dyn11	триъгълник-звезда
Z _k	6 %	
Честота	50 Hz	
Фактор на мощността	±0,95...1,00	Трансформатор от страната на ВН
Тип трансформатор		
Загуби на енергия	P ₀ ≤ 3 kW P _k ≤ 25 kW	Пълен товар, 75° C контролна
Статичен екран	Да	Между първично и вторично
Окръжаващи	-30 ... +40° C 5 ... 95 %	Температура Влажност
Защити и измервания, включени в доставката на трансформатора	Свърхналягане на маслото Температура на маслото Ниво на маслото	
Тип честотен преобразувател	Активен IGBT входен мост, активен IGBT изходен мост, Напрежение = 690V, f _{sw} = 3,6 kHz LC-филтър между преобразувателя и трансформатора	
Общо хармонично изкривяване (THD)	THD = 5 % (напрежение) THD = 5 % (ток)	Между LC-филтъра и трансформатора
Вибрации	Трансформаторът ще бъде монтиран към гондолата и е нужна добра механична конструкция срещу вибрации	
Охлаждане на трансформатора	KNAN	

6.8.2. Разпределителна уредба, електрически характеристики

Разпределителната уредба средно напрежение (СН) за свързване с енергийната мрежа е разположена в основата на пилона. Елегазовата разпределителна уредба се състои от превключвател-разединител(и) и прекъсвач на трансформаторния фидер.

Превключвател-разединителят има три устойчиви положения: затворен, отворен и заземен. Разпределителната уредба е проектирана така, че едновременното затваряне на превключвателя или прекъсвача и земния нож е невъзможно. Спецификацията на разпределителната уредба на турбината е показана в таблицата по-долу.

По желание могат да се доставят допълнително следните устройства за разпределителната уредба: индикаторни лампички за напрежение, бърз земен нож (дъгогасител), манометър и повдигащ цокъл (постамент).

Номинално напрежение (kV)	12	24	36
Мрежов превключвател-разединител			

Номинален ток (А)	630	630	630
Мощност на изключване (А кабел за празен ход)	30	30	25
Мощност на включване (кА върхова)	52,5	40	50
Ток на кратковременна устойчивост (кArms 1 s)	21	16	20
Ниво на изолация (50 Hz 1 min kVrms)	28	50	70
Импулсно напрежение (кVвърхово 1,2/50 μ s)	75	125	170
Втулка за кабелно съединение	Тип С 630А, разединяема М16	Тип С 630А, разединяема М16	Консултирайте се с WinWinD
Прекъсвач на трансформаторния фидер			
Номинален ток (А)	200	200	630
Мощност на изключване (кА върхова)	21	16	20
Мощност на включване (кА върхова)	52,5	40	50
Ниво на изолация (50 Hz 1 min kVrms)	28	50	70
Импулсно напрежение (кVвърхово 1,2/50 μ s)	75	125	170
Втулка за кабелно съединение	Тип С 630А, разединяема М16	Тип С 630А, разединяема М16	Консултирайте се с WinWinD

Измервателен блок за ток, напрежение и енергия може да се инсталира при необходимост в основата на пилона. Спецификацията на измервателния блок е представена в Таблица Х.

Таблица Х. Спецификация на измервателния блок

Номинално напрежение (кV)	12	24	36
Изолация	въздушна	въздушна	SF ₆
Токови трансформатори (А)	200-100/5/5 клас 0,2s	200-100/5/5 клас 0,2s	50-100/5/5 клас 0,5
Напреженови трансформатори (кV)	10: $\sqrt{3}$ /0,1: $\sqrt{3}$ /0,1:3 клас 0,2	20: $\sqrt{3}$ /0,1:3: $\sqrt{3}$ /0,1:3 клас 0,2	30: $\sqrt{3}$ /0,1: $\sqrt{3}$ /0,1:3 клас 0,5

Типичното свързване на вятърната турбина WWD-3 с енергийната мрежа е показано на Фигура Х. Броят на превключвателите-разединители зависи от типа на захранващата мрежа и броя на турбините във ветропарка.

(Фигура на стр. 14: Типично свързване с енергийната мрежа на вятърната турбина WWD-3:

1 -разпределителна уредба СН; 2 -блок за измерване на енергия; 3 –трансформатор 3300 kVa 20,5/0,69).

6.8.3 Честотен преобразувател

Честотен преобразувател IGBT с течен охладител се използва за свързване на генератора на променлива скорост с енергийната мрежа. Честотният преобразувател се състои от два свързани в паралел преобразувателя (2x1,5MW) в отделни шкафове, като в резултат се получава здрава и резервирана система. Нивото на напрежение на преобразувателя от страната на мрежата е 690V, а синхронизирането с мрежата е автоматично. Факторът на мощността на генератора и преобразувателите от страната на енергийната мрежа може да се регулира. Връзката между компютъра, управляващ работата, и преобразувателя се осъществява чрез локална шина CANopen. Благодарение на ефективните филтри от страната на енергийната мрежа общото хармонично изкривяване на тока от страната на енергийната мрежа е ниско (THD < 4%).

6.8.4 Регулиране на реактивна мощност

Реактивната мощност на турбината WWD-3 може да се коригира от честотния преобразувател. Реактивната мощност от страната на енергийната мрежа може да се управлява по следните начини:

Фактор на мощността = 1,0 (по подразбиране)

Фактор на мощността < 1,0 според диаграмата на максимална реактивна мощност (отбележете, че диаграмата показва максималната стойност, и по-малкото производство на реактивна мощност може да бъде съгласувано).

Турбината е в състояние да работи при фактор на мощността от $\cos\phi=0,95$ (ind) до $\cos\phi=0,95$ (cap) с номиналната мощност. При частични натоварвания диаграмата на максимална реактивна мощност е показана на Фигура X. Отбележете, че се използва фактор на мощността < 1,0, когато мощностната характеристика (кривата на мощността) и добивът на енергия са по-ниски от специфицираните.

Фигура на стр. 16: Максимална реактивна мощност на вятърната турбина WWD-3 от страната на енергийната мрежа в точката на присъединяване към мрежата.

6.9. Управление на турбината, дистанционен контрол и отчитане

Всяка турбина има свой собствен PLC (високочестотен канал, power line carrier) като всички PLC в един ветропарк са свързани в мрежа. Вижте илюстрацията по-долу: Фигура на стр. 17:

1. Turbine PLC = PLC на турбина 2. Индустриална шина TCP/IP с кабели от оптични влакна 3. VPN 4. Данни за производството 5. Алармена сигнализация и управление на турбината 6. Данни за производството: - реални данни; - кумулативни данни 7. Дистанционен достъп до управление на турбината от персонала на WinWinD 8. Уеб-сървър на WinWinD 9. Потребителите имат достъп до информацията от уеб-сървъра на WinWinD чрез Интернет.

Информационната връзка с ветропарка може да се осъществи чрез достъп в широколентов диапазон, връзка ISDN (цифрова мрежа с интегрирани услуги), аналогова телефонна линия или GSM. Най-препоръчителният метод е комуникация в широколентов диапазон.

Производствените данни се извличат автоматично от PLC на вятърната турбина и се подават на уеб-сървъра на WinWinD. От уеб-сървъра данните могат да бъдат предоставени на клиентите.

Софтуерът за управление на турбината има няколко възможности – последна дума на техниката, които позволяват оптимизиране на производството според нуждите на

потребителя, например оптимизирани по производство или оптимизирани по шум мощностни характеристики и др.

Вятърните турбини могат да се управляват изцяло дистанционно, т.е. всички главни функции могат да се изпълняват от разстояние.

6.10. Представяне на данните за производството в Интернет

Системата дава възможност производствените данни за вятърните турбини да се представят в Интернет. Достъпът до данните може да бъде безплатен или чрез име на потребителя с парола. Така данните за производството могат да бъдат разглеждани независимо от цена или време; нужна е обаче връзка с Интернет.

6.11. Алармени системи

В случай на неизправност системата алармира и информира персонала на WinCare за причината на повредата. Персоналът на WinCare поема дистанционното управление на турбината и започва да търси решение за пускане на турбината в експлоатация отново.

6.12. Автодиагностика на вятърната турбина

Вятърната турбина е снабдена със система за автоматичен онтрол, която постоянно защитава и контролира генератора и мрежата и коригира настройките според вятъра и метеорологичните условия. По този начин производството на електроенергия може да бъде оптимизирано. През студения сезон датчиците измерват нуждата от отопление на енергийния блок и от масло за смазка и осигуряват безопасен пуск.

За случай на спад в енергийната мрежа вятърната турбина има система за непрекъснато захранване с енергия (UPS), която осигурява управлението за 60 минути.

Анемометърът и ветропоказателят на вятърната турбина контролират промените на вятъра и оборудването пуска и спира установката според зададените настройки.

6.13. Контрол на състоянието

Механичната надеждност на вятърната турбина се осигурява от система за контрол на състоянието. Например, вибрациите и температурите се измерват с помощта на датчици. Системата за контрол на състоянието съставя трендови графики, спектри на честотата, сигнали за времевата област, както и технически данни за вятърната турбина, за да позволят точен анализ на евентуалните откази.

6.14. Защита от мълнии

Използвана е най-модерната технология за защита от мълнии в тази област. Прилагат се следните принципи:

- Гръмоотвод във всяка лопатка
- Регистрационни карти по желание
- Варистори и бушони в клемната кутия на генератора
- Варистори и бушони върху съединителите на инвертора
- Екранирани кабели на датчиците
- Защита от свръхнапрежение откъм високоволтовата страна на трансформатора (по желание)
- Заземяване на пилоната съгласно стандарта VDE 0185
- Функцията на варисторите и техните бушони се контролира от управляващия компютър.

7. Заземителна система

Заземителната система на турбината WWD-3 се състои от пръстеновиден заземителен електрод около основата в почвата, и съединителни проводници от пръстена до фланеца на тръбовидния пилон. Главната заземителна сборна шина също е свързана с фланеца на пилона, а съпротивлението на заземителната кутия трябва да бъде $\leq 10 \Omega$. Меден електрод 50mm^2 се използва като електроден проводник, а електродните връзки в почвата трябва да бъдат добре свързани, за да се получат постоянни и ниско-съпротивителни съединения. Заземителната система трябва да бъде проектирана за местните почвени условия и ако съпротивлението 10Ω не може да бъде спазено с пръстеновидния електрод, тогава към заземителната система трябва да се прибавят пръчковидни заземители. Нулевата точка на звездата на главния трансформатор е заземена, което значи, че главната схема на турбината е система TN.

8. Монтирани по желание системи

8.1. Защита от обледеняване на лопатките

По желание се предлагат датчици или оборудване против обледеняване на лопатките.

8.2. Сигнални светлини за самолети

Следните видове светлинни сигнали за авиацията се предлагат по избор:

1. Ниска интензивност. Червена 10-200 cd.
2. Средна интензивност. Червена/бяла/двухцветна 200-2000 cd.
3. Средна интензивност. Червена/бяла/двухцветна 2000-20000 cd.

Вариантите са проектирани съгласно нормите –CAO и FAA. Когато се монтират във ветропарк, проблясъците на заградителните светлинни сигнали могат да се синхронизират за целия ветропарк.

8.3. Сервизен асансьор в пилона

Турбината може да бъде доставена със сервизен асансьор за персонала вътре в пилона.

8.4. Високоволтова разпределителна уредба

Може да бъде доставена и високоволтова разпределителна уредба.

9. Типови разрешения

Оценката на проекта е еквивалент на немската Turprüfung. Това е свидетелство за утвърждаване на основните документи на машината, в което се казва, че принципът за безопасност е правилен, всички устройства и компоненти за безопасност са правилно оразмерени и машината има пресметнат полезен живот 20 години.

WWD3 се оценява от Germanischer Lloyd (GL). Оценката на проекта е валидна за главата на машината (ротор и гондола).

Пилонът ще бъде сертифициран отделно, тъй като той често се проектира според конкретната площадка. WinWinD извършва сертифицирането на пилона чрез TÜV Technischer Überwachungs Verein.

CE – Свидетелство за съответствие.

98/37/ЕС Машини

73/23/ЕЕС Ниско напрежение

89/336/ЕС Електромагнитна съвместимост

SFS-EN ISO 12100-1:2003 Безопасност на машините. Част 1: Основни концепции, общи принципи на проектиране. Основна терминология и методика.

Стр. 22 и 23 – образци на документи: Свидетелство за съответствие и приложение към него

10. Транспортни габарити

Моля вижте документа “WWD-3: транспортни габарити, подходни пътища и площадки”

11. Подходи и площадки

Моля вижте документа “ WWD-3: транспортни габарити, подходни пътища и площадки”

12. Общи правни уговорки, забележки и откази от претенции

- Всички данни са валидни на морското равнище ($1,225 \text{ kg/m}^3$)
- Периодични смущения в работата и понижаване на мощността на генератора могат да бъдат причинени от съчетанието на силни ветрове, ниско напрежение или висока температура.
- WinWinD препоръчва енергийната мрежа да бъде колкото е възможно по-близо до номиналната стойност с малки отклонения на честотата.
- Трябва да се очаква да мине известно време за загряване на турбината след отпадане на енергийната мрежа и/или периоди на много ниски околни температури.
- За всички изброени параметри на пуск/спиране (например скорости на вятъра и температури) е предвоставен хистерезисен контрол. Това, в някои гранични ситуации, може да доведе до спирания на турбините макар че окръжаващите условия са в границите на изброените работни параметри.