

Regione Puglia

COMUNE DI SALICE SALENTINO - COMUNE DI VEGLIE
PROVINCIA DI LECCE

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
PREVISTA IMMESSA IN RETE PARI A 60 MW
ALIMENTATO DA FONTE EOLICA DENOMINATO "SAVE ENERGY"**

OPERE DI CONNESSIONE E INFRASTRUTTURE PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN:
Comuni di Erchie (Br)-San Pancrazio Salentino (Br) - Avetrana (Ta)

PROGETTO DEFINITIVO

Codice Impianto: 6QTZR9

Tavola :

Titolo :

PRODUCIBILITA' DEL SITO

R35

Cod. Identificativo elaborato :

6QTZR9_DocumentazioneSpecialistica_R35

Progetto:

ENERWIND s.r.l.

Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR)
P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it

MSC Innovative Solutions s.r.l.s.

Via Milizia n.55 - 73100 Lecce
Tel. +39 3383137911
Email: msc.innovativesolutions@gmail.com - P. IVA 05030190754
Responsabile progettazione: Dott. Ing. Santo Masilla

Committente:

AVETRANA ENERGIA s.r.l.

Piazza del Grano n.3 - cap 39100 BOLZANO (BZ)
P.IVA 03050420219 - REA BZ 227626 - avetrana.energia@legalmail.it

SOCIETA' DEL GRUPPO

FRI-EL GREEN POWER S.p.A.
Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia
Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764
Email: info@fri-el.it - P. IVA 01533770218

Indagine Specialistiche :

Data	Revisione	Redatto	Approvato
15.05.2023	Prima Emissione	SM	MT

Data: Maggio_2023

Scala -

File: 6QTZR9_DocumentazioneSpecialistica_R35

Controllato:

Formato: **A4**

Ai sensi e per gli effetti degli art.9 e 99 della Legge n.633 del 22 aprile 1941 , ci riserviamo la proprietà intellettuale e materiale di questo elaborato e facciamo espresso divieto a chiunque di renderlo noto a terzi o di riprodurlo anche in parte, senza la nostra preventiva autorizzazione scritta.

PROGETTO DEL PARCO EOLICO “SAVE ENERGY” NEI COMUNI DI SALICE SALENTINO E VEGLIE

RELAZIONE ANEMOLOGICA

1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di valutare la risorsa eolica in riferimento al progetto di parco eolico nei comuni di Salice Salentino (LE) e Veglie (LE), con opere di connessione e infrastrutture nei comuni di Erchie (BR), San Pancrazio Salentino (BR) e Avetrana (TA). In particolare, verrà riportata la descrizione della campagna anemometrica effettuata in sito e la producibilità espressa in ore equivalenti di funzionamento a pieno carico in un anno solare.

2. DESCRIZIONE DEL SITO

Il parco eolico proposto si sviluppa all'interno dei territori comunali di Salice Salentino e Veglie (area aerogeneratori) ed Erchie, San Pancrazio Salentino e Avetrana (area sottostazione elettrica). L'intera zona è caratterizzata principalmente da terreni adibiti a pascolo e alla coltivazione di ulivi, questi ultimi con altezze medie di 5 - 7 metri. L'orografia del terreno è molto semplice poiché ci troviamo in presenza di un territorio pressoché pianeggiante.

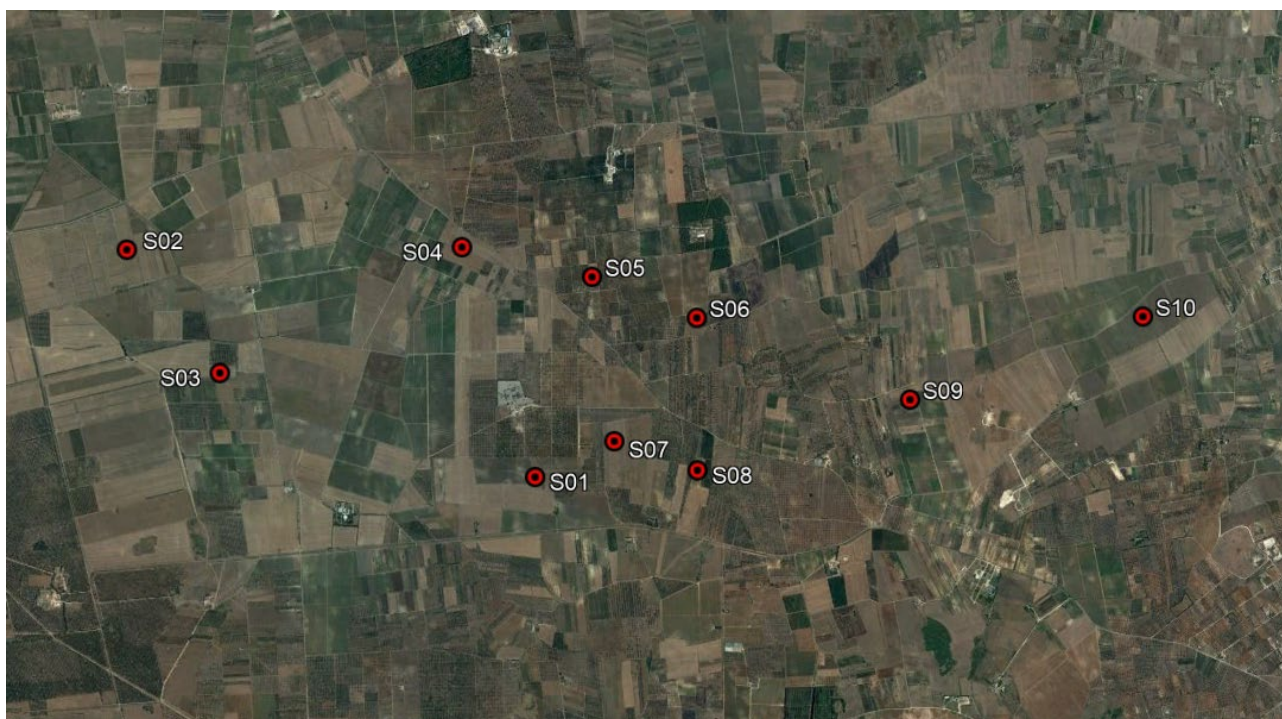


Fig. 1 - Layout del parco eolico su ortofoto

3. LAYOUT DEL PARCO

Il parco eolico è costituito da 10 aerogeneratori di ultima generazione con caratteristiche dimensionali e prestazionali riassunte qui sotto:

- Diametro massimo rotore: 170m
- Altezza massima torre: 115m
- Altezza massima tip pala: 200m
- Potenza nominale massima: 6,0MW

Le turbine sono state disposte in modo da massimizzare la produzione elettrica del parco e ridurre gli effetti aerodinamici.

Aerogeneratore	X	Y	Z
S01	744797	4471762	57,3
S02	741791	4473304	67,0
S03	742491	4472439	64,2
S04	744212	4473403	56,6
S05	745163	4473219	55,0
S06	745934	4472948	51,0
S07	745363	4472038	55,6
S08	745973	4471848	58,9
S09	747503	4472407	49,3
S10	749180	4473062	46,3

Tab. 1 - Coordinate aerogeneratori in UTM WGS84

4. CAMPAGNA ANEMOMETRICA

Nel luglio 2011 è stata installata in agro di Erchie una stazione anemometrica al fine di misurare la risorsa eolica presente sul sito. Di seguito questa torre è stata identificata col codice M1622. La torre è stata installata nelle immediate vicinanze del parco eolico proposto e dunque le misure di vento possono essere considerate rappresentative per l'intero parco. La torre anemometrica è stata dismessa nell'aprile 2013 ed era costituita da un tubolare di 50m strallato a terra attraverso 4 picchetti disposti a 33m dal centro della torre e a 90° l'uno dall'altro. Nella tabella seguente sono sintetizzate le caratteristiche della torre e la strumentazione installata.

Codice torre	M1622
Coordinate (UTM WGS84)	X735077 Y4475691
Periodo misurazione	27.07.2011 - 10.04.2013
Quote sensori di velocità	50m, 40m, 20m
Quote sensori di direzione	50m, 20m
Logger	SECONDWIND Nomad2
Availability	100%

Tab. 2 - Descrizione torre anemometrica M1622

I sensori di velocità, tutti calibrati con procedura Measnet certificata, erano anemometri del tipo NRG 40C mentre i sensori di direzione erano del tipo NRG 200P. La registrazione dei dati è avvenuta attraverso una centralina (logger) del tipo Secondwind Nomad2 che ha registrato la media, il valore massimo, il valore minimo e la deviazione standard di ogni sensore ogni 10 minuti, con campionamento ogni secondo. La torre e gli strumenti sono stati installati secondo i criteri dello standard internazionale IEC 61400-12. Per estrapolare

la statistica media del vento a lungo termine è stato utilizzato come riferimento un set di dati di ri-analisi statistica ERA5, della durata di 15 anni e con una buona correlazione dei dati presi in loco.

Reanalysis dataset	ERA5
Coordinate (UTM WGS84)	X727711 Y4475660
Periodo misurazione	01.10.2003 - 01.10.2018
Quote di riferimento	10, 100m
Quote sensori di direzione	10, 100m
Logger	-
Availability	100%

Tab. 3 - Descrizione dei dati a lungo termine

5. VALUTAZIONE DELLE MISURE

I dati registrati dal logger sono stati estratti e processati manualmente in modo da identificare i dati affetti da possibili malfunzionamenti o anomalie, poiché diverse cause possono determinare una misura non corretta. Alcune come il gelamento dei sensori e la presenza di sabbia o sporcizia nel sensore determinano una misura sottostimata. Altre cause come eventi estremi, fulmini in particolare, possono compromettere in maniera irrimediabile il funzionamento del sensore. Altri dati anomali sono causati da malfunzionamenti del logger e possono essere identificati solo analizzando la serie temporale dei dati di vento. Inoltre, a causa di un malfunzionamento del logger oppure a causa delle batterie scariche, diversi dati non vengono registrati e dunque vengono persi. Tutti questi dati sono stati esclusi e non considerati nell'analisi.

Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali di dati che hanno passato il controllo qualità. Le percentuali si riferiscono alla quantità di misure effettuate e valide rispetto a tutto il periodo di installazione della torre e, come si evince dai numeri, la disponibilità dei dati risulta molto alta, quasi il 100%:

Anemometro	Availability
50m	99,99%
40m	99,99%
30m	99,99%

Tab. 4 - Availability misure torre anemometrica M1622

6. STATISTICA DEL VENTO MISURATO

Nella tabella 5 viene riportata la statistica del vento misurato al top della torre anemometrica (50m). La statistica del vento è suddivisa in 16 settori cardinali e viene rappresentata tramite una funzione di weibull. Nella Fig. 2 vengono riportati il grafico della statistica e la rosa dei venti. La velocità media del vento a 50m è di 4,94 m/s. La rosa dei venti indica come vento prevalente quello che arriva dalla direzione N (tramontana).

Direction Sector	Weibull k	Weibull A [m/s]	Mean [m/s]	Frequency [%]
348.75° - 11.25°	2.125	6.103	5.492	16.39
11.25° - 33.75°	1.922	5.240	4.815	9.61
33.75° - 56.25°	1.843	3.937	3.441	4.57
56.25° - 78.75°	1.938	3.299	2.835	1.87
78.75° - 101.25°	1.719	3.345	2.892	1.81
101.25° - 123.75°	2.160	3.739	3.173	1.94
123.75° - 146.25°	1.871	4.994	4.219	2.89
146.25° - 168.75°	1.641	6.570	6.081	5.83
168.75° - 191.25°	2.015	6.752	6.104	10.28
191.25° - 213.75°	2.156	5.382	4.819	8.08
213.75° - 236.25°	1.999	5.250	4.669	5.90
236.25° - 258.75°	2.379	5.425	4.603	3.10
258.75° - 281.25°	2.266	5.063	4.294	2.85
281.25° - 303.75°	2.803	5.256	4.472	5.09
303.75° - 326.25°	2.628	5.257	4.534	7.28
326.25° - 348.75°	1.983	5.822	5.294	12.52
All data	1.934	5.563	4.941	100.00

Tab. 5 - Statistica misurata a 50m della torre M1622

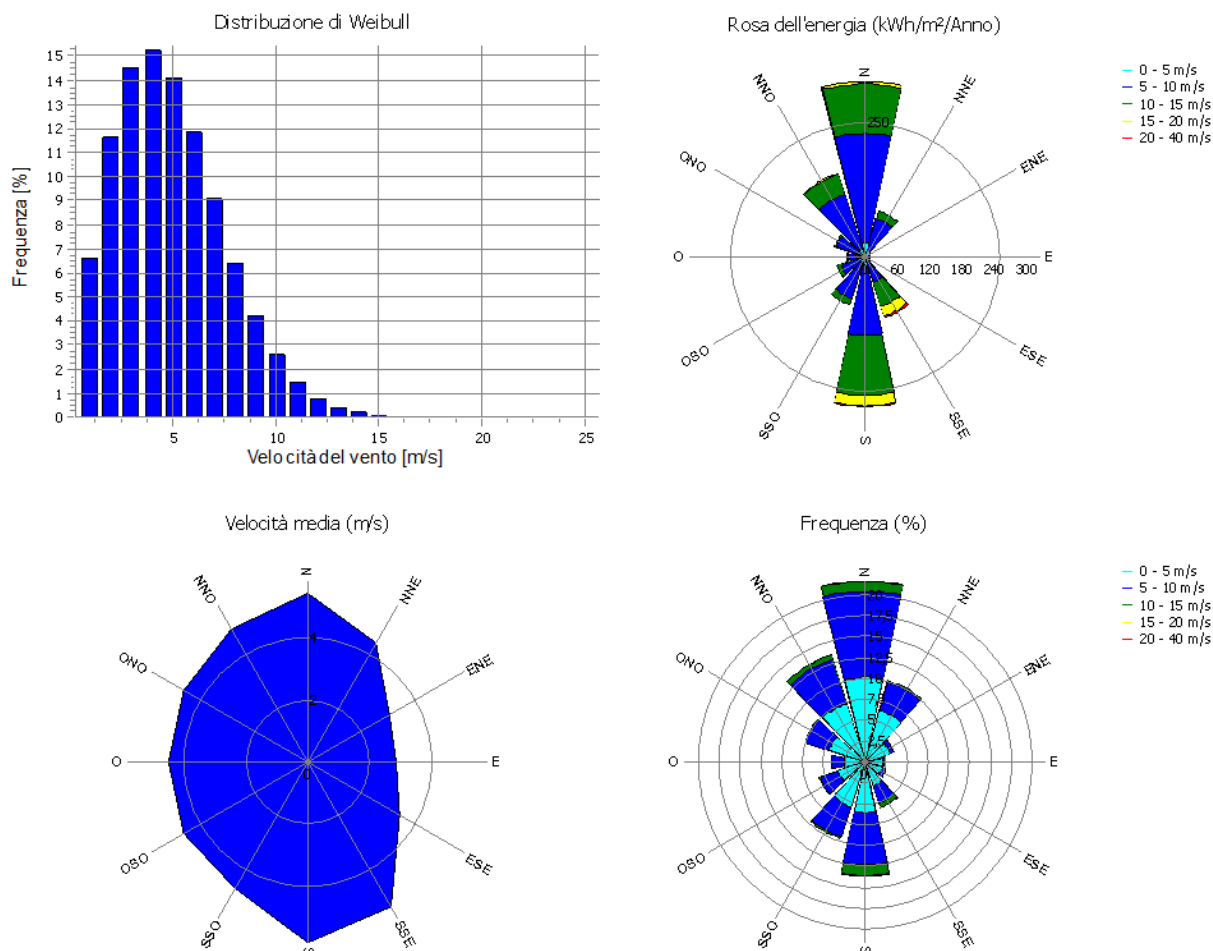


Fig. 2 - Statistica misurata a 50m della torre M1622, grafici

7. STATISTICA MEDIA ANNUALE A LUNGO TERMINE

La campagna anemometrica di M1622 è durata un anno e otto mesi. Per stimare la statistica media annuale a lungo termine tramite serie dati a lungo termine di 15/20 anni, si estende la serie di dati misurati tramite serie temporali a lungo termine reperibili da vari fornitori specializzati (es. ERA5, Merra2 etc). Per fare ciò e per colmare i buchi di dati mancanti ove necessario, è stato utilizzato il metodo di estensione/sintetizzazione. Questo metodo permette di sintetizzare i dati di vento di un anemometro (locale) a partire dai dati di vento a lungo termine (riferimento), i quali possono provenire da un altro mast nelle vicinanze del primo oppure, come accennato in precedenza, tramite fornitori di dati a lungo termine. Al fine di poter utilizzare questo metodo è necessario che le due serie anemometriche abbiano un periodo sufficiente di dati concorrenti e che ci sia una correlazione tra i due. Nel nostro caso l'anemometro locale è la torre anemometrica M1622 mentre i dati di riferimento provengono dal punto più vicino disponibile sul database di ERA5, con estensione temporale di 15 anni. I dati concorrenti vengono suddivisi per direzione considerando 12 settori di 30 gradi ciascuno. Per ogni settore i dati dei due anemometri vengono correlati tra loro comparando le velocità del vento. Dalla correlazione vengono calcolati dei coefficienti di regressione che rappresentano una funzione di trasferimento che a partire dai dati di riferimento permettono di sintetizzare i dati dell'anemometro locale.

La correlazione è stata effettuata sui dati concorrenti degli anemometri M1622 e ERA5 ottenendo un coefficiente di correlazione del 80%, il quale dimostra che tra i due c'è una buona correlazione. A questo punto sono stati calcolati i coefficienti di regressione e questi sono stati applicati ai dati ERA5 per sintetizzare i dati dell'anemometro M1622. Alla fine per M1622 si è ottenuta una serie temporale rappresentativa del lungo termine che va dal 01.10.2003 al 01.10.2018. Si è stimata così una velocità media a lungo termine del vento a 50m di 4,90 m/s, leggermente inferiore alla velocità media data dalle misurazioni dirette (correzione a lungo termine).

8. ESTRAPOLAZIONE VERTICALE

Per estrapolare il vento medio a quota hub viene applicata la legge di potenza del profilo del vento:

$$V_{hub} = V_m * (H_{hub} / H_m)^\alpha$$

dove V_m è la velocità del vento medio alla quota dell'anemometro, V_{hub} è la velocità del vento medio alla quota hub, H_m è la quota dell'anemometro, H_{hub} è la quota hub e α è il coefficiente di wind shear. Il wind shear viene calcolato a partire dalle misure di vento effettuate sulle diverse quote della torre anemometrica. Si calcolato così un coefficiente di wind shear misurato:

$$\alpha = 0,20$$

Il wind shear è stato applicato alla serie ricavata nel capitolo 7 e si è estrapolato il vento medio a 115m. La quota scelta è relativa alle simulazioni fatte con il di aerogeneratore scelto, Siemens Gamesa SG170 6.0MW, con torre tubolare da 115m (quota hub).

Nella tabella seguente sono riportati i risultati.

Quota hub[m]	Velocità media [m/s]
115m	5,6 m/s

Tab. 6 - Velocità media annuale a lungo termine

9. ESTRAPOLAZIONE ORIZZONTALE

La variazione della velocità del vento su tutto il parco eolico viene predetta utilizzando il programma Wasp sviluppato dall'istituto di ricerca danese Risoe. Wasp è un modello computazione di flusso che a partire dalla statistica del vento in un punto calcola la statistica del vento nell'area circostante considerando l'influenza dell'orografia del terreno, della rugosità e degli ostacoli presenti.

Partendo dalla statistica calcolata e applicando Wasp è stato possibile calcolare il vento medio a quota hub per ogni aerogeneratore del parco. Nella tabella seguente vengono riportati i valori di vento stimati per ogni aerogeneratore. I valori riportati fanno riferimento alla velocità media indisturbata ovvero non tengono in considerazione gli effetti scia.

Aerogeneratore	Velocità media [m/s]
S01	5,85
S02	5,89
S03	5,90
S04	5,82
S05	5,83
S06	5,78
S07	5,81
S08	5,83
S09	5,69
S10	5,72

Tab. 7 - Vento medio indisturbato a quota hub (115m) sul parco

10. CALCOLO DI PRODUZIONE

Come accennato in precedenza, per ottenere la produzione del parco si è optato per usare, come possibile turbina di progetto e a solo scopo di calcolo, la SG170 con potenza nominale di 6,0MW ad un'altezza al mozzo

(altezza hub) di 115m. Nella tabella 8 viene riportata la curva di potenza della SG170 per una densità dell'aria di 1,225 kg/m³.

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]
0	0
1	0
2	0
3	89
4	328
5	758
6	1376
7	2230
8	3350
9	4590
10	5485
11	5864
12	5971
13	5994
14	5999
15	6000
16	6000
17	6000
18	6000
19	6000
20	6000
21	5956
22	5708
23	5460
24	5212
25	4964

Tab. 8 - Curva di potenza della Siemens Gamesa SG170 6.0MW, con densità dell'aria 1,225 kg/m³

A partire dalla statistica del vento calcolata nel capitolo 7 si calcola la produzione energetica di ogni singolo aerogeneratore, tramite il programma di calcolo Windpro (versione 3.5.552).

Nella tabella 9 viene mostrata la produzione netta per ogni aerogeneratore del parco. Le ore equivalenti sono il rapporto tra la produzione annua e la potenza nominale dell'aerogeneratore.

Aerogeneratore	Produzione netta [MWh]	Potenza nominale [MW]	Ore equivalenti
WTG01	13.698	6,0	2283
WTG02	14.378	6,0	2396
WTG03	14.271	6,0	2379
WTG04	13.801	6,0	2300
WTG05	13.463	6,0	2244
WTG06	13.186	6,0	2198
WTG07	13.009	6,0	2168
WTG08	13.089	6,0	2182
WTG09	13.323	6,0	2221
WTG10	13.588	6,0	2265

Tab. 9 - Produzione netta e ore equivalenti

Nella tabella seguente viene riportata la stima della produzione energetica annuale del parco. La produzione seguente rappresenta la stima centrale annuale che si otterrebbe dopo 10 anni operativi.

N° turbine	10
Potenza nominale	60,00 MW
Produzione lorda	154,0 GWh
Perdite	14,3%
Produzione netta	135,8 GWh
Ore equivalenti	2263 h

Tab. 10 - Stima della produzione energetica annuale del parco eolico

La produzione netta rappresenta l'effettiva produzione energetica a valle dell'impianto che viene contabilizzata dal gestore della rete. Nella tabella seguente vengono elencate le potenziali perdite che agiscono sull'impianto:

Wake effect	-4,2%
Availability WTGs	-2,0%
Availability Grid, Substation and BoP	-0,5%
Electrical losses	-2,0%
Power Curve Adjustment	-1,0%
High Temperature Shut Down	-0,2%
Enviromental (Icing)	-0,2%
High Wind Hysteresis	-0,2%
Grid curtailment	-1,5%
Total	-11,8%

Tab. 11 - Sorgenti di perdita

Wake Effect: sono gli effetti scia ovvero le perdite aerodinamiche causate dagli aerogeneratori stessi che implicano una diminuzione della velocità del vento dietro le turbine. Il modello di calcolo dell'effetto scia utilizzato è il N.O. Jensen.

Availability WTGs: rappresenta le perdite causate dallo spegnimento degli aerogeneratori dovute alla manutenzione ordinaria.

Availability Grid, Substation and BoP: rappresenta le perdite causate dalla manutenzione ordinaria sulla rete elettrica del parco.

Electrical Loss: sono le perdite elettriche dovute per effetto Joule causate dai cavidotti e dall'impianto di sottostazione.

Power Curve Adjustment: la curva di potenza fornita dal costruttore viene generalmente misurata su terreni e condizioni climatologiche diverse dal sito dove viene installata. Tipicamente si riscontrano nell'aerogeneratore prestazioni inferiori che possono essere contabilizzate in una perdita di circa l'1%.

High Temperature Shut Down: sono le perdite dovute dallo spegnimento automatico degli aerogeneratori causato dal raggiungimento di temperature elevate in navicella.

Enviromental: perdite dovute a eventi climatici quali ghiaccio, neve, sabbia ecc...

High Wind Hysteresis: perdita dovuta al tempo di isteresi che un aerogeneratore impiega per riattivarsi dopo essere entrato in stallo a causa di venti che superano la velocità massima di operatività dell'aerogeneratore.

Grid Curtailment: perdite dovute alle riduzioni di potenza richieste dal gestore della rete.

11. INCERTEZZE

Nella tabella 12 vengono elencate le fonti di incertezza. Ogni incertezza viene considerata come un errore indipendente e viene modellata come un processo Gaussiano.

Incetezza	Tipo incetezza	Errore Standard %	Errore Standard Produzione %
Dati di vento misurati	velocità del vento	2,0	4,47
Estrapolazione verticale	velocità del vento	5,5	12,30
Estrapolazione orizzontale	velocità del vento	2,2	7,83
Correlazione a lungo termine	velocità del vento	2,0	4,47
Curva di potenza	produzione	5,0	5,00
Variabilità inter annuale	velocità del vento	5,0	11,18
Variabilità futura del vento basata su 10 anni	velocità del vento	1,8	4,03
Incetezza totale	produzione		17,51

Tab. 12 - Incertezza sulla stima di produzione

Queste incertezze vengono applicate sulla stima centrale al fine di calcolare la produzione con probabilità di eccedenza P50, P75 e P90 con una base statistica di 10 anni.

Livello di eccedenza	Produzione netta [GWh]	Ore equivalenti [h]
P50	135,8	2263
P75	119,8	1997
P90	105,3	1755

Tab. 13 - Produzione energetica con i livelli di eccedenza a 10 anni

12. CONCLUSIONI

In questa relazione è stata descritta la campagna anemologica effettuata in sito utilizzando un anemometro da 50m. Tramite serie storiche di riferimento è stato possibile calcolare la statistica media del vento a lungo termine. Eseguendo l'estrapolazione verticale è stato calcolato che il vento a 115m ha una velocità media di 5,6 m/s. Utilizzando il software Windpro/Wasp è stata estrapolata la statistica del vento nella posizione di ogni aerogeneratore e a partire da questa è stata calcolata la produzione totale del parco eolico. La produzione annuale P50 al netto delle perdite è di 135,8 GWh e 2263 ore equivalenti.

PARK - Main Result

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m
Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 33
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1,8°

Power curve correction method
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>
Air density calculation method
Height dependent, temperature from climate station
Station: BRINDISI V3 2014
Base temperature: 16,8 °C at 10,0 m
Base pressure: 1013,3 hPa at 0,0 m
Air density for Site center in key hub height: 67,6 m + 115,0 m = 1,196 kg/m³ -> 97,6 % of Std
Relative humidity: 0,0 %

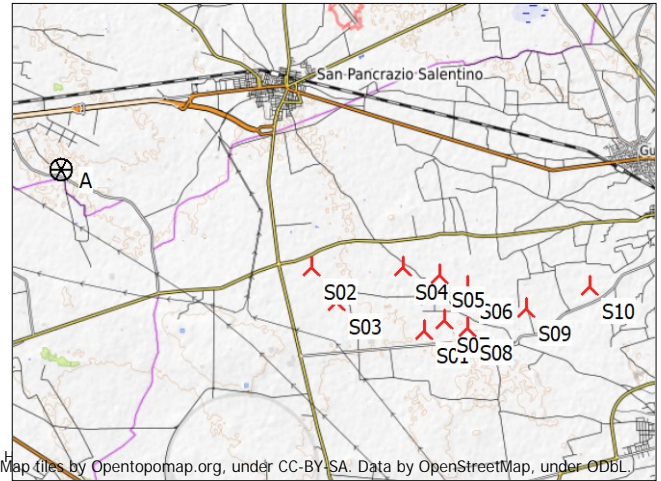
Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,075 DTU default onshore

Omnidirectional displacement height from objects

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

Wind statistics IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 115, 123, 132m - H

WASP version WASP 11 Version 11.06.0034



Key results for height 115,0 m above ground level

Terrain UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Easting	Northing	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A 735.077	4.475.691	Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @115m w LTE 15y	WASP (WASP 11 Version 11.06.0034)	1.613	5,6	2,2

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	Result-8,0% [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results ^{a)}			
					Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	147.614,4	135.805,3	154.039,9	4,2	25,0	13.580,5	2.263	5,8

^{a)} Based on Result-8,0%

Calculated Annual Energy for each of 10 new WTGs with total 62,0 MW rated power

Links	Valid	WTG type Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy			
									Result [MWh/y]	Result-8,0% [MWh/y]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
S01	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	14.889,5	13.698	4,6	5,85
S02	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	15.628,4	14.378	1,4	5,89
S03	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	15.511,9	14.271	2,5	5,90
S04	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	15.000,8	13.801	2,8	5,82
S05	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	14.633,2	13.463	5,7	5,83
S06	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	14.332,2	13.186	5,8	5,78
S07	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	14.140,0	13.009	8,2	5,81
S08	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	14.227,6	13.089	8,2	5,83
S09	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	14.481,3	13.323	1,4	5,69
S10	A	Yes Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	EMD	(AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m3	14.769,6	13.588	0,8	5,72

WTG siting

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Easting Northing Z Row data/Description [m]

S01	New	744.797	4.471.762	57,3	S01
S02	New	741.791	4.473.304	67,0	S02
S03	New	742.491	4.472.439	64,2	S03
S04	New	744.212	4.473.403	56,6	S04

To be continued on next page...

Project:
Avetrana

Licensed user:
FRI -EL S.p.A
Piazza della Rotonda, n. 2
IT-00186 Roma
+39 (0)471 324210
windpro / it@fri-el.it
Calculated:
05/10/2021 12:52/3.5.552

PARK - Main Result

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m

...continued from previous page

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

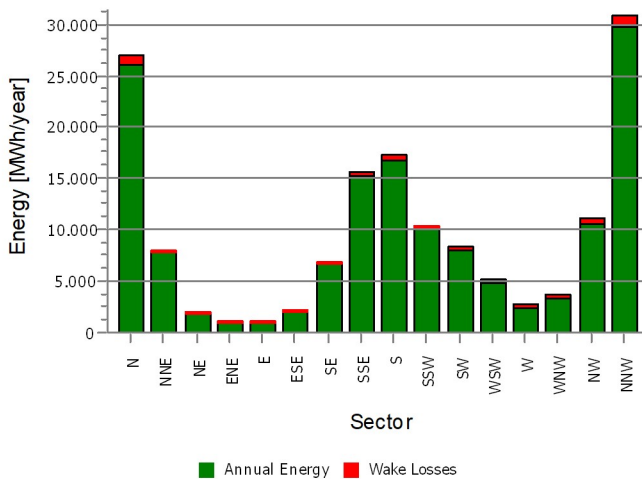
		Easting	Northing	Z [m]	Row data/Description
S05	New	745.163	4.473.219	55,0	S05
S06	New	745.934	4.472.948	51,0	S06
S07	New	745.363	4.472.038	55,6	S07
S08	New	745.973	4.471.848	58,9	S08
S09	New	747.503	4.472.407	49,3	S09
S10	New	749.180	4.473.062	46,3	S10

PARK - Production Analysis

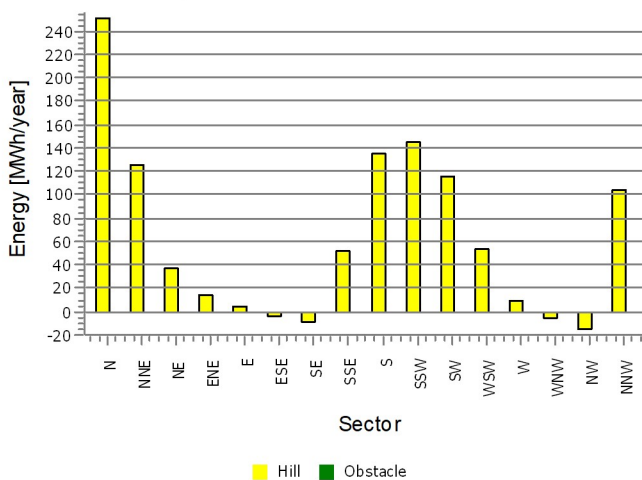
Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,196 kg/m³ - 1,199 kg/m³
Directional Analysis

Sector	0 N	1 NNE	2 NE	3 ENE	4 E	5 ESE	6 SE	7 SSE	8 S	9 SSW	10 SW	11 WSW	12 W	13 WNW	14 NW	15 NNW	Total
Roughness based energy [MWh]	26.807,3	7.953,5	1.945,9	1.112,9	1.066,0	2.303,9	6.969,6	15.623,9	17.107,6	10.306,6	8.186,5	5.221,6	2.783,7	3.758,4	11.113,8	30.768,8	153.030,1
+Increase due to hills [MWh]	250,7	124,6	37,3	14,6	4,2	-4,1	-8,3	51,1	135,2	145,0	115,4	52,6	9,7	-6,2	-15,2	103,2	1.009,8
-Decrease due to wake losses [MWh]	977,3	212,2	81,5	127,5	119,9	284,7	244,6	517,3	581,9	267,4	250,0	482,0	299,6	482,9	458,6	1.038,1	6.425,5
Resulting energy [MWh]	26.080,7	7.865,9	1.901,7	1.000,0	950,2	2.015,2	6.716,7	15.157,7	16.660,9	10.184,2	8.051,9	4.792,2	2.493,8	3.269,3	10.640,0	29.833,9	147.614,4
Specific energy [kWh/m ²]																	650
Specific energy [kWh/kW]																	2.381
Increase due to hills [%]	0,9	1,6	1,9	1,3	0,4	-0,2	-0,1	0,3	0,8	1,4	1,4	1,0	0,3	-0,2	-0,1	0,3	0,66
Decrease due to wake losses [%]	3,6	2,6	4,1	11,3	11,2	12,4	3,5	3,3	3,4	2,6	3,0	10,7	10,7	12,9	4,1	3,4	4,17
Utilization [%]	36,3	38,6	40,3	37,2	36,9	33,4	35,1	36,4	34,4	40,0	39,3	36,7	37,3	35,0	39,0	38,1	37,1
Operational [Hours/year]	1.243	550	241	153	138	197	385	713	790	582	478	342	244	268	570	1.293	8.187
Full Load Equivalent [Hours/year]	421	127	31	16	15	33	108	244	269	164	130	77	40	53	172	481	2.381

Energy vs. sector



Impact of hills and obstacles vs. sector



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S01 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m
Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³
Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³	[MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value	[%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

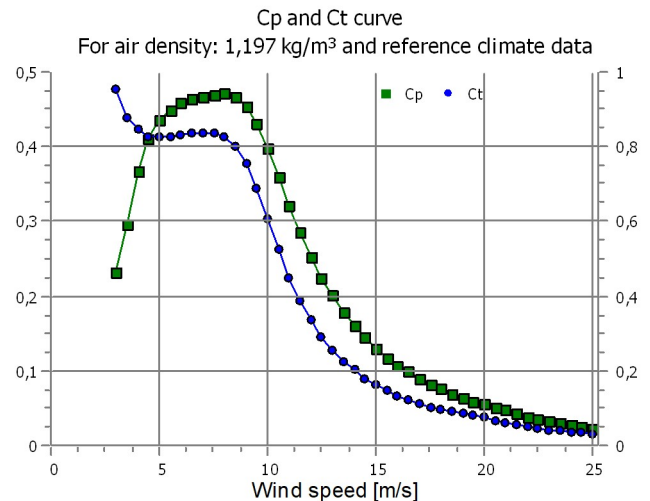
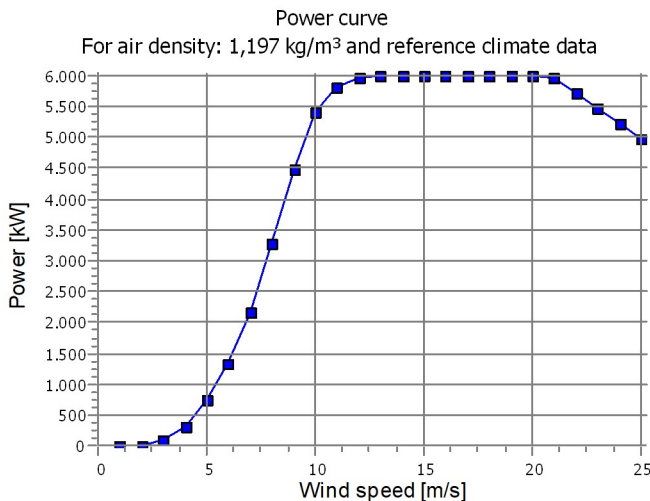
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,197 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,8	0,23	2,50-3,50	86,5	86,5	0,6
4,0	318,6	0,37	3,50-4,50	377,8	464,3	3,1
5,0	739,4	0,44	4,50-5,50	884,3	1.348,6	9,1
6,0	1.344,3	0,46	5,50-6,50	1.522,0	2.870,6	19,3
7,0	2.179,4	0,47	6,50-7,50	2.136,5	5.007,1	33,6
8,0	3.274,7	0,47	7,50-8,50	2.531,3	7.538,4	50,6
9,0	4.495,6	0,45	8,50-9,50	2.502,6	10.041,0	67,4
10,0	5.409,6	0,40	9,50-10,50	2.017,0	12.058,0	81,0
11,0	5.827,8	0,32	10,50-11,50	1.339,8	13.397,9	90,0
12,0	5.959,5	0,25	11,50-12,50	768,2	14.166,0	95,1
13,0	5.991,4	0,20	12,50-13,50	396,1	14.562,1	97,8
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	187,9	14.750,0	99,1
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	83,2	14.833,2	99,6
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	34,7	14.867,8	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	13,7	14.881,5	99,9
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	5,2	14.886,7	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	1,9	14.888,6	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,6	14.889,2	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,2	14.889,4	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,1	14.889,5	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	14.889,5	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	14.889,5	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	14.889,5	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S02 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m
Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³
Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

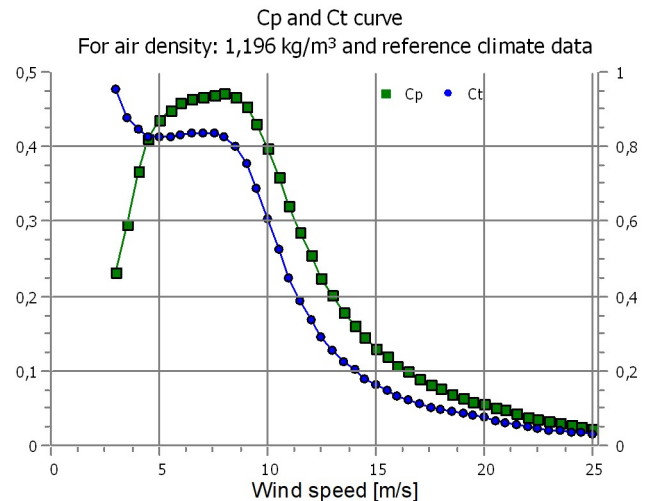
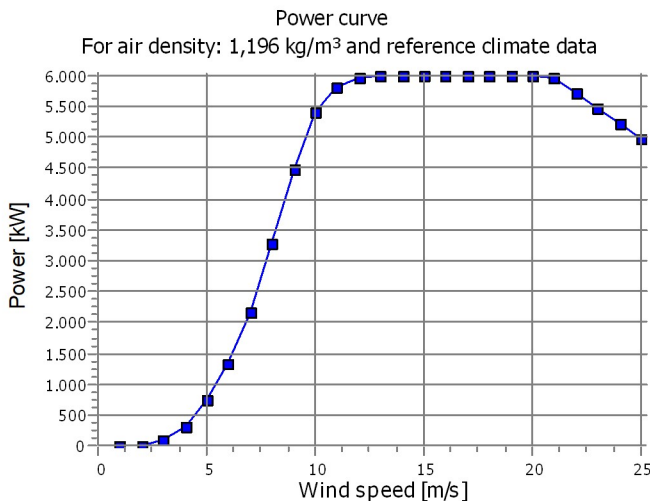
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,196 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,6	0,23	2,50-3,50	88,4	88,4	0,6
4,0	318,2	0,37	3,50-4,50	386,4	474,9	3,0
5,0	738,7	0,44	4,50-5,50	905,5	1.380,3	8,8
6,0	1.343,0	0,46	5,50-6,50	1.561,7	2.942,1	18,8
7,0	2.177,4	0,47	6,50-7,50	2.200,6	5.142,7	32,9
8,0	3.271,7	0,47	7,50-8,50	2.622,9	7.765,6	49,7
9,0	4.491,8	0,45	8,50-9,50	2.615,4	10.381,1	66,4
10,0	5.406,6	0,40	9,50-10,50	2.132,7	12.513,8	80,1
11,0	5.826,4	0,32	10,50-11,50	1.438,6	13.952,4	89,3
12,0	5.959,0	0,25	11,50-12,50	841,2	14.793,6	94,7
13,0	5.991,3	0,20	12,50-13,50	444,5	15.238,1	97,5
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	217,4	15.455,5	98,9
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	99,8	15.555,3	99,5
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	43,5	15.598,8	99,8
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	18,1	15.616,9	99,9
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	7,2	15.624,1	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	2,8	15.626,9	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	1,0	15.627,9	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,4	15.628,3	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,1	15.628,4	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	15.628,4	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	15.628,4	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	15.628,4	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S03 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m

Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³

Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
 For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
 The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
 Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

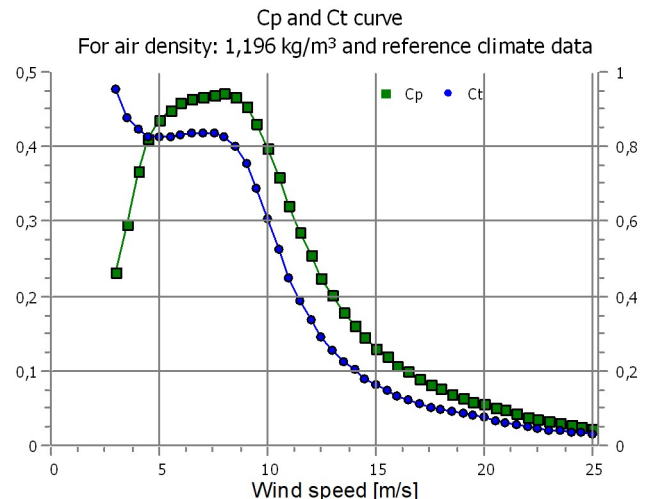
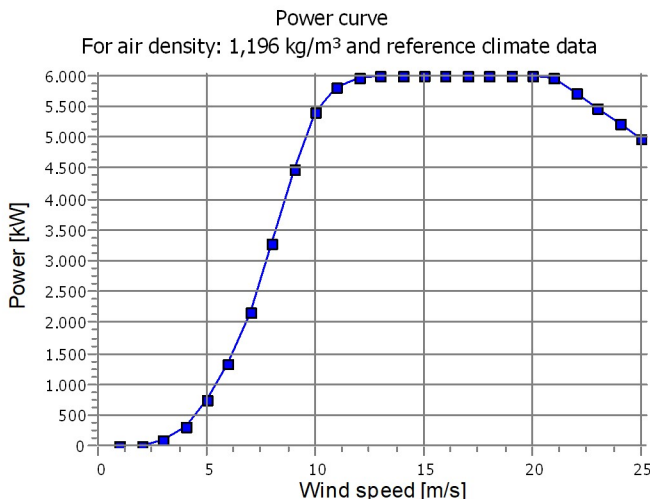
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,196 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,7	0,23	2,50-3,50	87,1	87,1	0,6
4,0	318,3	0,37	3,50-4,50	381,3	468,4	3,0
5,0	738,9	0,44	4,50-5,50	894,7	1.363,1	8,8
6,0	1.343,3	0,46	5,50-6,50	1.545,6	2.908,7	18,8
7,0	2.178,0	0,47	6,50-7,50	2.181,2	5.089,9	32,8
8,0	3.272,5	0,47	7,50-8,50	2.603,4	7.693,3	49,6
9,0	4.492,8	0,45	8,50-9,50	2.599,1	10.292,4	66,4
10,0	5.407,5	0,40	9,50-10,50	2.121,1	12.413,5	80,0
11,0	5.826,8	0,32	10,50-11,50	1.431,2	13.844,7	89,3
12,0	5.959,2	0,25	11,50-12,50	836,5	14.681,1	94,6
13,0	5.991,3	0,20	12,50-13,50	441,6	15.122,7	97,5
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	215,8	15.338,5	98,9
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	99,2	15.437,7	99,5
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	43,5	15.481,2	99,8
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	18,4	15.499,6	99,9
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	7,5	15.507,1	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	3,0	15.510,1	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	1,1	15.511,3	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,4	15.511,7	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,1	15.511,9	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	15.511,9	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	15.511,9	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	15.511,9	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S04 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m

Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³

Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.

For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.

The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.

Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

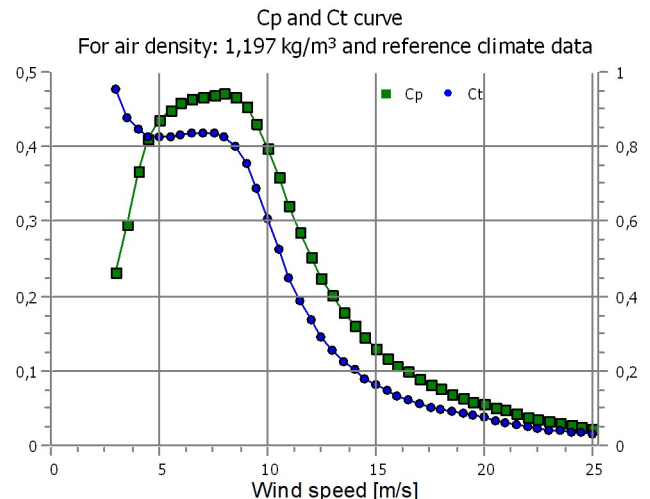
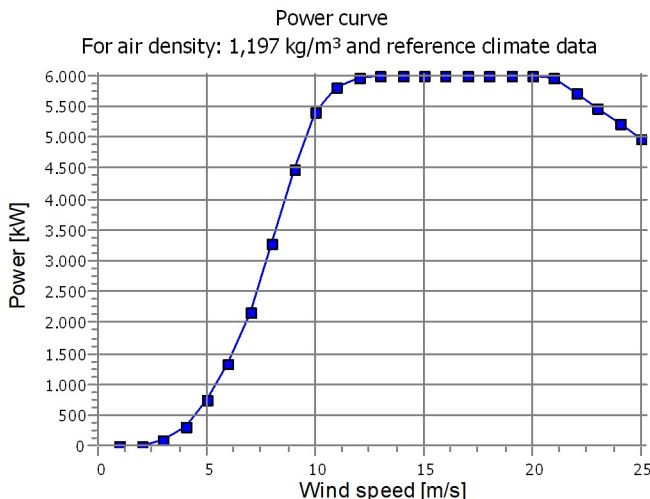
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,197 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,8	0,23	2,50-3,50	88,8	88,8	0,6
4,0	318,6	0,37	3,50-4,50	388,1	476,9	3,2
5,0	739,5	0,44	4,50-5,50	907,5	1.384,5	9,2
6,0	1.344,3	0,46	5,50-6,50	1.558,0	2.942,5	19,6
7,0	2.179,5	0,47	6,50-7,50	2.177,8	5.120,3	34,1
8,0	3.274,9	0,47	7,50-8,50	2.564,7	7.684,9	51,2
9,0	4.495,8	0,45	8,50-9,50	2.516,6	10.201,5	68,0
10,0	5.409,8	0,40	9,50-10,50	2.011,3	12.212,9	81,4
11,0	5.827,9	0,32	10,50-11,50	1.324,7	13.537,6	90,2
12,0	5.959,5	0,25	11,50-12,50	754,0	14.291,6	95,3
13,0	5.991,4	0,20	12,50-13,50	387,1	14.678,8	97,9
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	183,7	14.862,5	99,1
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	81,8	14.944,3	99,6
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	34,4	14.978,7	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	13,8	14.992,5	99,9
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	5,3	14.997,9	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	2,0	14.999,8	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,7	15.000,5	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,2	15.000,7	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,1	15.000,8	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	15.000,8	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	15.000,8	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	15.000,8	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S05 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m

Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³

Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
 For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
 The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
 Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

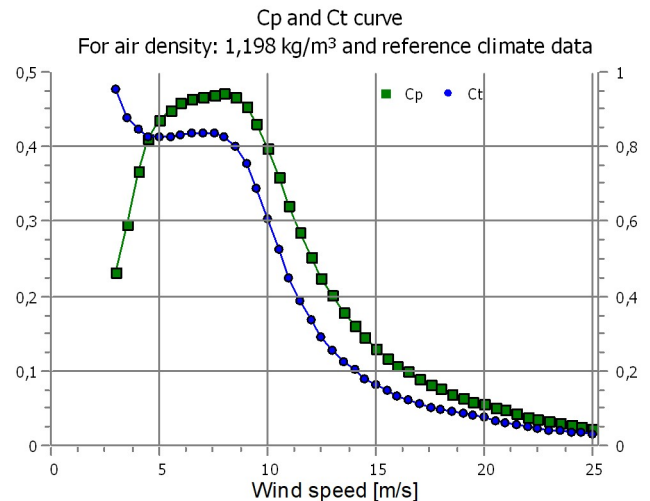
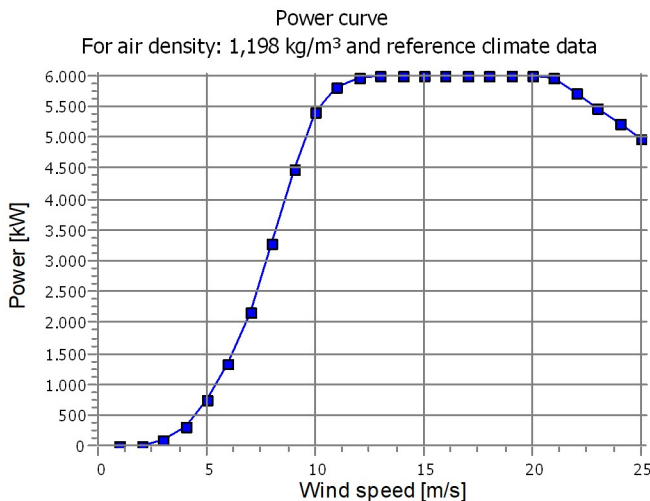
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,198 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,8	0,23	2,50-3,50	86,1	86,1	0,6
4,0	318,6	0,37	3,50-4,50	375,7	461,7	3,2
5,0	739,6	0,44	4,50-5,50	878,4	1.340,1	9,2
6,0	1.344,6	0,46	5,50-6,50	1.508,8	2.848,9	19,5
7,0	2.179,9	0,47	6,50-7,50	2.112,4	4.961,2	33,9
8,0	3.275,4	0,47	7,50-8,50	2.494,8	7.456,1	51,0
9,0	4.496,4	0,45	8,50-9,50	2.457,8	9.913,9	67,7
10,0	5.410,3	0,40	9,50-10,50	1.973,3	11.887,2	81,2
11,0	5.828,2	0,32	10,50-11,50	1.305,3	13.192,5	90,2
12,0	5.959,6	0,25	11,50-12,50	744,8	13.937,3	95,2
13,0	5.991,4	0,20	12,50-13,50	382,0	14.319,3	97,9
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	180,3	14.499,6	99,1
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	79,4	14.579,1	99,6
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	33,1	14.612,1	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	13,1	14.625,3	99,9
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	5,0	14.630,3	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	1,9	14.632,2	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,7	14.632,8	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,2	14.633,1	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,1	14.633,1	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	14.633,1	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	14.633,2	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	14.633,2	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S06 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m

Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³

Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.

For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.

The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.

Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

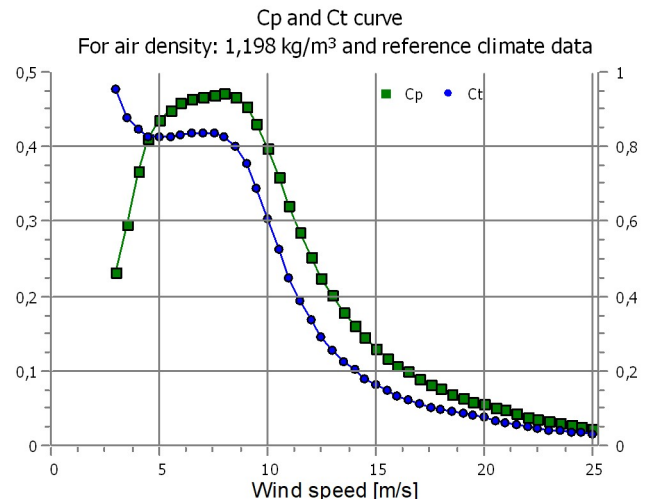
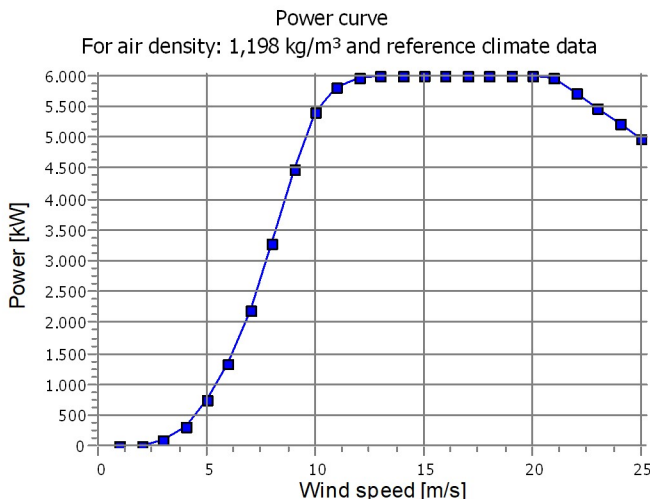
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,198 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,9	0,23	2,50-3,50	87,3	87,3	0,6
4,0	318,8	0,37	3,50-4,50	379,9	467,2	3,3
5,0	739,9	0,44	4,50-5,50	884,7	1.351,9	9,4
6,0	1.345,1	0,46	5,50-6,50	1.512,4	2.864,3	20,0
7,0	2.180,7	0,47	6,50-7,50	2.105,3	4.969,6	34,7
8,0	3.276,7	0,47	7,50-8,50	2.469,2	7.438,8	51,9
9,0	4.498,0	0,45	8,50-9,50	2.411,7	9.850,4	68,7
10,0	5.411,5	0,40	9,50-10,50	1.915,2	11.765,6	82,1
11,0	5.828,7	0,32	10,50-11,50	1.248,5	13.014,1	90,8
12,0	5.959,8	0,25	11,50-12,50	698,8	13.712,9	95,7
13,0	5.991,5	0,20	12,50-13,50	349,4	14.062,4	98,1
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	159,6	14.221,9	99,2
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	67,5	14.289,5	99,7
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	26,9	14.316,3	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	10,2	14.326,5	100,0
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	3,7	14.330,2	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	1,3	14.331,6	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,5	14.332,0	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,2	14.332,2	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,0	14.332,2	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	14.332,2	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	14.332,2	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	14.332,2	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S07 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m

Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³

Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
 For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
 The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
 Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

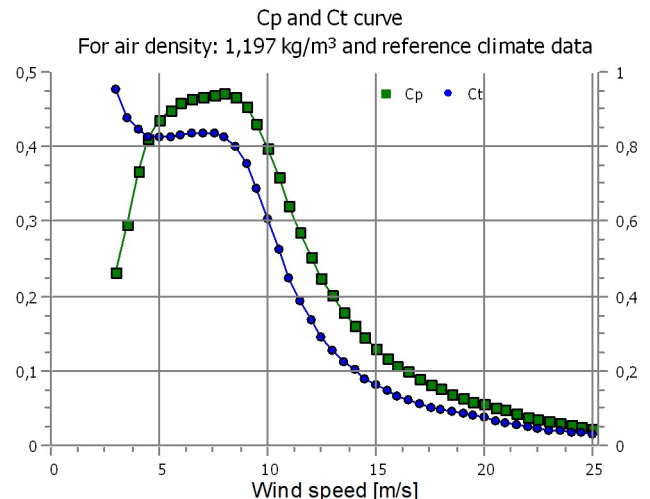
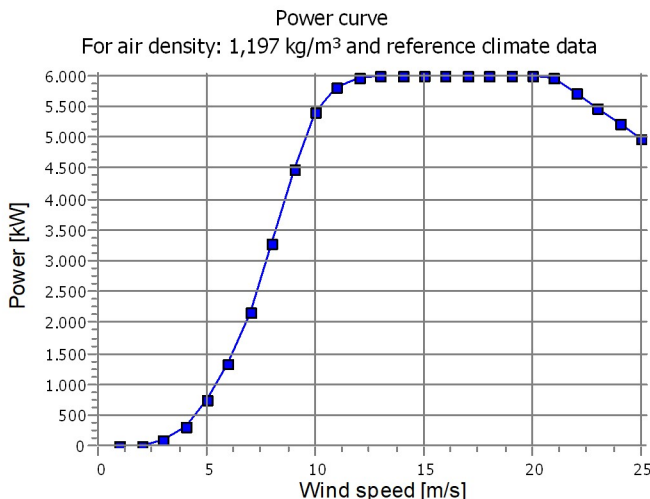
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,197 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,8	0,23	2,50-3,50	84,1	84,1	0,6
4,0	318,6	0,37	3,50-4,50	366,6	450,7	3,2
5,0	739,6	0,44	4,50-5,50	855,7	1.306,4	9,2
6,0	1.344,5	0,46	5,50-6,50	1.467,6	2.774,0	19,6
7,0	2.179,8	0,47	6,50-7,50	2.051,8	4.825,8	34,1
8,0	3.275,2	0,47	7,50-8,50	2.419,6	7.245,4	51,2
9,0	4.496,2	0,45	8,50-9,50	2.379,0	9.624,4	68,1
10,0	5.410,1	0,40	9,50-10,50	1.904,5	11.529,0	81,5
11,0	5.828,1	0,32	10,50-11,50	1.253,9	12.782,9	90,4
12,0	5.959,6	0,25	11,50-12,50	710,3	13.493,2	95,4
13,0	5.991,4	0,20	12,50-13,50	360,3	13.853,5	98,0
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	167,4	14.020,9	99,2
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	72,2	14.093,1	99,7
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	29,3	14.122,4	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	11,3	14.133,6	100,0
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	4,1	14.137,8	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	1,5	14.139,2	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,5	14.139,7	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,2	14.139,9	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,0	14.139,9	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	14.140,0	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	14.140,0	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	14.140,0	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S08 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m
Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³
Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

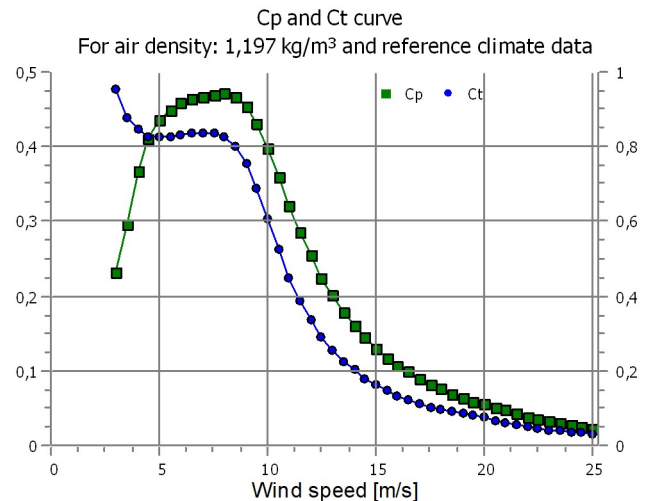
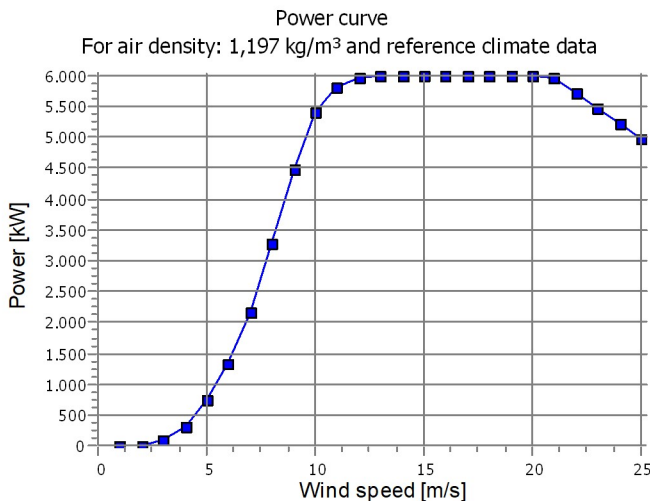
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,197 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,8	0,23	2,50-3,50	83,7	83,7	0,6
4,0	318,5	0,37	3,50-4,50	365,1	448,8	3,2
5,0	739,3	0,44	4,50-5,50	853,0	1.301,8	9,1
6,0	1.344,0	0,46	5,50-6,50	1.465,3	2.767,1	19,4
7,0	2.179,1	0,47	6,50-7,50	2.053,5	4.820,6	33,9
8,0	3.274,2	0,47	7,50-8,50	2.429,3	7.249,9	51,0
9,0	4.494,9	0,45	8,50-9,50	2.397,7	9.647,6	67,8
10,0	5.409,1	0,40	9,50-10,50	1.927,5	11.575,1	81,4
11,0	5.827,6	0,32	10,50-11,50	1.274,1	12.849,2	90,3
12,0	5.959,4	0,25	11,50-12,50	723,7	13.572,9	95,4
13,0	5.991,4	0,20	12,50-13,50	367,1	13.939,9	98,0
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	169,7	14.109,7	99,2
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	72,4	14.182,1	99,7
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	28,8	14.210,9	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	10,8	14.221,7	100,0
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	3,9	14.225,6	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	1,3	14.226,9	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,4	14.227,4	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,1	14.227,5	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,0	14.227,6	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	14.227,6	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	14.227,6	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	14.227,6	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S09 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m

Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³

Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
 For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
 The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
 Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

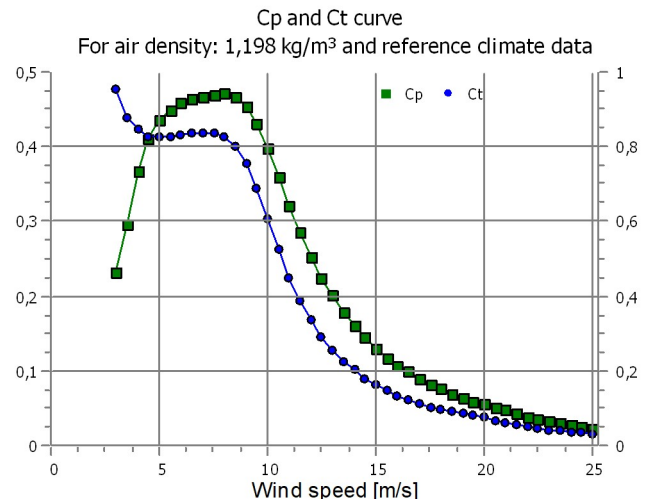
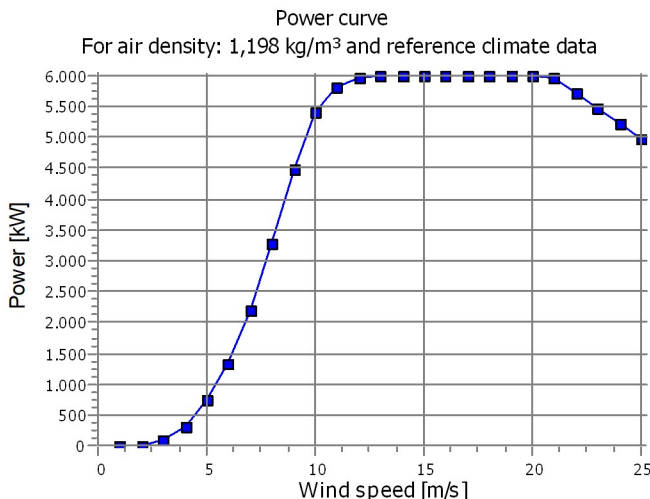
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,198 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,9	0,23	2,50-3,50	93,6	93,6	0,6
4,0	318,9	0,37	3,50-4,50	406,0	499,6	3,5
5,0	740,0	0,44	4,50-5,50	939,8	1.439,5	9,9
6,0	1.345,3	0,46	5,50-6,50	1.592,8	3.032,2	20,9
7,0	2.181,1	0,47	6,50-7,50	2.191,8	5.224,0	36,1
8,0	3.277,2	0,47	7,50-8,50	2.533,5	7.757,5	53,6
9,0	4.498,7	0,45	8,50-9,50	2.431,5	10.189,0	70,4
10,0	5.412,1	0,40	9,50-10,50	1.891,3	12.080,3	83,4
11,0	5.829,0	0,32	10,50-11,50	1.203,1	13.283,4	91,7
12,0	5.959,9	0,25	11,50-12,50	654,4	13.937,8	96,2
13,0	5.991,5	0,20	12,50-13,50	316,4	14.254,2	98,4
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	138,9	14.393,2	99,4
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	56,1	14.449,3	99,8
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	21,0	14.470,3	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	7,4	14.477,7	100,0
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	2,5	14.480,2	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	0,8	14.481,0	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,2	14.481,2	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,1	14.481,3	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,0	14.481,3	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	14.481,3	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	14.481,3	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	14.481,3	100,0



PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115mWTG: S10 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI, Hub height: 115,0 m

Name: (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m³

Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
11/02/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean [m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013) [MWh]	11.298	16.928	22.249	26.906	30.781	33.846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !OI (AM-2, 6.0MW) - 1.225 kg/m ³ [MWh]	11.435	16.998	22.179	26.653	30.313	33.133
Check value [%]	-1	0	0	1	2	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
 For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
 The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
 Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

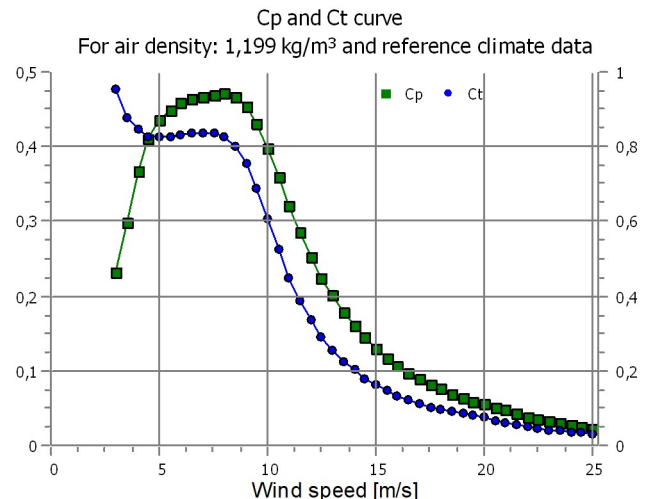
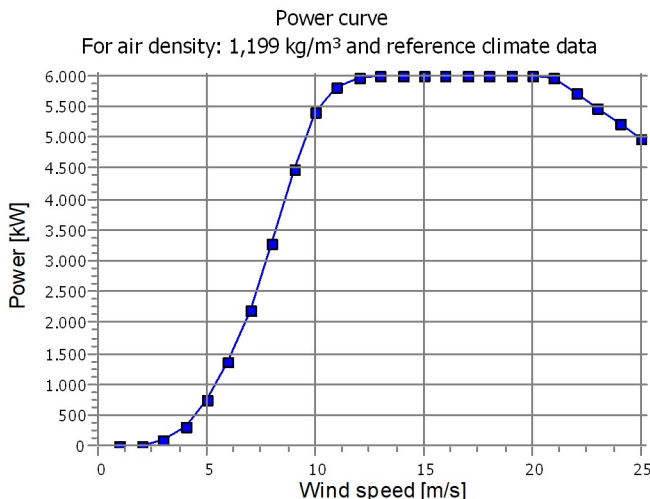
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.350,0	0,47	8,0	0,82
8,5	3.980,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.590,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.107,0	0,43	9,5	0,69
10,0	5.485,0	0,39	10,0	0,61
10,5	5.726,0	0,36	10,5	0,53
11,0	5.864,0	0,32	11,0	0,45
11,5	5.936,0	0,28	11,5	0,39
12,0	5.971,0	0,25	12,0	0,34
12,5	5.987,0	0,22	12,5	0,29
13,0	5.994,0	0,20	13,0	0,26
13,5	5.998,0	0,18	13,5	0,23
14,0	5.999,0	0,16	14,0	0,20
14,5	6.000,0	0,14	14,5	0,18
15,0	6.000,0	0,13	15,0	0,16
15,5	6.000,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.000,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,10	16,5	0,12
17,0	6.000,0	0,09	17,0	0,11
17,5	6.000,0	0,08	17,5	0,10
18,0	6.000,0	0,07	18,0	0,10
18,5	6.000,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.000,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.000,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.000,0	0,05	20,0	0,08
20,5	6.000,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4.964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,199 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	85,0	0,23	2,50-3,50	93,6	93,6	0,6
4,0	319,0	0,37	3,50-4,50	405,7	499,2	3,4
5,0	740,3	0,44	4,50-5,50	939,7	1.438,9	9,7
6,0	1.345,7	0,46	5,50-6,50	1.595,5	3.034,4	20,5
7,0	2.181,7	0,47	6,50-7,50	2.203,9	5.238,3	35,5
8,0	3.278,2	0,47	7,50-8,50	2.562,8	7.801,1	52,8
9,0	4.499,8	0,45	8,50-9,50	2.480,2	10.281,4	69,6
10,0	5.413,0	0,40	9,50-10,50	1.949,9	12.231,3	82,8
11,0	5.829,4	0,32	10,50-11,50	1.256,6	13.487,9	91,3
12,0	5.960,0	0,25	11,50-12,50	693,4	14.181,3	96,0
13,0	5.991,5	0,20	12,50-13,50	340,2	14.521,5	98,3
14,0	5.998,6	0,16	13,50-14,50	151,2	14.672,8	99,3
15,0	6.000,0	0,13	14,50-15,50	61,6	14.734,3	99,8
16,0	6.000,0	0,11	15,50-16,50	23,2	14.757,5	99,9
17,0	6.000,0	0,09	16,50-17,50	8,1	14.765,6	100,0
18,0	6.000,0	0,08	17,50-18,50	2,7	14.768,3	100,0
19,0	6.000,0	0,06	18,50-19,50	0,9	14.769,2	100,0
20,0	6.000,0	0,06	19,50-20,50	0,3	14.769,4	100,0
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	0,1	14.769,5	100,0
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	0,0	14.769,5	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	0,0	14.769,6	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	0,0	14.769,6	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,0	14.769,6	100,0



Project:
Avetrana

Licensed user:
FRI -EL S.p.A
Piazza della Rotonda, n. 2
IT-00186 Roma
+39 (0)471 324210
windpro / it@fri-el.it
Calculated:
05/10/2021 12:52/3.5.552

PARK - Terrain

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m Site Data: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @115m w LTE 15y

Obstacles:

0 Obstacles used

Roughness:

Terrain data files used in calculation:

\\pc102\Windpro Projekt 2.6\Italia\Erchie\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo

Min X: 702.274, Max X: 762.006, Min Y: 4.442.160, Max Y: 4.509.912, Width: 59.732 m, Height: 67.752 m

Orography:

Terrain data files used in calculation:

\\pc102\Windpro Projekt 2.6\Italia\Avetrana\Avetrana_EMDGrid_1.wpg

Min X: 717.031, Max X: 753.209, Min Y: 4.457.702, Max Y: 4.493.742, Width: 36.178 m, Height: 36.040 m

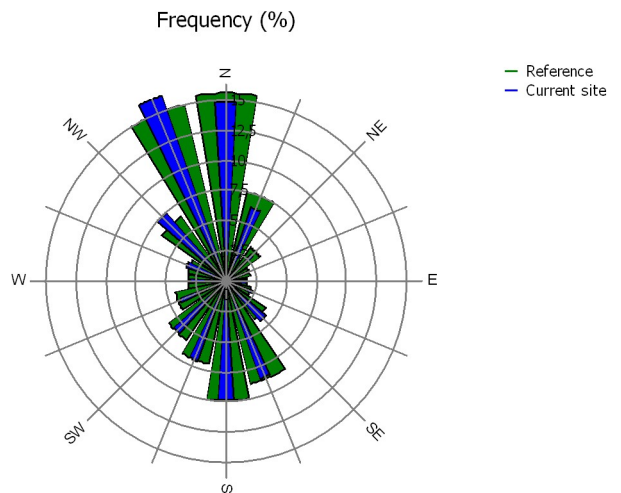
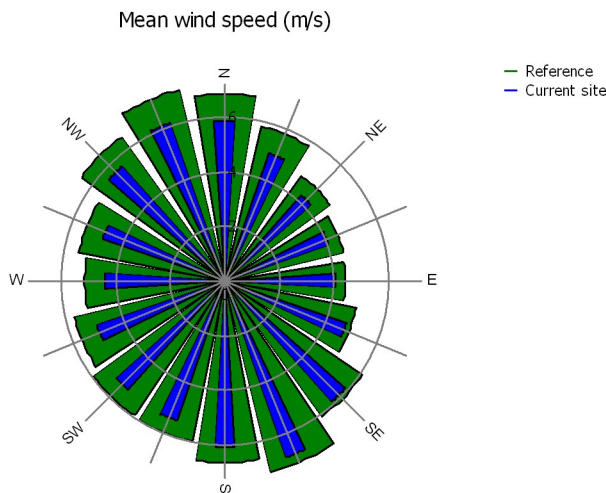
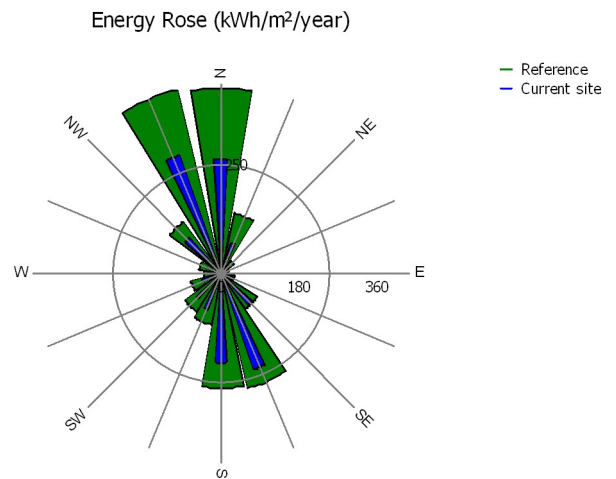
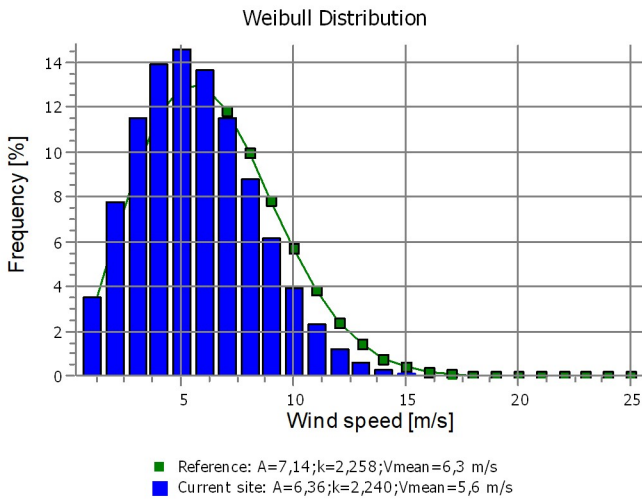
PARK - Wind Data Analysis

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m Wind data: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @115m w LTE 15y; Hub height: 115,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
East: 735.077 North: 4.475.691
Wind statistics
IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 115, 123, 132m - H 115.00 m.wws

Weibull Data

Sector	Current site			Frequency [%]	Reference: Roughness class 1		
	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter		A- parameter [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,68	5,92	2,385	14,8	7,76	2,435	15,6
1 NNE	5,60	4,96	2,092	6,4	6,57	2,114	7,6
2 NE	4,76	4,22	2,064	3,0	5,38	2,020	3,4
3 ENE	4,56	4,04	2,049	1,9	5,05	2,039	2,0
4 E	4,61	4,08	1,939	1,7	5,00	1,951	1,7
5 ESE	5,31	4,73	1,748	2,3	5,53	1,757	2,1
6 SE	6,66	5,91	1,939	4,4	6,87	1,827	3,9
7 SSE	7,72	6,85	2,408	8,5	8,11	2,467	8,7
8 S	6,91	6,12	2,217	9,8	7,53	2,257	9,9
9 SSW	6,09	5,41	2,607	7,0	6,75	2,675	7,0
10 SW	6,04	5,36	2,404	5,8	6,70	2,431	5,9
11 WSW	5,62	4,98	2,236	4,1	6,42	2,253	4,3
12 W	5,02	4,44	2,150	3,0	5,82	2,137	3,2
13 WNW	5,36	4,75	2,146	3,5	6,18	2,074	3,3
14 NW	6,38	5,67	2,611	7,6	7,34	2,531	6,5
15 NNW	6,90	6,14	2,783	16,2	8,11	2,763	15,0
All	6,36	5,63	2,240	100,0	7,14	2,258	100,0



PARK - Park power curve

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m

Wind speed [m/s]	Power																		
	Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	NE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	SW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NW [kW]	NNW [kW]	
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1.731	1.576	1.598	1.649	1.628	1.429	1.426	1.296	1.602	1.611	1.598	1.649	1.633	1.428	1.422	1.298	1.595	1.611	
4,5	5.083	4.714	4.764	4.884	4.830	4.387	4.355	4.128	4.767	4.785	4.763	4.884	4.845	4.383	4.346	4.131	4.750	4.784	
5,5	10.157	9.508	9.594	9.807	9.714	8.930	8.879	8.488	9.601	9.634	9.594	9.807	9.739	8.924	8.862	8.486	9.568	9.634	
6,5	17.308	16.233	16.373	16.729	16.575	15.284	15.187	14.563	16.386	16.441	16.373	16.728	16.615	15.273	15.155	14.560	16.331	16.441	
7,5	26.960	25.320	25.537	26.076	25.841	23.869	23.716	22.767	25.557	25.637	25.536	26.076	25.904	23.851	23.668	22.756	25.473	25.635	
8,5	38.927	36.794	37.083	37.782	37.481	34.855	34.711	33.323	37.118	37.230	37.082	37.782	37.560	34.845	34.650	33.306	37.017	37.228	
9,5	50.171	48.386	48.646	49.229	48.994	46.617	46.681	44.956	48.709	48.830	48.646	49.229	49.049	46.641	46.642	44.922	48.642	48.828	
10,5	56.711	55.966	56.095	56.333	56.243	55.156	55.290	54.147	56.137	56.194	56.095	56.333	56.261	55.180	55.285	54.129	56.117	56.194	
11,5	59.147	58.972	59.001	59.058	59.039	58.777	58.819	58.518	59.014	59.031	59.001	59.058	59.042	58.782	58.815	58.512	59.010	59.030	
12,5	59.814	59.783	59.788	59.798	59.795	59.750	59.756	59.709	59.790	59.794	59.788	59.798	59.795	59.751	59.755	59.706	59.789	59.794	
13,5	59.965	59.959	59.960	59.962	59.961	59.953	59.954	59.947	59.960	59.961	59.960	59.962	59.961	59.953	59.954	59.947	59.960	59.961	
14,5	59.996	59.995	59.995	59.995	59.995	59.994	59.994	59.993	59.995	59.995	59.995	59.995	59.995	59.995	59.994	59.994	59.993	59.995	59.995
15,5	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
16,5	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
17,5	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
18,5	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
19,5	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
20,5	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
21,5	58.320	58.377	58.369	58.350	58.358	58.431	58.432	58.480	58.368	58.364	58.369	58.350	58.356	58.431	58.434	58.480	58.370	58.364	
22,5	55.840	55.891	55.884	55.867	55.874	55.939	55.940	55.982	55.882	55.879	55.884	55.867	55.872	55.939	55.941	55.983	55.885	55.880	
23,5	53.360	53.405	53.399	53.384	53.390	53.448	53.449	53.486	53.398	53.395	53.399	53.384	53.389	53.448	53.450	53.487	53.400	53.395	
24,5	50.880	50.920	50.914	50.901	50.907	50.958	50.958	50.992	50.913	50.911	50.914	50.901	50.905	50.958	50.960	50.992	50.915	50.911	
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:

The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes wake losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.

Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:

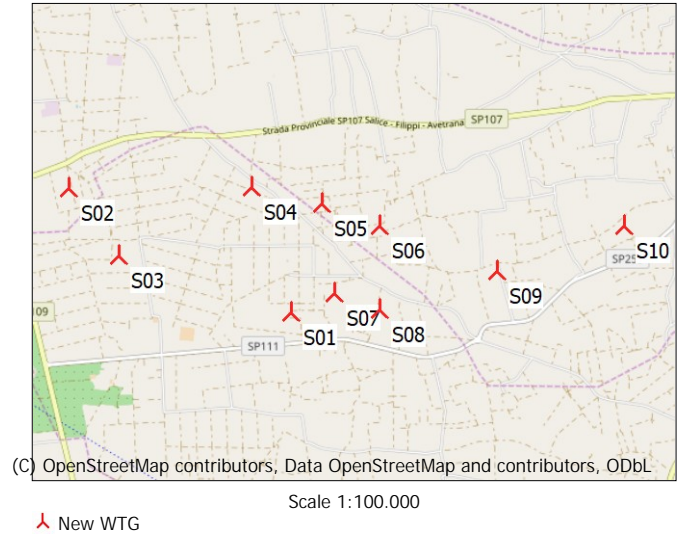
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

PARK - WTG distances

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters
	[m]		[m]	[m]	
S01	57,3	S07	55,6	630	3,7
S02	67,0	S03	64,2	1.113	6,5
S03	64,2	S02	67,0	1.113	6,5
S04	56,6	S05	55,0	969	5,7
S05	55,0	S06	51,0	817	4,8
S06	51,0	S05	55,0	817	4,8
S07	55,6	S01	57,3	630	3,7
S08	58,9	S07	55,6	639	3,8
S09	49,3	S08	58,9	1.629	9,6
S10	46,3	S09	49,3	1.800	10,6
Min	46,3		49,3	630	3,7
Max	67,0		67,0	1.800	10,6



Project:
Avetrana

Licensed user:
FRI -EL S.p.A
Piazza della Rotonda, n. 2
IT-00186 Roma
+39 (0)471 324210
windpro / it@fri-el.it
Calculated:
05/10/2021 12:52/3.5.552

PARK - Wind statistics info

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m

Main data for wind statistic

File	C:\DATI\Windpro Projekt 2.6\Italia\Avetrana\IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 115, 123, 132m - H 115.00 m.wws
Name	Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 115, 123, 132m - H 115.00 m
Country	Italy
Source	USER
Mast coordinates	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 East: 735.077 North: 4.475.691
Created	18/12/2018
Edited	05/10/2021
Sectors	16
WASP version	WASP 11 Version 11.06.0034
Coordinate system	UTM (north)-WGS84 Zone: 33
Displacement height	None

Additional info for wind statistic

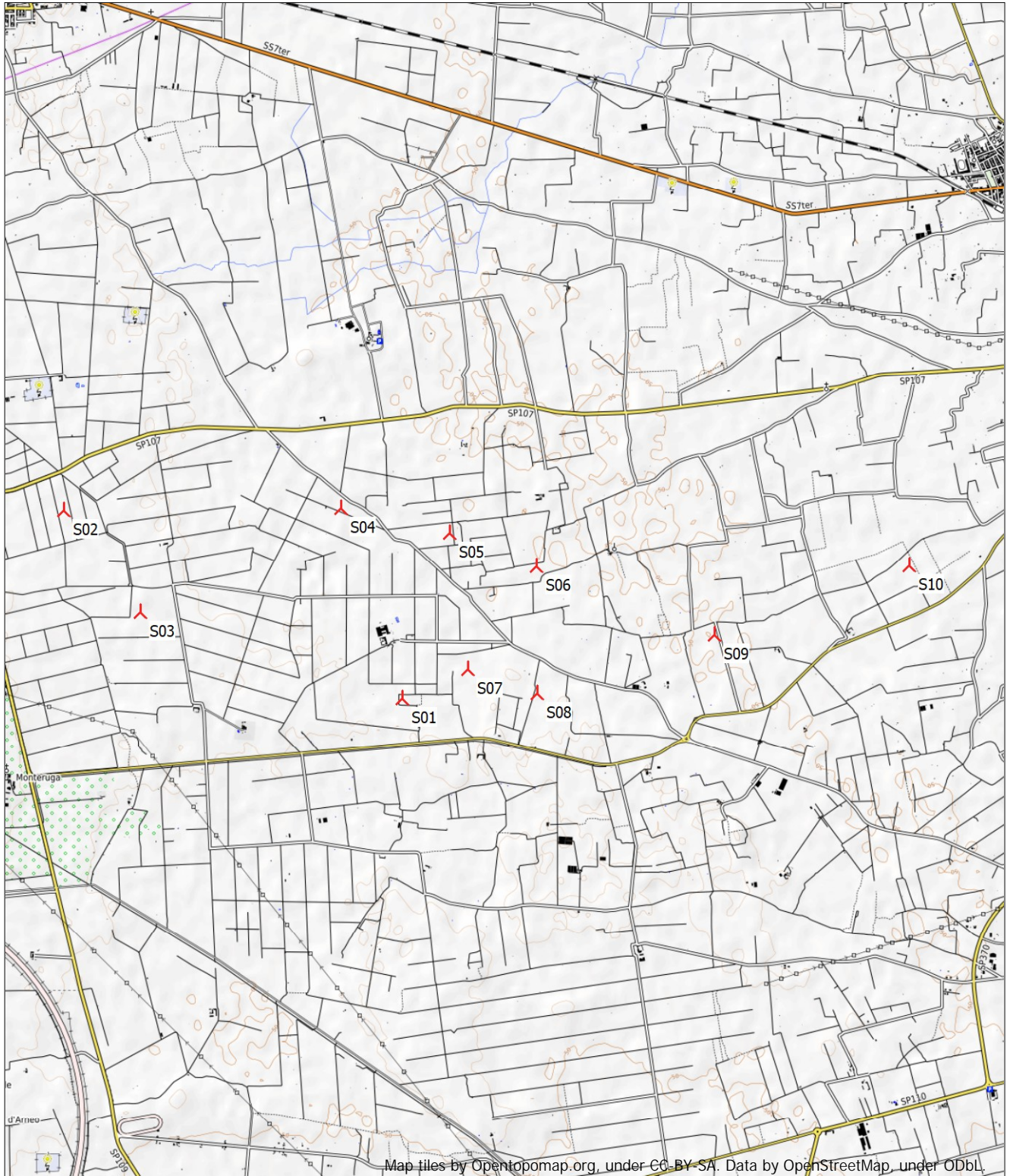
Source data	Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 115, 123, 132m
Data from	30/12/1899
Data to	30/12/1899
Measurement length	0,0 Months

Note

To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WASP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WASP CFD should always use WASP CFD calculated wind statistics.

PARK - Map

Calculation: Salice - Veglie - 10 SG170 6.0MW @115m



Map files by Opentopomap.org, under CC-BY-SA. Data by OpenStreetMap, under ODbL.

0 500 1000 1500 2000 m

Map: OpenTopoMap, Print scale 1:50.000, Map center UTM (north)-WGS84 Zone: 33 East: 745.486 North: 4.472.583

▲ New WTG