



Regione Puglia
Provincia di Foggia
Comune di San Severo



Oggetto: Progetto per la realizzazione di un parco eolico della potenza di 108 MW
e relative opere di connessione
PROGETTO DEFINITIVO

Proponente:
EOS SAN SEVERO 1 s.r.l.



Parco Eolico "Del Trio"

Comune: San Severo

Fogli di mappa WTG: 124 - 123 - 130 - 133 - 136 - 138 - 141 - 137 - 121 - 122 -
111 - 112 - 120 - 119

Nome elaborato:
PEI158DT-PD_33_RELAZIONE PRODUCIBILITA'

Scala:

1: ///

Rev.	Data	Descrizione
1	07/02/2024	Progetto Definitivo
2		
3		
4		
5		

Numero elaborato:

33

Formato pagina:

A4

Codice Progetto:

PEI158DT

Orientamento:



Studio Tecnico:



DL COSTRUZIONI E SERVIZI SRL
Via Tratturo Castiglione, 26 - 71121 Foggia
P.IVA: 04381520719

Tecnico Incaricato:

Ing. Angela Ottavia

Ordine degli ingegneri
della Provincia di Foggia n. 2653



INDICE

PREMESSA	Pag. 2
1 MATERIALE UTILIZZATO	Pag. 3
1.1 DATI DEL VENTO	Pag. 3
1.2 LAYOUT D'IMPIANTO	Pag. 5
1.3 MODELLO AEROGENERATORE	Pag. 7
2 ELABORAZIONE DATI DEL VENTO	Pag. 8
3 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI	Pag. 9
4 MODELLO TERRITORIALE	Pag. 10
5 MODELLO DI CALCOLO	Pag. 12
5.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO	Pag. 13
5.2 VERIFICHE SUL MODELLO	Pag. 14
5.2.1 VERIFICA DELL'APPROSSIMAZIONE DELLA CURVA DI WEIBULL	Pag. 14
5.2.2 VERIFICA IN RELAZIONE ALL'ATLANTE EOLICO NAZIONALE	Pag. 15
6 ANDAMENTO DELLA VENTOSITÀ SUL SITO	Pag. 16
7 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA	Pag. 17
8 VALUTAZIONE DELLE INCERTEZZE	Pag. 18
9 CONCLUSIONI	Pag. 20
ALLEGATI	
- PRODUCIBILITA' VESTAS V162-6.0	

PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di determinare la produzione attesa di un parco eolico composto da n. 18 aerogeneratori di potenza nominale di 6.0 MW, per una potenza complessiva dell'impianto di 108 MW da realizzare nel territorio del comune di San Severo (FG), località "Bastiola, Motta del Lupo, Falciglia, Camera, Li Calici, Predicatella, Mezzana, Casone" e con opere di connessione ricadenti nel comune di Lucera (FG), per conto della società EOS SAN SEVERO 1 S.r.l., con sede legale in Foggia, alla via Torelli, n. 22 c/o Dellisanti & Partners S.r.l. – P. Iva 04465770719 rappresentata dall'amministratore unico Tarquinio Antonio.

L'attività consiste anzitutto nell'esame, analisi, validazione ed elaborazione dei dati di vento acquisiti in sito, e nel valutare la produzione attesa dell'impianto.

Alla luce dei risultati parziali ottenuti durante tutte le fasi del processo e di quelli finali di stima, si è proceduto a determinare un quadro critico dell'attendibilità dei risultati e delle eventuali necessarie approssimazioni di cui tenere conto nello stabilire la resa finale dell'impianto.

L'attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalle metodologie internazionali per la valutazione preventiva della produzione attesa degli impianti eolici.

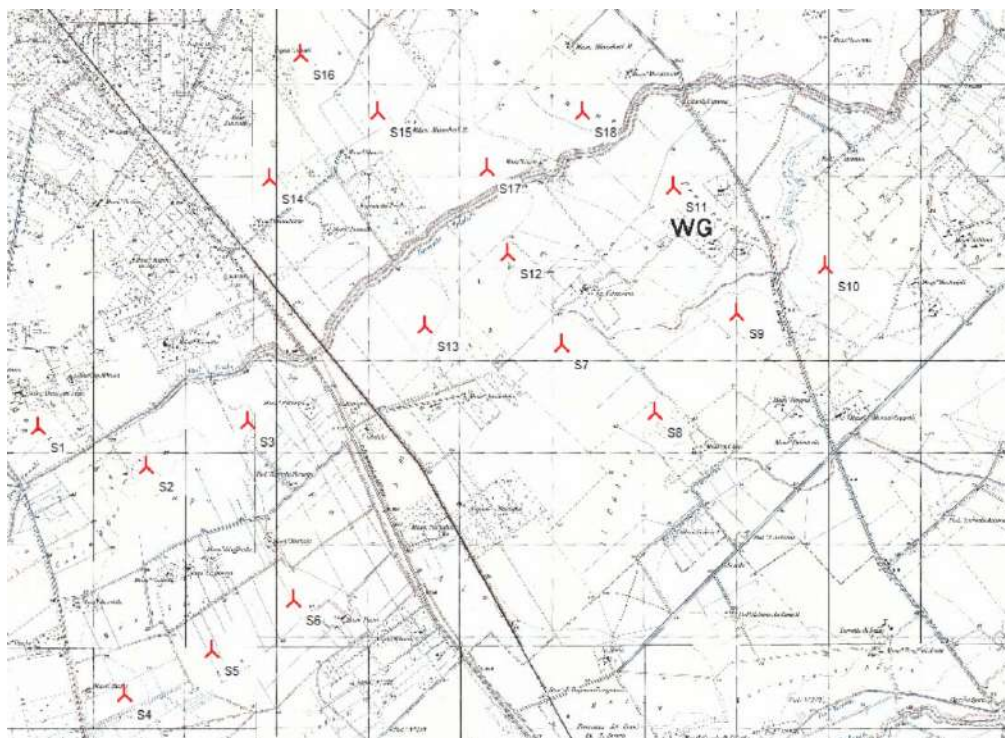
1 DATI DI INPUT

I dati di input utilizzati per consentire la presente valutazione di produzione attesa sono rappresentati da:

- il layout dell'impianto;
- n°1 modello di aerogeneratore, col quale realizzare la stima di produzione;
- dati del vento, in formato binario, raccolti da una stazione anemometrica accreditata.

1.1 LAYOUT D'IMPIANTO

Il progetto prevede l'installazione di n. 18 aerogeneratori da 6.0MW di potenza nominale nel territorio comunale di San Severo (FG).



Di seguito vengono riportate le coordinate nel sistema di riferimento UTM - WGS84.

PROGETTO "DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO 1					
WTG	Comune	Foglio	Particella	Coordinate WTG (UTM84-33N)	
				Est	Nord
S1	San Severo	124	28	535331.284	4606091.5715
S2	San Severo	124	31	536508.8485	4605664.881
S3	San Severo	123	233	537609.0354	4606150.3127
S4	San Severo	130	69	536264.9013	4603194.3729
S5	San Severo	130	45	537218.6939	4603669.9179
S6	San Severo	133	242	538113.9278	4604220.3487
S7	San Severo	136	236	541015.949	4606992.335
S8	San Severo	136	32	542031.3616	4606256.0803
S9	San Severo	138	22	542921.1191	4607330.0796
S10	San Severo	141	84	543887.0397	4607839.181
S11	San Severo	137	40	542234.9744	4608707.3585
S12	San Severo	121	77	540429.1201	4607982.9575
S13	San Severo	122	56	539528.6539	4607190.9188
S14	San Severo	111	15	537846.7078	4608790.0235
S15	San Severo	112	300	539021.4258	4609513.2183
S16	San Severo	112	292	538183.5629	4610147.7104
S17	San Severo	120	42	540204.3679	4608903.3266
S18	San Severo	119	36	541248.1045	4609517.8396

Il sito d'installazione si trova ad almeno 5,5km a Sud-Est rispetto al centro abitato di San Severo.

L'area di progetto si estende per circa 16kmq su un territorio collinare, con quote che variano dai 35m ai 55m slm.

La destinazione comunale è agricola con prevalenza di seminativi, solcata da Ovest ad Est dal Torrente Triolo e ben servita da strade provinciali, comunali ed interpoderali, oltre che tagliato in due da autostrada, ferrovia e Strada Statale n. 16 che corrono quali parallelamente in direzione Nord-Sud.

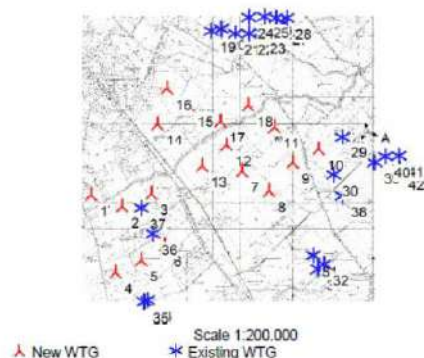
L'area è mediamente interessata da insediamenti eolici, in particolare un parco eolico composta da n. 17 macchine di potenza nominale pari o superiore a 2 MW e un altro composto da 7 macchine autorizzate.

Nell'analisi di producibilità si è tenuto conto di entrambi i parchi eolici.

La distanza dalle due macchine più vicine risulta superiore a 500m, e quindi la loro presenza influenza in minima percentuale la resa produttiva dell'impianto di progetto.

WTG distances

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters	Distance in rotor diameters
[m]	[m]	[m]	[m]	(max)	(min)
1	52,6	2	53,2	1.252	7,7
2	53,2	37	51,0	708	4,7
3	49,3	37	51,0	653	4,4
4	54,4	5	51,8	1.066	6,6
5	51,8	6	48,6	1.051	6,5
6	48,6	36	50,3	627	4,2
7	41,1	12	41,0	1.151	7,1
8	38,4	7	41,1	1.254	7,7
9	38,8	10	37,0	1.092	6,7
10	37,0	29	36,4	1.020	10,2
11	35,9	18	37,2	1.277	7,9
12	41,0	17	41,0	947	5,8
13	43,8	12	41,0	1.199	7,4
14	45,4	15	42,3	1.379	8,5
15	42,3	16	43,2	1.051	6,5
16	43,2	15	42,3	1.051	6,5
17	41,0	12	41,0	947	5,8
18	37,2	17	41,0	1.211	7,5
19	38,8	20	38,4	392	3,9
20	38,4	19	38,8	392	3,9
21	36,4	22	34,9	521	5,2
22	34,9	23	34,6	456	4,6
23	34,6	22	34,9	456	4,6
24	35,3	25	33,9	581	5,8
25	33,9	26	32,3	449	4,5
26	32,3	27	33,6	355	3,5
27	33,6	28	33,8	231	2,3
28	33,8	27	33,6	231	2,3
29	36,4	10	37,0	1.020	10,2
30	38,3	38	34,7	877	8,8
31	40,9	32	38,8	520	5,2
32	38,8	33	37,0	309	3,1
33	37,0	32	38,8	309	3,1
34	52,2	35	51,7	147	1,5
35	51,7	34	52,2	147	1,5
36	50,3	6	48,6	627	4,2
37	51,0	3	49,3	653	4,4
38	34,7	30	38,3	877	8,8
39	35,5	40	34,7	459	3,1
40	34,7	39	35,5	459	3,1
41	34,5	40	34,7	489	3,3
42	34,0	41	34,5	508	3,4



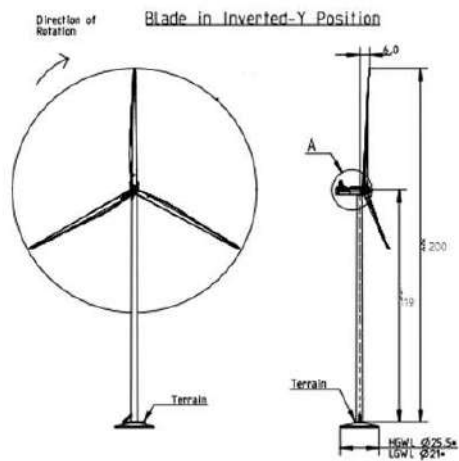
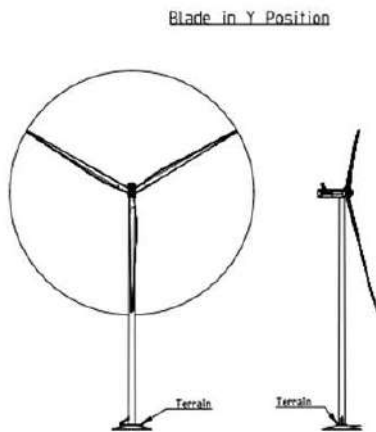
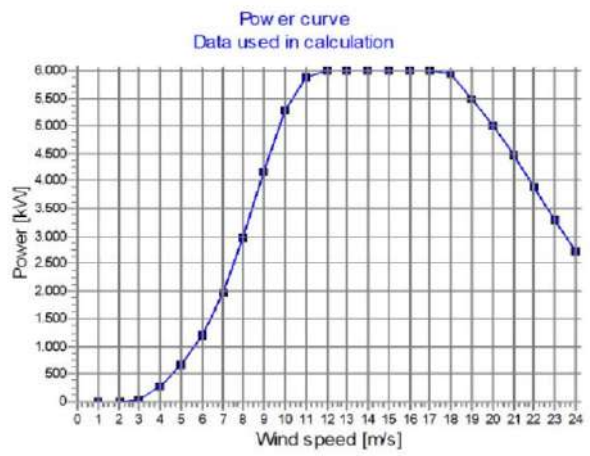
1.3 MODELLO AEROGENERATORE

Il modello di aerogeneratore indicato per la valutazione della produzione attesa dell'impianto è riportato nella tabella sottostante:

Costruttore	Modello	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (kW)	H mozzo (m)	Densità aria (Kg/m ³)
VESTAS	V162 EnVentus	162	6000	119	1,225

La curva di potenza è stata fornita dalla casa costruttrice e nel calcolo è stato utilizzato un valore standard della densità dell'aria corrispondente al livello del mare, cioè di 1,225 Kg/m³.

La curva è da considerarsi teorica poiché non è calcolata sulle caratteristiche specifiche del sito.



1.1 DATI DEL VENTO

I dati di vento forniti per la valutazione della produzione attesa dell'impianto corrispondono a quelli registrati da una stazione anemometrica installata in sito. Dai rapporti di installazione forniti si desumono le seguenti denominazioni delle stazioni, i relativi codici e le posizioni.

La data di installazione della stazione anemometrica ed il periodo di dati rilevati sono indicati nella tabella seguente:

Nome	Codice	Periodo di rilevazione		N°
Stazione	Stazione	Data inizio	Data fine	mesi
RIGNANO G.	N2-02153	27/10/2006	07/10/2008	24

Nome	Codice	H Torre	Coordinate GAUSS-BOAGA		Altitudine
Stazione	Stazione	s.l.s.	Longitudine E	Latitudine N	s.l.m.
RIGNANO GARGANICO	N2-02153	50m	2565750	4608495	34

La stazione è costituita da una torre tubolare di altezza complessiva pari a 50 m s.l.t. sul quale sono fissati sei ordini di stralli costituiti ognuno da 3 tiranti assicurati al terreno mediante piastre interrate 1,5 m sotto terra.

Lo schema strutturale delle stazioni anemometriche è riportato in figura; la disposizione dei sensori è in totale rispetto della specifica IEC 61400.

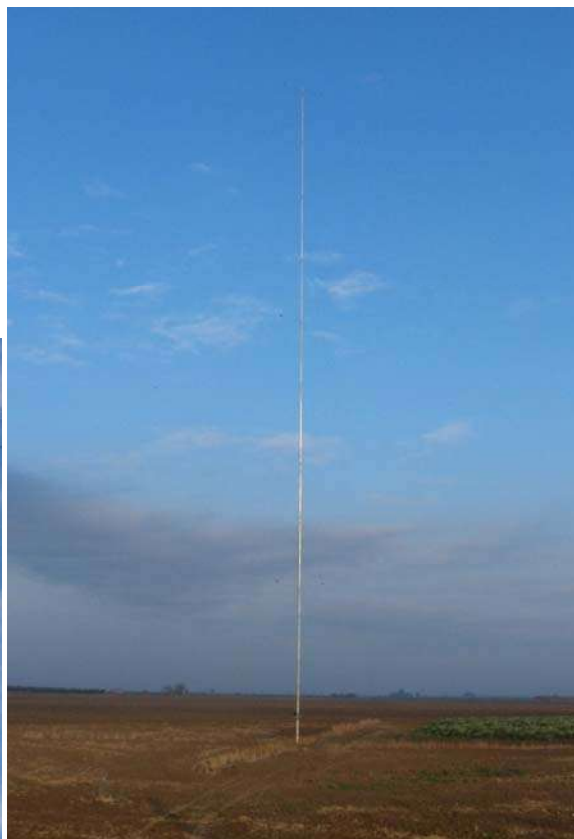
Il traliccio ospita la seguente strumentazione:

- ✓ 3 sensori di tipo NRG 40C per la rilevazione della velocità del vento, posizionati alle quote di 30, 40 e 50 m s.l.t. e orientati a 90° N: tutti i sensori sono calibrati Measnet;
- ✓ 3 sensori di tipo NRG 200P per la rilevazione della direzione del vento, posizionati quasi alle stesse quote e orientati a 270° N;
- ✓ 1 sensore per la rilevazione della temperatura dell'aria fissato a 70 metri di altezza del tipo NRG 110S;
- ✓ acquirettore dati modello Secondwind Nomad2 GSM;
- ✓ modem GSM/GPRS e Memory card;
- ✓ luce di segnalazione per l'illuminazione notturna.

La stazione è alimentata da un pannello solare da 10 W e da batterie da 9,60 e 14V.

La velocità del vento viene registrata con un intervallo di campionamento di 2 s e ogni 10 minuti vengono calcolati e memorizzati la velocità media, minima, massima e la deviazione standard. Ciò consente una corretta stima della distribuzione statistica dei dati e una approfondita analisi della turbolenza del vento che è un parametro importante per la corretta scelta delle macchine e della loro disposizione nel layout della Wind Farm.

I dati esistenti di velocità e direzione del vento non sono tutti utili in ugual misura: risultano essere di particolare interesse ai fini dello sfruttamento energetico quelli rilevati ad altezze dal suolo paragonabili a quelle del mozzo degli aerogeneratori.



2 ELABORAZIONE DATI DEL VENTO

L'elaborazione di dati rilevati è necessaria per la determinazione dell'AEP (Annual Energy Production) e per determinare gli indicatori sintetici delle caratteristiche anemologiche quali la velocità media, il parametro di forma k e il parametro di rugosità α .

L'analisi dei dati meteorologici rilevati è stata effettuata con il software WindPro 2.7, sviluppato da EMD International. Il programma offre una gamma di opzioni per calcolare la produzione di energia, consentendo di gestire e combinare differenti turbine e dati di vento.

L'introduzione dei dati di vento all'interno del software viene fatta tramite un Oggetto Meteo, importando il file di dati. Il controllo di qualità dei dati di vento è fondamentale per una valutazione affidabile della produzione; dati errati devono essere eliminati in modo da non pesare sul risultato finale.

Dal punto di vista della qualificazione anemologica di un sito, la velocità media non è un parametro sufficiente a determinare lo stato di ventosità dell'area, pertanto deve essere introdotto il diagramma di frequenza ore-vento, strettamente legato al concetto di probabilità del vento.

Suddividendo il dominio di velocità del vento in bande di ampiezza (tipicamente 0,5 o 1 m/s) per ciascun intervallo di osservazione si può rapportare il tempo in cui si è osservato il fenomeno rispetto al periodo totale di osservazione.

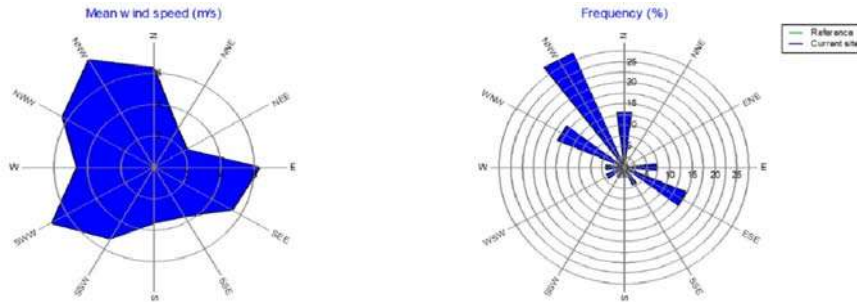
Esistono diversi modelli matematici che consentono di simulare una distribuzione statistica di probabilità del vento; il più utilizzato è il modello a due parametri di Weibull espresso dalla seguente relazione:

$$f_i = \frac{k}{c} \left(\frac{v_i}{c} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v_i}{c} \right)^k}$$

dove f_i è la probabilità che la velocità del vento risulti compresa tra il valore minimo e quello massimo dell' i -esimo intervallo, v_i è il valore centrale dell'intervallo, k è il parametro di forma della distribuzione (adimensionale) e c il parametro di scala (m/s), legato alla velocità media della distribuzione.

Viene definita, infine, la densità di potenza come la potenza media del flusso ad unità di area spazzata dal rotore: una quota parte di questa verrà convertita dal rotore in potenza meccanica disponibile all'asse del generatore.

Con un ragionamento del tutto analogo a quanto visto per la velocità e la frequenza ore-vento, può essere effettuato un campionamento sulla direzione del vento al fine di determinare la rosa dei venti e le direzioni prevalenti. L'intervallo di campionamento scelto è pari a 30°, il che corrisponde a suddividere l'angolo giro in 12 settori d'interesse. L'analisi applicata al caso di studio in esame, porta alla determinazione delle rose dei venti.



Wind speeds in

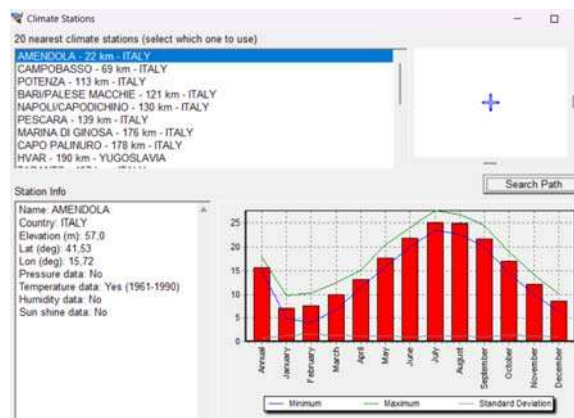
Sector	Wind gradient exponent	Sum	0,00	0,50	1,50	2,50	3,50 - 4,50	4,50 - 5,50	5,50 - 6,50	6,50 - 7,50	7,50 - 8,50	8,50 - 9,50	9,50 - 10,50	10,50 - 11,50	11,50 - 12,50	12,50 - 13,50	13,50 - 14,50	14,50 - 15,50	15,50 - 16,50	16,50 - 17,50	17,50 - 18,50	18,50 - 19,50	19,50 - 20,50	20,50 - 21,50	21,50 - 22,50
0 N	0,128	13520	354	917	1162	1102	1357	1687	1559	1405	1169	949	658	466	273	159	80	50	45	14	15	4		5	
1 NNE	0,135	828	112	272	165	98	39	36	19	21	21	19	14	5	5	2									
2 ENE	0,054	873	117	303	186	105	62	29	21	18	19	11													
3 E	0,166	7451	178	430	595	580	742	934	1126	1081	799	503	235	145	57	21	10	5							
4 ESE	0,098	15220	169	582	1136	1872	2420	2763	2334	1878	1169	618	236	35	5	2	1								
5 SSE	0,147	4611	204	583	979	998	832	534	278	106	46	21	13	8	3	3	1	1	1						
6 S	0,173	2323	147	485	464	398	282	220	144	84	49	20	11	8	4	3	1			1		2			
7 SSW	0,183	2633	120	387	400	271	211	245	247	244	186	121	78	54	38	20	6	3	4						
8 WSW	0,137	4335	208	388	390	273	326	318	346	388	301	319	291	266	196	154	74	53	31	10	2	1			
9 W	0,148	4026	225	495	711	655	474	375	327	222	201	96	65	55	50	37	25	12	1						
10 WNW	0,170	16466	247	808	1446	1709	2149	2203	2203	1711	1359	1005	687	399	220	111	81	40	27	30	20	9	2		
11 NNW	0,125	30097	306	808	1224	1702	2413	2682	3411	3585	3540	3224	2585	1921	1273	757	364	147	75	50	13	10	4	2	1
Sum		102383	2387	6458	8858	9853	11307	12026	12015	10753	8859	6906	4873	3362	2123	1270	643	311	185	106	50	24	6	7	1

3 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI

I dati anemometrici disponibili per la valutazione della produzione attesa per l'impianto eolico di San Severo sono quelli ottenuti dal processo di validazione dei dati rilevati dalla stazione anemometrica installata in sito.

La verifica del posizionamento storico dei dati di ventosità rilevati è stata effettuata tramite correlazioni con dati storici della stazione di Amendola, appartenenti alla Rete Meteorologica dell'Aeronautica Militare. Il processo di storicizzazione ha portato a considerare la velocità media annua registrata dalla stazione allineata a quella attesa nel lungo periodo.

Pertanto non si è applicato alcun correttivo alle velocità media rilevata in sito.



4 MODELLO TERRITORIALE

Il modello digitale del terreno è derivato dalla Cartografia IGM in scala 1:25.000, con curve di livello equidistanti di 25 m, sulla quale è stata ricavata un'orografia di dettaglio con curve di livello ogni 2,5m, data la natura pianeggiante del sito.

Una questione di rilevante importanza per una corretta analisi è la determinazione delle caratteristiche di ventosità al variare della quota rispetto al piano del terreno, poiché l'attrito tra l'aria e il terreno rallenta il vento in prossimità del suolo, creando un profilo di velocità anche detto "strato limite" dovuto al fatto che l'effetto di rallentamento è meno rilevante all'allontanarsi dal suolo.

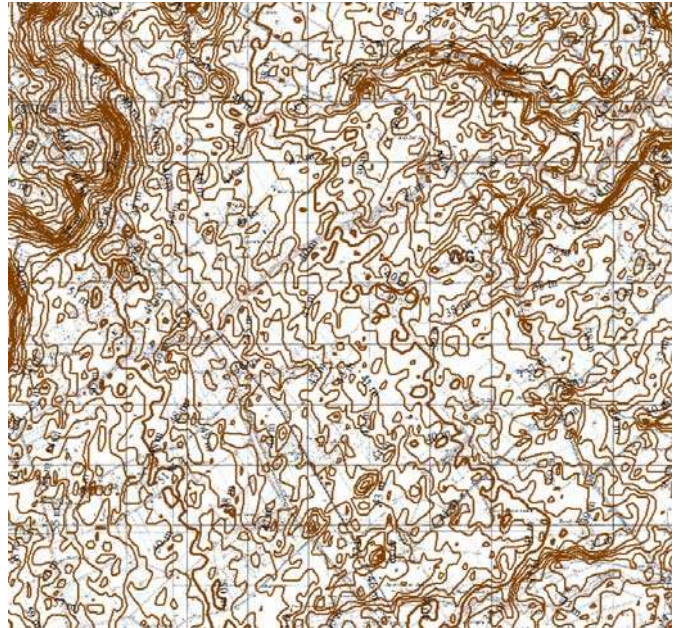
L'andamento della velocità con la quota dipende per la maggior parte dalla natura del terreno e dagli ostacoli presenti: edifici, alberi, cespugli, rocce.

Nel territorio oggetto di interesse, alle altezze tipiche di installazione degli aerogeneratori, a parità di vento in quota, la velocità del vento sarà minore per terreni di maggiore scabrezza.

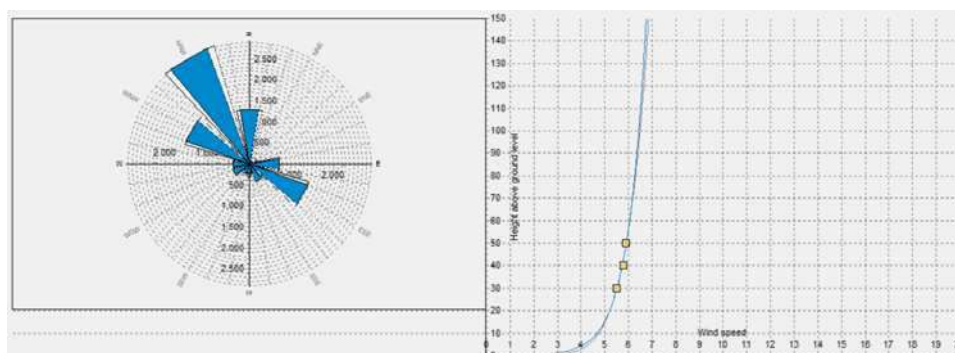
Per determinare il profilo di velocità del vento con la quota possono adoperarsi diversi modelli, di diversa complessità e accuratezza.

In sede di analisi preliminare, secondo indicazioni valutate sulla carta e in sito, si può desumere un valore indicativo del parametro di rugosità (adimensionale) che andrà ad integrare il modello del terreno secondo il seguente schema:

- rugosità $z_0=0,00$ prevista per le superfici d'acqua;
- rugosità $z_0=0,03$ prevista per pascoli con rare costruzioni e ostacoli vegetali diffusi e di modesta altezza;
- rugosità $z_0=0,12$ prevista per aree agricole aperte con presenza limitata di ostacoli bassi;
- rugosità $z_0=0,15$ prevista per coltivazioni a uliveti e abitazioni sparse;
- rugosità $z_0=0,2$ prevista per macchie boschive;
- rugosità $z_0=0,3$ prevista per zone urbane e boschi;
- rugosità $z_0=0,4$ prevista per i centri urbani con edifici alti.



Quanto esposto viene sintetizzato graficamente dal profilo ottenuto con il software WindPro e di seguito riportato.



Si tratta di un terreno prevalentemente pianeggiante, privo di rilievi e vegetazione arborea, trattandosi di suoli seminativi.

5 MODELLO DI CALCOLO

La valutazione di produzione attesa è stata realizzata con il codice di calcolo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program), messo a punto dal Risoe National Laboratory di Danimarca e basato su un modello matematico del flusso del vento.

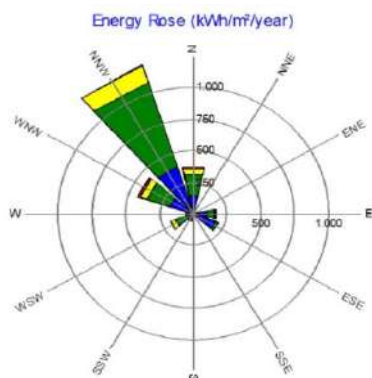
Il programma utilizza i dati anemologici per calcolare il vento geostrofico (vento indisturbato in quota) per una superficie di diversi km di raggio. Sovrapponendo tale vento al modello tridimensionale del terreno, il programma valuta l'andamento della velocità del vento e più in generale i parametri statistici della distribuzione della velocità in punti arbitrari di tale superficie, tenendo conto della sua natura orografica, della rugosità del terreno e dell'eventuale presenza di ostacoli al flusso del vento.

Il campo di velocità fornito dal modello è tridimensionale e ciò consente di disporre in modo naturale anche del profilo della velocità media del vento a varie altezze dal suolo.

5.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

Il codice di calcolo WAsP utilizza la distribuzione di Weibull per rappresentare i dati di vento e per definire il campo di vento indisturbato sull'area (Atlas). Esso effettua una regressione delle distribuzioni della velocità del vento rilevate per ciascuna direzione e determina i parametri A (valore caratteristico) e k (fattore di forma) della distribuzione di Weibull.

Le figure sottostanti riproducono la rosa dei venti e la disponibilità dei dati in ingresso al modello.



50,0m - C1 Mean wind speed	2006	2007	2008	Mean	Mean of months
January		4,96	5,88	5,42	5,42
February		6,12	5,63	5,87	5,88
March		6,48	5,56	6,02	6,02
April		4,54	5,76	5,15	5,15
May		5,74	5,45	5,60	5,60
June		4,94	5,08	5,01	5,01
July		5,76	6,00	5,88	5,88
August		6,60	5,73	6,16	6,17
September		6,12	5,81	5,97	5,96
October	8,96	6,62	4,99	6,62	6,86
November	4,45	6,61		5,53	5,53
December	5,52	6,07		5,80	5,79
mean, all data	5,27	5,88	5,64	5,73	
mean of months	6,31	5,88	5,59	5,77	

Di seguito è riportata la tabella anemologica che contiene in dettaglio tutti i parametri in input al modello di calcolo WAsP.

Nella tabella sono riportati, per ciascuno dei 12 settori di direzione in cui è stato suddiviso l'angolo giro di 360° i seguenti parametri:

- **A** velocità caratteristica in m/s della distribuzione di Weibull
- **k** fattore di forma della distribuzione di Weibull
- **U** velocità media in m/s
- **P** potenza specifica della vena fluida in W/m²
- **f** frequenza percentuale del settore di provenienza del vento (dato misurato).

Sector	A parameter	k parameter	frequency	Mean wind speed
Mean	6,637	2,0357	100,000	5,880
0-N	6,706	2,0247	13,205	5,942
1-NNE	2,667	1,0429	0,809	2,622
2-ENE	2,478	1,1955	0,853	2,333
3-E	6,551	2,7203	7,278	5,827
4-ESE	5,754	2,6915	14,866	5,116
5-SSE	3,741	1,9175	4,504	3,319
6-S	3,588	1,5102	2,269	3,236
7-SSW	5,438	1,7259	2,572	4,847
8-WSW	7,612	1,9833	4,234	6,747
9-W	4,603	1,4480	3,932	4,174
10-WNW	6,417	2,0588	16,083	5,684
11-NNW	8,258	2,6734	29,396	7,342

Tali distribuzioni sperimentali vengono quindi interpolate dal modello WAsP utilizzando la legge di distribuzione di Weibull che è sinteticamente definita dai due parametri **A** e **k** sopra indicati.

5.2 VERIFICHE SUL MODELLO

Dovendo agire all'interno di un modello virtuale e volendo disporre di risultati analizzabili criticamente, prima di intraprendere qualunque attività di valutazione con WASP, occorre verificare che i dati in input al modello abbiano riprodotto un ambiente virtuale coerente con la realtà del sito.

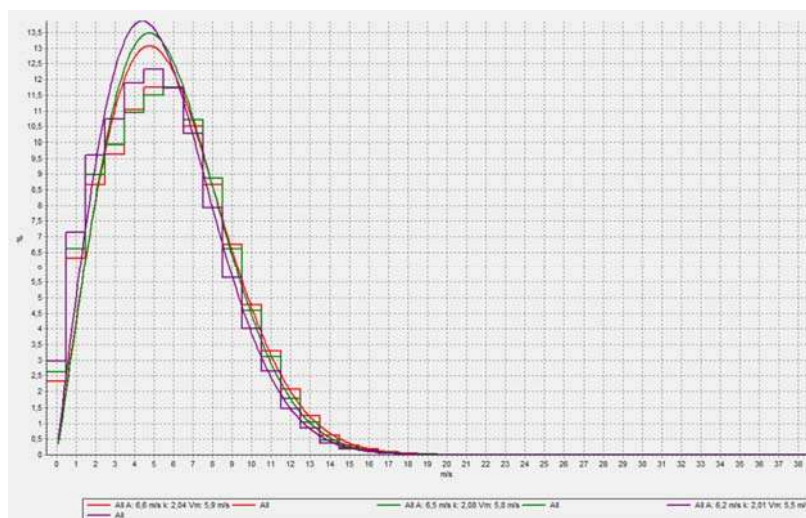
5.2.1 VERIFICA DELL'APPROSSIMAZIONE DELLA CURVA DI WEIBULL

La verifica consiste nel confronto tra i parametri sperimentali (Measured) della stazione anemometrica, in termini di velocità media del vento e di potenza della vena fluida, e quelli stimati dal modello di calcolo, prima in astratto e poi calati nel contesto territoriale specifico del sito.

Le verifiche effettuate sulla curva di Weibull mostrano la capacità del modello di calcolo a interpretare correttamente i dati forniti in input, con qualche lieve tendenza alla sovrastima.

In ogni caso, le approssimazioni introdotte dal modello di calcolo si possono correggere con opportuni metodi di aggiustamento della stima.

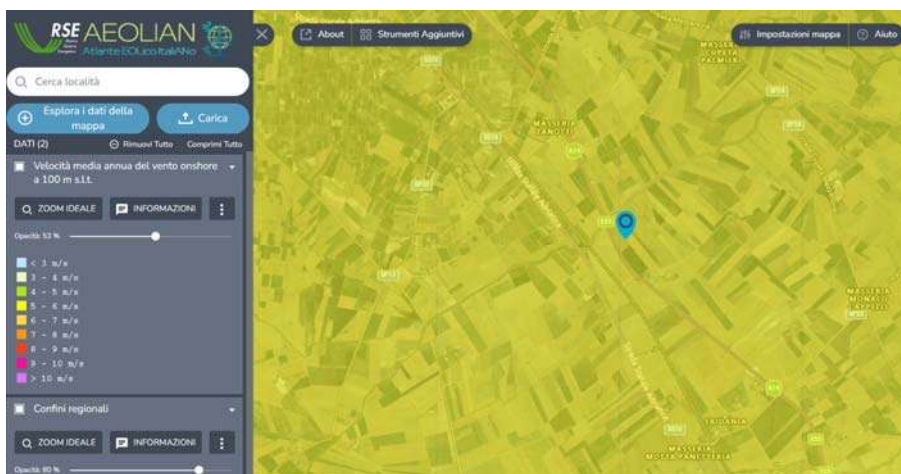
Nel caso di specie, i risultati ottenuti sono stati ridotti del 10% in modo che risultino più conservativi e aderenti alla realtà.



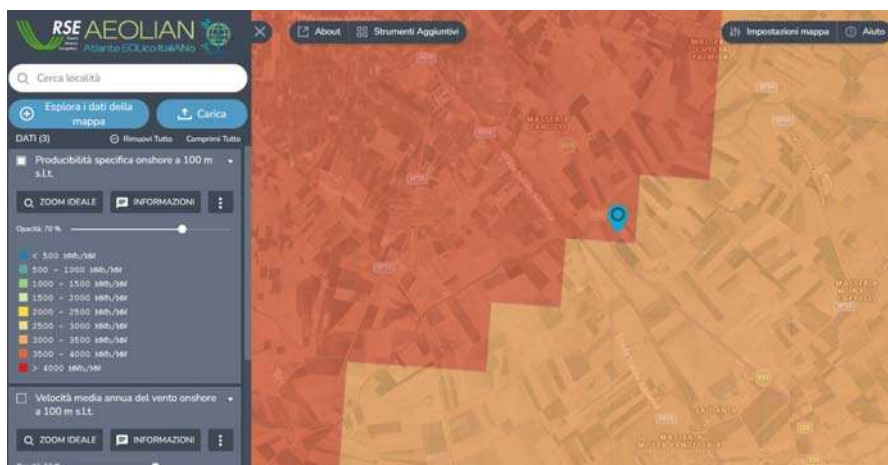
5.2.2 VERIFICA IN RELAZIONE ALL'ATLANTE EOLICO NAZIONALE

La verifica consiste in un confronto tra quelle che sono le medie del vento rilevate dall'anemometro in sito e quelle riportate dall'Atlante Eolico Interattivo Nazionale curato dall'RSE S.p.A. (Ricerca sul Sistema Energetico), società diretta e coordinata dal GSE SpA.

La velocità del vento riportata sulle carte dell'Atlante ad un'altezza dal suolo di 100m per il sito in questione varia da 5 a 6 m/s, e quindi confrontabile con i dati rilevati dall'anemometro.



Dalla verifica sulla ventosità si può quindi procedere ad una stima di massima della producibilità media del sito ad altezza di 100m.



La mappa fornisce, per il sito in esame, una producibilità specifica che varia dai 3.000 ai 4.000MWh/MW a 100m sls.

6 ANDAMENTO DELLA VENTOSITÀ SUL SITO

Il codice di calcolo WASP utilizza i dati forniti, in relazione al modello tridimensionale del terreno, per calcolare il campo di velocità del vento su un'area definita dall'operatore coincidente con quella dell'impianto. Il campo di vento viene restituito in forma tridimensionale e consente perciò di disporre anche del profilo della velocità media del vento a varie altezze dal suolo.

Con l'ausilio dei dati della stazione anemometrica è stato possibile risalire all'andamento della velocità del vento al variare della quota nell'area oggetto d'interesse, ottenendo i seguenti valori medi:

RIGNANO GARGANICO	30m	40m	50m	DIREZ.
V media (m/s)	5,33	5,60	5,73	NNW

E' stato quindi possibile costruire un campo di vento ad un'altezza media del mozzo di 119m, ottenendo una velocità media disponibile di 6,46m/s.

La distribuzione della ventosità sul sito è indicativa poiché non può prescindere dalle approssimazioni introdotte dalla curva di Weibull e dall'estrapolazione della velocità del vento al mozzo operata autonomamente dal modello di calcolo.

7 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

La produzione attesa per l'impianto in oggetto è stata valutata in relazione al modello di aerogeneratore e al posizionamento forniti dal Committente.

La curva di potenza utilizzata è quella fornita dalla casa costruttrice e calcolata alla densità dell'aria di 1,225 kg/m³, corrispondente alla densità standard del livello del mare.

Per rendere i risultati più aderenti al vero, occorre eliminare le perdite, di cui la prima da considerare è quella dovuta alla effettiva densità dell'aria del sito, in quanto per il calcolo è stata utilizzata la curva di potenza dell'aerogeneratore alla densità standard dell'aria.

Tale perdita, indicata in termini percentuali nella tabella sottostante, viene calcolata utilizzando la curva di potenza alla effettiva densità dell'aria del sito.

Nel caso specifico essa varia da 1,200 a 1,207 kg/m³, corrispondente ad un'altezza variabile dai 112,3m ai 173,4m s.l.m., ossia nel range comprendente le quote all'hub degli aerogeneratori di progetto rispetto al terreno.

Il passo successivo dell'analisi consiste nella valutazione delle perdite di energia (perdite elettriche, di produzione, di potenza) al fine di pervenire alla determinazione dell'energia che risulterà disponibile per essere ceduta alla rete elettrica.

Occorre quindi prendere in considerazione altre perdite dovute a:

- disponibilità dell'aerogeneratore nel corso dell'anno (manutenzione, distacchi rete, condizioni meteo sfavorevoli),
- degradazione della superficie delle pale,
- disponibilità della rete,
- perdite elettriche d'impianto,
- altre perdite.

Tra le altre perdite si potrebbero considerare quelle di scia, dovute alla presenza delle macchine circostanti, ma in questo caso, trattandosi di macchine a notevole distanza, questa perdita è quasi nulla, come evidenziato dalla produzione GROSS e quella lorda ricavate dal programma.

Costruttore	Modello	Potenza	H mozzo	Diam.	Prod. Gross (Free WTG)	Prod. Lorda
		(KW)	(m)	(m)	(MWh/y)	(MWh/y)
VESTAS	V162-6.0	6.000	119	162	341.318,60	323.969,40

In considerazione delle varie perdite indicate, si è deciso di valutare una perdita totale sull'impianto pari al 10%, ottenendo la seguente produzione netta:

Costruttore	Modello	Potenza	H mozzo	Diam.	Prod. Lorda	Loss	Prod. Netta
		(KW)	(m)	(m)	(MWh/y)	%	(MWh/y)
VESTAS	V162-6.0	6.000	119	162	323.969,40	10	291.572,50

L'energia riportata nell'ultima colonna della tabella rappresenta la stima della produzione netta annua del parco eolico in progetto cedibile alla rete.

In particolare, tutte le macchine hanno un'efficienza superiore al 90%, e 10 macchine su 18 avranno un'efficienza superiore al 95%.

Calculated Annual Energy for each of 18 new WTGs with total 108,0 MW rated power

Terrain	WTG type		Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve		Annual Energy		Park	
	Valid	Manufact					Creator	Name	Result	Result-10,0%	Efficiency	Mean wind speed
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[MWh]	[%]	[m/s]
1 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.389,8	16.551	97,0	6,46
2 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.118,8	16.307	95,6	6,46
3 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.525,6	16.673	97,7	6,46
4 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.541,7	16.688	97,8	6,46
5 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.129,6	16.317	95,7	6,46
6 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.160,8	15.445	90,5	6,46
7 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.188,8	15.470	90,6	6,46
8 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.735,7	15.962	93,5	6,46
9 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.641,8	15.878	93,0	6,46
10 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.170,7	16.354	95,8	6,46
11 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.891,0	16.102	94,3	6,46
12 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.504,2	15.754	92,3	6,46
13 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.993,0	16.194	94,9	6,46
14 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.384,3	16.546	97,0	6,46
15 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	17.935,1	16.142	94,6	6,46
16 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.368,6	16.532	96,9	6,46
17 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.149,9	16.335	95,7	6,46
18 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 --	18.140,1	16.326	95,6	6,46

8 VALUTAZIONE DELLE INCERTEZZE

Generalmente, la simulazione è effettuata sui percentili probabilistici P50, P75 e P90, ossia le produzioni annue la cui probabilità di essere superate è pari, rispettivamente, al 50%, al 75% e al 90%: maggiore è la probabilità di superamento "P", minore risulterà la produzione attesa e, di conseguenza, maggiore sarà il livello di cautela adottato.

Nella pratica tecnica, è prassi considerare il livello P75 per modellizzare il "Caso Base" del modello economico, utilizzando gli altri due scenari come input per l'analisi di sensitività ("Best Case" per il P50 e "Worst Case" per il P90) finalizzata a valutare la solidità dell'operazione. E' pertanto lecito considerare che il valore P75 sia un compromesso tra la necessità di un approccio conservativo, legato alla volubilità della fonte eolica, ed il livello di produzione medio, calcolato mediante la simulazione basata sui dati anemometrici registrati in sito.

Occorre quindi individuare le differenti cause di incertezza da considerate.

Quelle prese in considerazione riguardano:

- ✓ Misurazione del vento
- ✓ Elaborazione dei dati
- ✓ Calcolo di produzione energetica

Per quanto riguarda la misurazione del vento, occorre considerare i seguenti contributi di incertezza, intesa come deviazione standard della velocità del vento:

Calibrazione: Valutare se gli anemometri utilizzati sono stati correttamente calibrati.

Tipologia degli anemometri: Verificare che la tipologia di anemometri sia conforme ai più elevati standard anemologici, con caratteristica lineare e di classe più elevata.

Montaggio: Verificare se il palo è correttamente montato.

Quanto alle ulteriori cause di incertezza, relative all'elaborazione dei dati si considera:

Periodo di misura e filtraggio: si è inclusa in questa voce l'incertezza relativa al periodo di misura (18 mesi), e dei vari malfunzionamenti e intervalli di dati mancanti. Il contributo di incertezza viene tuttavia significativamente ridotto in fase di analisi.

Variabilità della media annuale: parametro indicativo dell'incertezza legata alle fluttuazioni statistiche della media annuale della velocità del vento, calcolate sulla base di misure storiche disponibili in località prossime al sito.

Quanto alle incertezze legate al calcolo di produzione energetica, si è considerato:

Accuratezza del modello di calcolo: contributo legato al modello fluidodinamico utilizzato rispetto alla complessità orografica dell'area di interesse. Nonostante l'utilizzo di un software di calcolo accurato, si è tenuto conto dell'incertezza legata alla disponibilità dei dati di un solo anemometro per la valutazione della risorsa eolica.

Curva di potenza: parametro che tiene conto dell'incertezza legata alla variabilità della curva di potenza rispetto a quanto certificato dai costruttori, anche in relazione alla rigenerazione della macchina e alla complessità orografica del territorio.

Modelli di scia: l'interazione aerodinamica tra aerogeneratori induce dei deficit di velocità legati alle scie, delle quali si tiene conto attraverso modelli analitici.

Schematicamente:

MISURAZIONE DEL VENTO		MIN	MAX
	CALIBRAZIONE	0,70%	1,50%
	TIPOLOGIA ANEMOMETRI	0,50%	1,00%
	MONTAGGIO	1,00%	2,20%
ELABORAZIONE DATI			
	PERIODO DI MISURA	2,50%	4,20%
	FILTRAGGIO	1,20%	2,70%
	VARIABILITA' MEDIA ANNUALE	1,00%	2,00%

CALCOLO PRODUZIONE ENERGETICA			
	ACCURATEZZA MODELLO DI CALCOLO	0,70%	1,50%
	CURVA DI POTENZA	1,20%	2,50%
	MODELLI DI SCIA	0,50%	0,70%
		9,30%	18,30%

In generale, si osserva una diminuzione di produzione, a valle dell'analisi di incertezza effettuata; con riferimento ad un periodo di 10 anni, tale diminuzione per il valore P75 è circa compresa tra il 8,5 % e l'10%, mentre per il P90 è pari a circa compresa tra il 18% e il 19%, rispetto al valore a P50.

Nella stima della produzione P75 e P90 dell'aerogeneratore si è tenuto conto di tutte le incertezze nella misurazione del vento e nel calcolo della produzione energetica.

La stima calcolata al valore P75 e P90 determina, rispetto al valore P50, una riduzione di produzione energetica, relativamente ad un orizzonte temporale di 10 anni, come indicato:

- 8,5%-10% del valore P75
- 18%-19% dell valore P90

Ottenendo pertanto i seguenti valori di produzione attesa:

PRODUZIONE ATTESA	P50	P75	P90
EOS SAN SEVERO 1	MWh/y	MWh/y	MWh/y
V162-6.0	291.572,50	266.788,00	239.090,00

9 CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati della stima di produzione attesa dell'impianto eolico EOS SERRA 2, che sorgerà sul territorio comunale di Serracapriola e costituito da n. 18 aerogeneratori della potenza nominale di 6.0 MW per una potenza complessiva d'impianto di 108MW.

Si è proceduto prima con la validazione e l'analisi statistica dei dati di vento forniti, rilevati dalla stazione anemometrica installata, e con la storicizzazione degli stessi tramite serie di dati storici di ventosità d'area, nonché con la messa a punto del modello di calcolo WAsP.

Questa si è resa necessaria per valutare, attraverso verifiche e controlli successivi, la capacità del modello a interpretare i dati di ventosità forniti, e in particolare gli effetti dell'orografia e della rugosità del terreno sulla corretta estrapolazione della velocità del vento al mozzo della macchina.

Le numerose verifiche hanno consentito di valutare le approssimazioni e il grado di incertezza introdotto dal modello nel calcolo in ogni fase del processo.

I fattori di maggiore incertezza nel processo di valutazione sono dovuti alla misura e alla variabilità della velocità media annuale del vento, insiti nella risorsa eolica.

Tutti i calcoli sono stati effettuati adattando quanto più possibile il modello di vento ottenuto dai programmi di fluidodinamica ai dati realmente osservati, optando in qualche occasione per scelte conservative.

Con i risultati ottenuti si è proceduto alla valutazione della produzione attesa, lorda e netta, della soluzione di layout con il tipo di macchina in esame, ossia la Vestas EnVentus V162-6.0MW.

Dall'elaborazione effettuata è risultata una produzione annuale netta di 291.572,50MWh che corrisponde alla P50, ossia la produzione che ha una probabilità del 50% che venga superata.

Considerando invece la produzione corrispondente alla **P75**, questa scende a **266.788,00MWh/anno**, rimanendo in ogni caso l'investimento estremamente interessante.

Foggia, 19/02/2024

Ing. Angela O. CUONZO

ALLEGATI

PRODUCIBILITA' VESTAS V162 – 6.0MW

Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 1

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Main Result

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

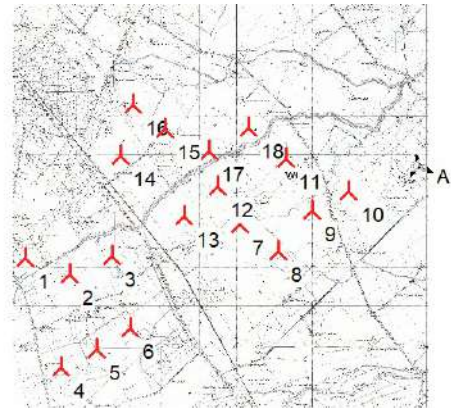
Air density calculation mode Individual per WTG
 Result for WTG at hub altitude 1,200 kg/m³ to 1,207 kg/m³
 Air density relative to standard 98,3 %
 Hub altitude above sea level (asl) 112,3 m to 173,4 m
 Annual mean temperature at hub alt. 14,9 °C to 15,3 °C
 Pressure at WTGs 992,7 hPa to 999,9 hPa

Wake Model Parameters

Wake Decay Constant 0,075 Open farmland

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



Scale 1:200.000

▲ New WTG

▲ Meteorological Data

Key results for height 119,0 m above ground level

Terrain UTM WGS84 Zone: 33

East	North	Name of wind distribution	Height [m]	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]
A 545.745,15	4.608.485,37	MAST RG	50,0	MEASURE	2.890	6,5

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result [MWh/y]	Result-10,0% [MWh]	GROSS (no loss) [MWh/y]	Park efficiency [%]	Specific results ^{a)}			Mean wind speed @hub height [m/s]
					Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	
Wind farm	323.969,4	291.572,5	341.318,6	94,9	30,8	16.198,5	2.700	6,5

a) Based on Result-10,0%

Calculated Annual Energy for each of 18 new WTGs with total 108,0 MW rated power

Terrain	Valid	WTG type	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy		Park	
										Result [MWh]	Result-10,0% [MWh]	Efficiency [%]	Mean wind speed [m/s]
1	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.389,8	16.551	97,0	6,46
2	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.118,8	16.307	95,6	6,46
3	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.525,6	16.673	97,7	6,46
4	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.541,7	16.688	97,8	6,46
5	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.129,6	16.317	95,7	6,46
6	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.160,8	15.445	90,5	6,46
7	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.188,8	15.470	90,6	6,46
8	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.735,7	15.962	93,5	6,46
9	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.641,8	15.878	93,0	6,46
10	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.170,7	16.354	95,8	6,46
11	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.891,0	16.102	94,3	6,46
12	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.504,2	15.754	92,3	6,46
13	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.993,0	16.194	94,9	6,46
14	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.384,3	16.546	97,0	6,46
15	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	17.935,1	16.142	94,6	6,46
16	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.368,6	16.532	96,9	6,46
17	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.149,9	16.335	95,7	6,46
18	A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0 -- Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	18.140,1	16.326	95,6	6,46

*) Included in array losses is influence from 24 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 2

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Main Result**Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"****WTG siting****UTM WGS84 Zone: 33**

	East	North	Z	Row data/Description
	UTM WGS84 Zone: 33			[m]
1 New	535.331,28	4.606.091,57	52,6	S1
2 New	536.508,85	4.605.664,88	53,2	S2
3 New	537.609,03	4.606.150,31	49,3	S3
4 New	536.264,90	4.603.194,37	54,4	S4
5 New	537.218,69	4.603.669,92	51,8	S5
6 New	538.113,93	4.604.220,35	48,6	S6
7 New	541.015,95	4.606.992,33	41,1	S7
8 New	542.031,36	4.606.256,08	38,4	S8
9 New	542.921,12	4.607.330,08	38,8	S9
10 New	543.887,04	4.607.839,18	37,0	S10
11 New	542.234,97	4.608.707,36	35,9	S11
12 New	540.429,12	4.607.982,95	41,0	S12
13 New	539.528,65	4.607.190,92	43,8	S13
14 New	537.846,71	4.608.790,02	45,4	S14
15 New	539.021,42	4.609.513,22	42,3	S15
16 New	538.183,56	4.610.147,71	43,2	S16
17 New	540.204,36	4.608.903,32	41,0	S17
18 New	541.248,10	4.609.517,84	37,2	S18

Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 5

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

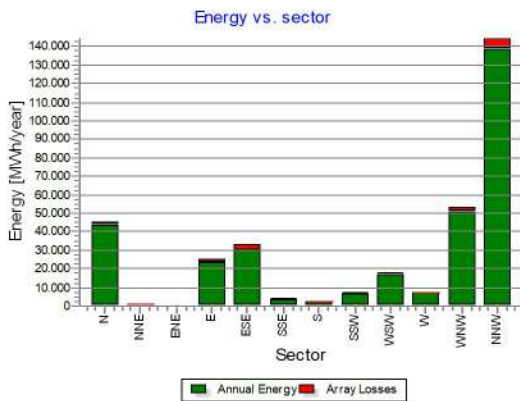
18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Production Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,200 kg/m³ - 1,207 kg/m³

Directional Analysis

Sector	0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy [MWh]	45.194,3	784,3	402,7	24.997,5	33.467,9	3.802,8	2.373,2	6.906,7	17.885,1	7.466,2	53.610,0	144.427,8	341.318,6
-Decrease due to array losses [MWh]	1.719,4	42,8	49,2	1.776,3	3.366,0	313,5	127,5	334,8	838,0	270,7	3.053,2	5.457,7	17.349,2
Resulting energy [MWh]	43.474,9	741,6	353,5	23.221,2	30.101,9	3.489,2	2.245,7	6.571,9	17.047,2	7.195,5	50.556,8	138.970,1	323.969,4
Specific energy [kWh/m ²]													873
Specific energy [kWh/kW]													3.000
Decrease due to array losses [%]	3,8	5,5	12,2	7,1	10,1	8,2	5,4	4,8	4,7	3,6	5,7	3,8	5,08
Utilization [%]	30,1	32,9	34,2	35,3	39,0	35,6	34,3	31,1	24,2	30,0	29,9	28,9	30,2
Full Load Equivalent [Hours/year]	403	7	3	215	279	32	21	61	158	67	468	1.287	3.000



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 6

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 1 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	[m/s] 24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

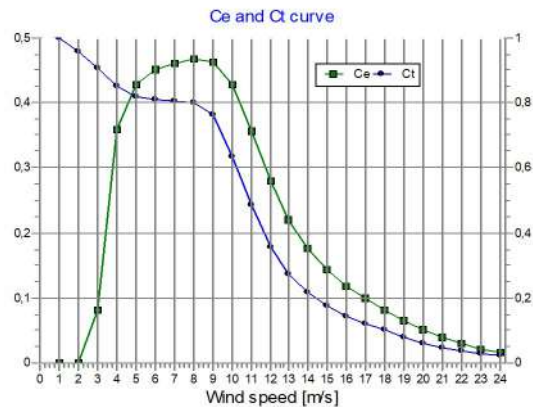
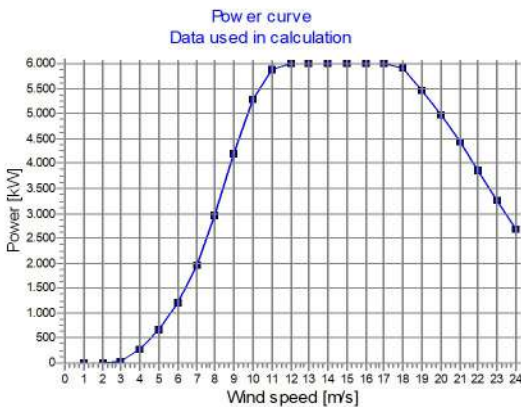
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,201 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,1	0,08	2,50-3,50	51,1	51,1	0,3
4,0	284,1	0,36	3,50-4,50	237,7	288,8	1,6
5,0	661,5	0,43	4,50-5,50	588,4	877,2	4,8
6,0	1.203,9	0,45	5,50-6,50	1.087,5	1.964,7	10,7
7,0	1.959,6	0,46	6,50-7,50	1.733,0	3.697,7	20,1
8,0	2.956,4	0,47	7,50-8,50	2.315,1	6.012,8	32,7
9,0	4.176,7	0,46	8,50-9,50	2.715,9	8.728,6	47,5
10,0	5.288,3	0,43	9,50-10,50	2.738,6	11.467,2	62,4
11,0	5.886,1	0,36	10,50-11,50	2.267,9	13.735,1	74,7
12,0	5.993,6	0,28	11,50-12,50	1.690,0	15.425,1	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.182,7	16.607,8	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	770,7	17.378,5	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	458,1	17.836,5	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	250,8	18.087,3	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	136,3	18.223,6	99,1
18,0	5.915,4	0,08	17,50-18,50	81,2	18.304,8	99,5
19,0	5.465,2	0,06	18,50-19,50	43,8	18.348,6	99,8
20,0	4.986,3	0,05	19,50-20,50	22,3	18.370,9	99,9
21,0	4.419,0	0,04	20,50-21,50	11,9	18.382,8	100,0
22,0	3.852,6	0,03	21,50-22,50	4,5	18.387,3	100,0
23,0	3.263,9	0,02	22,50-23,50	2,0	18.389,3	100,0
24,0	2.672,6	0,02	23,50-24,50	0,5	18.389,8	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 7

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 2 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

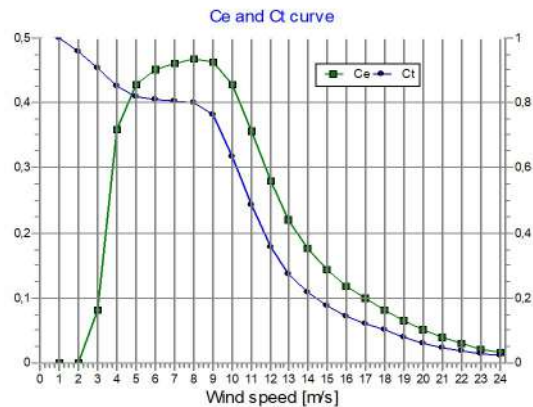
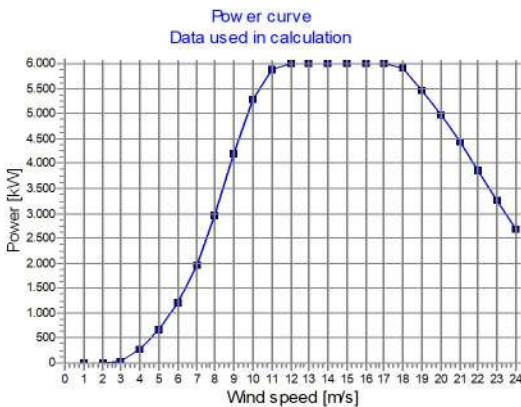
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,200 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,1	0,08	2,50-3,50	50,3	50,3	0,3
4,0	284,1	0,36	3,50-4,50	234,2	284,5	1,6
5,0	661,5	0,43	4,50-5,50	579,7	864,2	4,8
6,0	1.203,8	0,45	5,50-6,50	1.071,5	1.935,7	10,7
7,0	1.959,5	0,46	6,50-7,50	1.707,4	3.643,1	20,1
8,0	2.956,3	0,47	7,50-8,50	2.281,0	5.924,1	32,7
9,0	4.176,4	0,46	8,50-9,50	2.675,8	8.599,9	47,5
10,0	5.288,1	0,43	9,50-10,50	2.698,2	11.298,1	62,4
11,0	5.886,0	0,36	10,50-11,50	2.234,5	13.532,6	74,7
12,0	5.993,6	0,28	11,50-12,50	1.665,1	15.197,7	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.165,3	16.363,0	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	759,4	17.122,4	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	451,3	17.573,7	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	247,1	17.820,8	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	134,3	17.955,1	99,1
18,0	5.915,6	0,08	17,50-18,50	80,0	18.035,2	99,5
19,0	5.465,5	0,06	18,50-19,50	43,2	18.078,3	99,8
20,0	4.986,7	0,05	19,50-20,50	21,9	18.100,3	99,9
21,0	4.419,4	0,04	20,50-21,50	11,7	18.111,9	100,0
22,0	3.853,0	0,03	21,50-22,50	4,4	18.116,4	100,0
23,0	3.264,3	0,02	22,50-23,50	2,0	18.118,3	100,0
24,0	2.673,1	0,02	23,50-24,50	0,5	18.118,8	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 8

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 3 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs without 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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

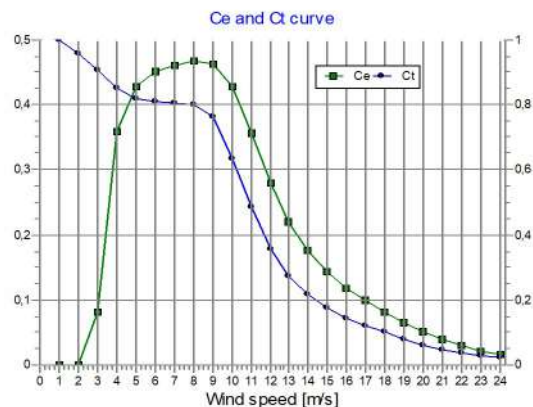
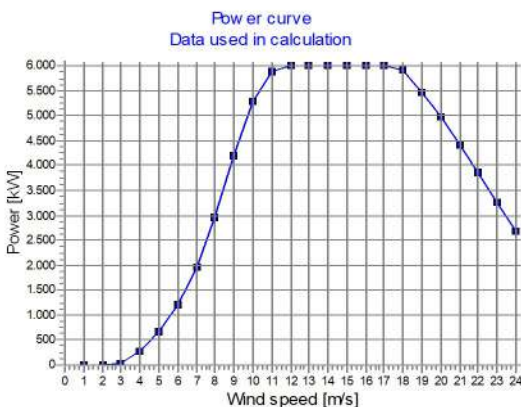
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,201 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,2	0,08	2,50-3,50	51,5	51,5	0,3
4,0	284,3	0,36	3,50-4,50	239,5	291,0	1,6
5,0	661,7	0,43	4,50-5,50	592,8	883,8	4,8
6,0	1.204,3	0,45	5,50-6,50	1.095,7	1.979,5	10,7
7,0	1.960,3	0,46	6,50-7,50	1.746,0	3.725,5	20,1
8,0	2.957,4	0,47	7,50-8,50	2.332,5	6.058,0	32,7
9,0	4.178,1	0,46	8,50-9,50	2.736,2	8.794,2	47,5
10,0	5.289,8	0,43	9,50-10,50	2.758,9	11.553,2	62,4
11,0	5.886,9	0,36	10,50-11,50	2.284,4	13.837,6	74,7
12,0	5.993,7	0,28	11,50-12,50	1.702,1	15.539,7	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.191,2	16.730,9	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	776,2	17.507,1	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	461,4	17.968,5	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	252,6	18.221,0	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	137,3	18.358,4	99,1
18,0	5.914,3	0,08	17,50-18,50	81,8	18.440,2	99,5
19,0	5.463,5	0,06	18,50-19,50	44,1	18.484,2	99,8
20,0	4.984,0	0,05	19,50-20,50	22,4	18.506,7	99,9
21,0	4.416,6	0,04	20,50-21,50	11,9	18.518,6	100,0
22,0	3.850,0	0,03	21,50-22,50	4,5	18.523,1	100,0
23,0	3.261,3	0,02	22,50-23,50	2,0	18.525,1	100,0
24,0	2.669,5	0,02	23,50-24,50	0,5	18.525,6	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 9

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 4 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

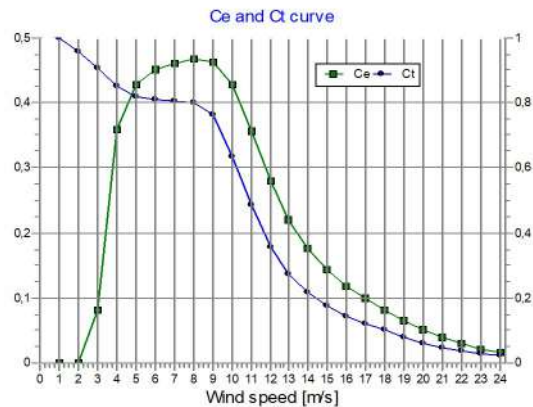
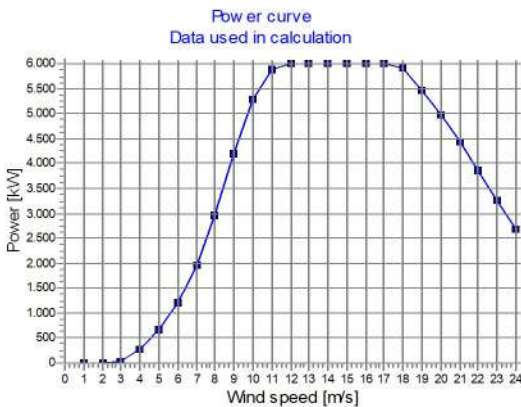
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,200 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,1	0,08	2,50-3,50	51,5	51,5	0,3
4,0	284,1	0,36	3,50-4,50	239,6	291,1	1,6
5,0	661,4	0,43	4,50-5,50	593,2	884,3	4,8
6,0	1.203,7	0,45	5,50-6,50	1.096,4	1.980,7	10,7
7,0	1.959,3	0,46	6,50-7,50	1.747,2	3.727,9	20,1
8,0	2.955,9	0,47	7,50-8,50	2.334,1	6.062,0	32,7
9,0	4.175,9	0,46	8,50-9,50	2.738,1	8.800,2	47,5
10,0	5.287,5	0,43	9,50-10,50	2.761,1	11.561,3	62,4
11,0	5.885,8	0,36	10,50-11,50	2.286,7	13.848,0	74,7
12,0	5.993,6	0,28	11,50-12,50	1.704,1	15.552,1	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.192,6	16.744,7	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	777,2	17.521,9	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	461,9	17.983,8	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	252,9	18.236,7	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	137,5	18.374,1	99,1
18,0	5.916,0	0,08	17,50-18,50	81,9	18.456,0	99,5
19,0	5.466,1	0,06	18,50-19,50	44,2	18.500,2	99,8
20,0	4.987,5	0,05	19,50-20,50	22,5	18.522,7	99,9
21,0	4.420,2	0,04	20,50-21,50	12,0	18.534,6	100,0
22,0	3.853,9	0,03	21,50-22,50	4,5	18.539,2	100,0
23,0	3.265,3	0,02	22,50-23,50	2,0	18.541,2	100,0
24,0	2.674,2	0,02	23,50-24,50	0,5	18.541,7	100,0



Project:
"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page
18/02/2024 23:04 / 10

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:
18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 5 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

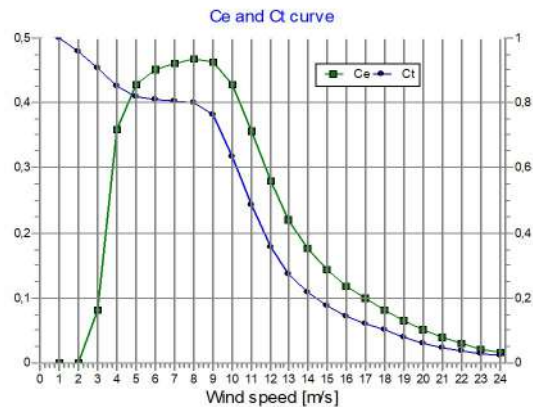
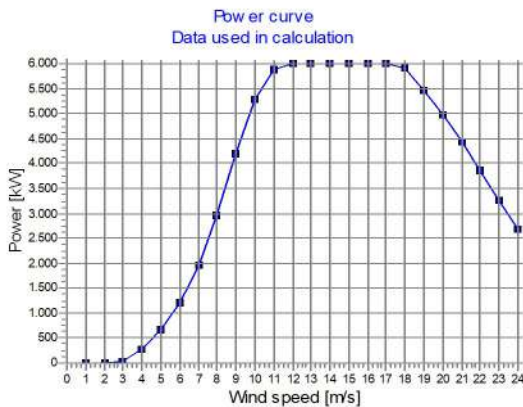
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,201 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,1	0,08	2,50-3,50	50,3	50,3	0,3
4,0	284,2	0,36	3,50-4,50	234,3	284,7	1,6
5,0	661,6	0,43	4,50-5,50	580,1	864,8	4,8
6,0	1.204,0	0,45	5,50-6,50	1.072,2	1.937,0	10,7
7,0	1.959,8	0,46	6,50-7,50	1.708,5	3.645,5	20,1
8,0	2.956,7	0,47	7,50-8,50	2.282,4	5.927,9	32,7
9,0	4.177,0	0,46	8,50-9,50	2.677,5	8.605,4	47,5
10,0	5.288,7	0,43	9,50-10,50	2.699,9	11.305,3	62,4
11,0	5.886,3	0,36	10,50-11,50	2.235,7	13.541,0	74,7
12,0	5.993,7	0,28	11,50-12,50	1.666,0	15.207,0	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.165,9	16.372,9	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	759,8	17.132,7	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	451,6	17.584,3	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	247,2	17.831,5	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	134,4	17.965,9	99,1
18,0	5.915,2	0,08	17,50-18,50	80,1	18.045,9	99,5
19,0	5.464,8	0,06	18,50-19,50	43,2	18.089,1	99,8
20,0	4.985,7	0,05	19,50-20,50	22,0	18.111,1	99,9
21,0	4.418,4	0,04	20,50-21,50	11,7	18.122,7	100,0
22,0	3.851,9	0,03	21,50-22,50	4,4	18.127,2	100,0
23,0	3.263,3	0,02	22,50-23,50	2,0	18.129,2	100,0
24,0	2.671,8	0,02	23,50-24,50	0,5	18.129,6	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 11

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 6 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs without wake losses - 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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

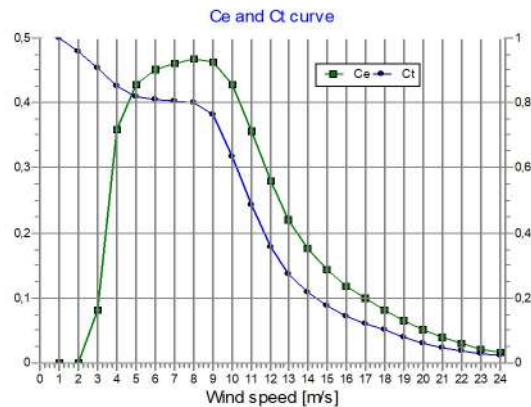
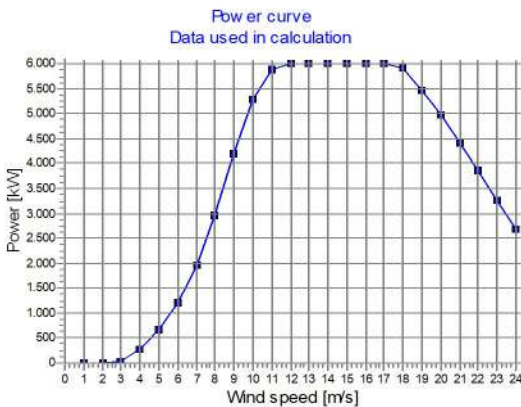
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,201 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,2	0,08	2,50-3,50	47,7	47,7	0,3
4,0	284,3	0,36	3,50-4,50	221,9	269,5	1,6
5,0	661,8	0,43	4,50-5,50	549,2	818,7	4,8
6,0	1.204,4	0,45	5,50-6,50	1.015,0	1.833,7	10,7
7,0	1.960,4	0,46	6,50-7,50	1.617,4	3.451,1	20,1
8,0	2.957,6	0,47	7,50-8,50	2.160,7	5.611,8	32,7
9,0	4.178,3	0,46	8,50-9,50	2.534,7	8.146,5	47,5
10,0	5.290,1	0,43	9,50-10,50	2.555,7	10.702,2	62,4
11,0	5.887,0	0,36	10,50-11,50	2.116,1	12.818,3	74,7
12,0	5.993,7	0,28	11,50-12,50	1.576,7	14.395,0	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.103,4	15.498,4	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	719,0	16.217,4	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	427,4	16.644,7	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	233,9	16.878,7	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	127,2	17.005,9	99,1
18,0	5.914,1	0,08	17,50-18,50	75,7	17.081,6	99,5
19,0	5.463,1	0,06	18,50-19,50	40,8	17.122,5	99,8
20,0	4.983,5	0,05	19,50-20,50	20,8	17.143,2	99,9
21,0	4.416,0	0,04	20,50-21,50	11,1	17.154,3	100,0
22,0	3.849,4	0,03	21,50-22,50	4,2	17.158,5	100,0
23,0	3.260,8	0,02	22,50-23,50	1,9	17.160,3	100,0
24,0	2.668,8	0,02	23,50-24,50	0,5	17.160,8	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 12

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 7 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

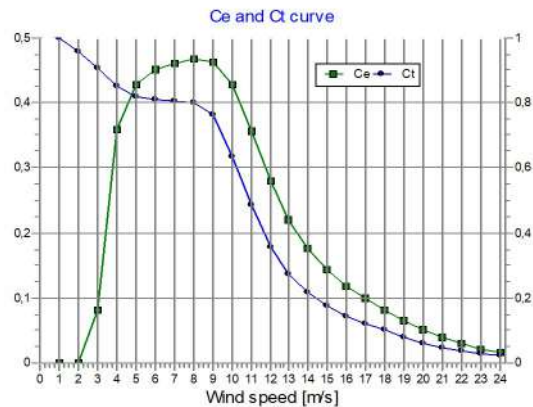
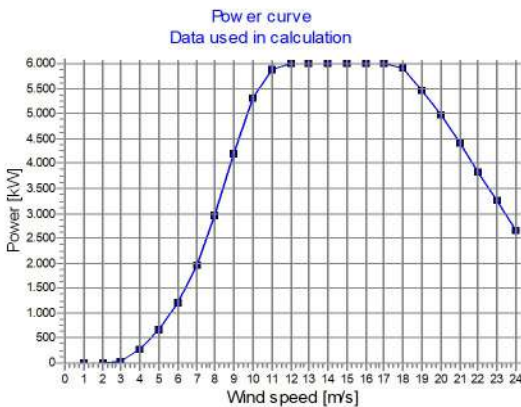
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,4	0,08	2,50-3,50	47,8	47,8	0,3
4,0	284,6	0,36	3,50-4,50	222,4	270,1	1,6
5,0	662,3	0,43	4,50-5,50	550,3	820,4	4,8
6,0	1.205,3	0,45	5,50-6,50	1.016,9	1.837,3	10,7
7,0	1.961,9	0,46	6,50-7,50	1.620,5	3.457,8	20,1
8,0	2.959,7	0,47	7,50-8,50	2.164,8	5.622,7	32,7
9,0	4.181,4	0,46	8,50-9,50	2.539,5	8.162,1	47,5
10,0	5.293,3	0,43	9,50-10,50	2.560,1	10.722,2	62,4
11,0	5.888,6	0,36	10,50-11,50	2.119,1	12.841,3	74,7
12,0	5.993,9	0,28	11,50-12,50	1.578,6	14.419,9	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.104,7	15.524,5	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	719,9	16.244,4	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	427,9	16.672,3	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	234,2	16.906,5	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	127,4	17.033,8	99,1
18,0	5.911,6	0,08	17,50-18,50	75,8	17.109,6	99,5
19,0	5.459,4	0,06	18,50-19,50	40,9	17.150,5	99,8
20,0	4.978,5	0,05	19,50-20,50	20,8	17.171,3	99,9
21,0	4.410,7	0,04	20,50-21,50	11,1	17.182,3	100,0
22,0	3.843,7	0,03	21,50-22,50	4,2	17.186,5	100,0
23,0	3.255,0	0,02	22,50-23,50	1,9	17.188,4	100,0
24,0	2.662,0	0,02	23,50-24,50	0,5	17.188,8	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 13

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 8 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

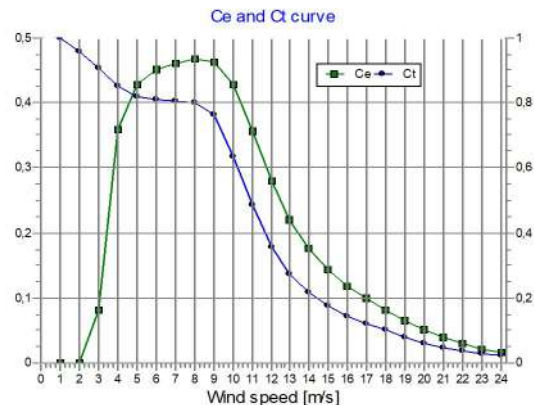
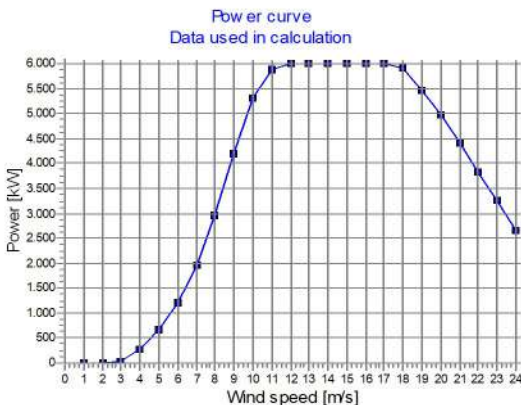
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,4	0,08	2,50-3,50	49,3	49,3	0,3
4,0	284,7	0,36	3,50-4,50	229,5	278,8	1,6
5,0	662,5	0,43	4,50-5,50	567,8	846,6	4,8
6,0	1.205,6	0,45	5,50-6,50	1.049,4	1.896,0	10,7
7,0	1.962,4	0,46	6,50-7,50	1.672,2	3.568,2	20,1
8,0	2.960,5	0,47	7,50-8,50	2.233,9	5.802,1	32,7
9,0	4.182,5	0,46	8,50-9,50	2.620,5	8.422,6	47,5
10,0	5.294,4	0,43	9,50-10,50	2.641,6	11.064,2	62,4
11,0	5.889,2	0,36	10,50-11,50	2.186,4	13.250,5	74,7
12,0	5.993,9	0,28	11,50-12,50	1.628,6	14.879,1	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.139,6	16.018,7	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	742,6	16.761,4	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	441,4	17.202,8	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	241,6	17.444,4	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	131,4	17.575,8	99,1
18,0	5.910,8	0,08	17,50-18,50	78,2	17.654,0	99,5
19,0	5.458,1	0,06	18,50-19,50	42,1	17.696,1	99,8
20,0	4.976,7	0,05	19,50-20,50	21,4	17.717,5	99,9
21,0	4.408,8	0,04	20,50-21,50	11,4	17.728,9	100,0
22,0	3.841,6	0,03	21,50-22,50	4,3	17.733,2	100,0
23,0	3.253,0	0,02	22,50-23,50	1,9	17.735,2	100,0
24,0	2.659,6	0,02	23,50-24,50	0,5	17.735,7	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 14

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" WTG: 9 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

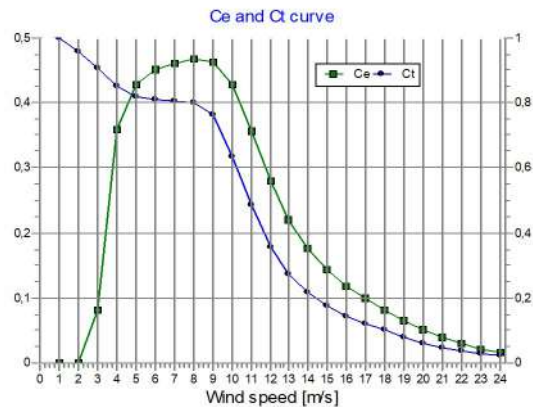
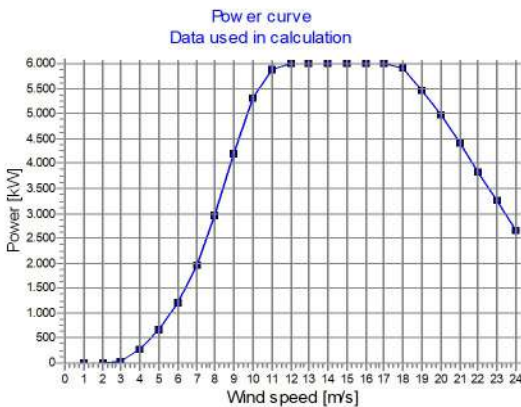
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.380,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,4	0,08	2,50-3,50	49,1	49,1	0,3
4,0	284,6	0,36	3,50-4,50	228,2	277,3	1,6
5,0	662,5	0,43	4,50-5,50	564,8	842,1	4,8
6,0	1.205,5	0,45	5,50-6,50	1.043,8	1.885,9	10,7
7,0	1.962,3	0,46	6,50-7,50	1.663,3	3.549,2	20,1
8,0	2.960,4	0,47	7,50-8,50	2.222,1	5.771,3	32,7
9,0	4.182,4	0,46	8,50-9,50	2.606,6	8.377,9	47,5
10,0	5.294,2	0,43	9,50-10,50	2.627,6	11.005,5	62,4
11,0	5.889,1	0,36	10,50-11,50	2.174,8	13.180,3	74,7
12,0	5.993,9	0,28	11,50-12,50	1.620,0	14.800,3	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.133,6	15.933,9	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	738,7	16.672,6	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	439,1	17.111,7	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	240,4	17.352,0	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	130,7	17.482,7	99,1
18,0	5.910,9	0,08	17,50-18,50	77,8	17.560,5	99,5
19,0	5.458,3	0,06	18,50-19,50	41,9	17.602,4	99,8
20,0	4.977,0	0,05	19,50-20,50	21,3	17.623,7	99,9
21,0	4.409,1	0,04	20,50-21,50	11,3	17.635,1	100,0
22,0	3.841,9	0,03	21,50-22,50	4,3	17.639,4	100,0
23,0	3.253,3	0,02	22,50-23,50	1,9	17.641,3	100,0
24,0	2.659,9	0,02	23,50-24,50	0,5	17.641,8	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 15

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 10 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

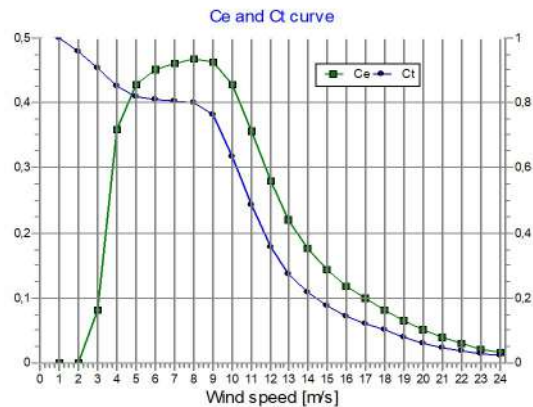
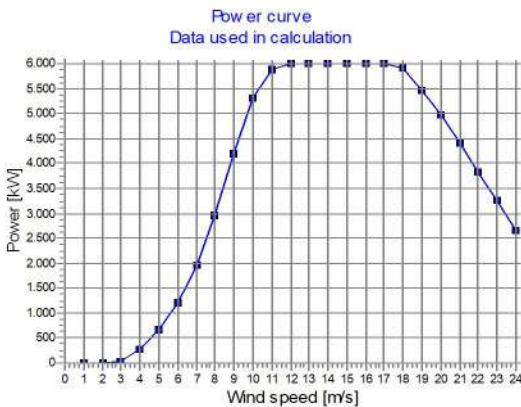
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,5	0,08	2,50-3,50	50,6	50,6	0,3
4,0	284,7	0,36	3,50-4,50	235,1	285,7	1,6
5,0	662,6	0,43	4,50-5,50	581,8	867,5	4,8
6,0	1.205,8	0,45	5,50-6,50	1.075,2	1.942,6	10,7
7,0	1.962,6	0,46	6,50-7,50	1.713,3	3.655,9	20,1
8,0	2.960,9	0,47	7,50-8,50	2.288,8	5.944,8	32,7
9,0	4.183,1	0,46	8,50-9,50	2.684,9	8.629,6	47,5
10,0	5.295,0	0,43	9,50-10,50	2.706,4	11.336,1	62,4
11,0	5.889,5	0,36	10,50-11,50	2.239,9	13.576,0	74,7
12,0	5.994,0	0,28	11,50-12,50	1.668,4	15.244,3	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.167,5	16.411,8	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	760,8	17.172,6	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	452,2	17.624,8	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	247,5	17.872,3	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	134,6	18.006,9	99,1
18,0	5.910,3	0,08	17,50-18,50	80,1	18.087,0	99,5
19,0	5.457,4	0,06	18,50-19,50	43,2	18.130,2	99,8
20,0	4.975,7	0,05	19,50-20,50	21,9	18.152,1	99,9
21,0	4.407,8	0,04	20,50-21,50	11,7	18.163,8	100,0
22,0	3.840,5	0,03	21,50-22,50	4,4	18.168,2	100,0
23,0	3.251,9	0,02	22,50-23,50	2,0	18.170,2	100,0
24,0	2.658,2	0,02	23,50-24,50	0,5	18.170,7	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 16

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 11 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs 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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

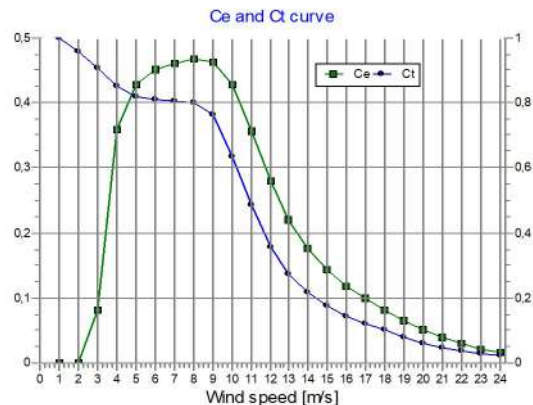
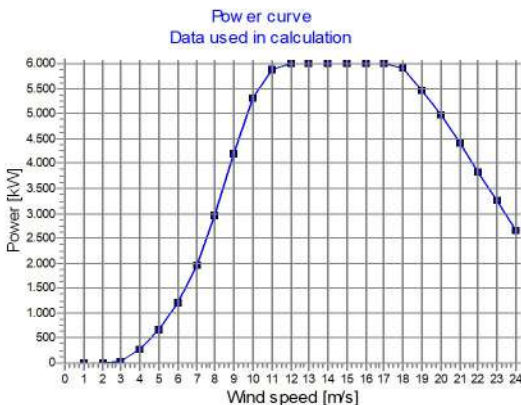
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,5	0,08	2,50-3,50	49,8	49,8	0,3
4,0	284,8	0,36	3,50-4,50	231,5	281,3	1,6
5,0	662,7	0,43	4,50-5,50	572,9	854,2	4,8
6,0	1.205,9	0,45	5,50-6,50	1.058,7	1.912,8	10,7
7,0	1.962,8	0,46	6,50-7,50	1.687,0	3.599,8	20,1
8,0	2.961,2	0,47	7,50-8,50	2.253,7	5.853,5	32,7
9,0	4.183,5	0,46	8,50-9,50	2.643,6	8.497,2	47,5
10,0	5.295,5	0,43	9,50-10,50	2.664,8	11.162,0	62,4
11,0	5.889,7	0,36	10,50-11,50	2.205,4	13.367,3	74,7
12,0	5.994,0	0,28	11,50-12,50	1.642,6	15.009,9	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.149,5	16.159,4	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	749,0	16.908,4	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	445,2	17.353,6	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	243,7	17.597,3	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	132,5	17.729,8	99,1
18,0	5.909,9	0,08	17,50-18,50	78,9	17.808,7	99,5
19,0	5.456,9	0,06	18,50-19,50	42,5	17.851,2	99,8
20,0	4.975,0	0,05	19,50-20,50	21,6	17.872,8	99,9
21,0	4.407,0	0,04	20,50-21,50	11,5	17.884,3	100,0
22,0	3.839,7	0,03	21,50-22,50	4,3	17.888,6	100,0
23,0	3.251,1	0,02	22,50-23,50	1,9	17.890,5	100,0
24,0	2.657,3	0,02	23,50-24,50	0,5	17.891,0	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 17

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 12 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

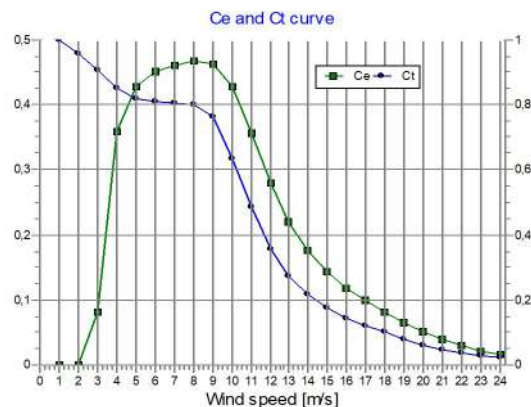
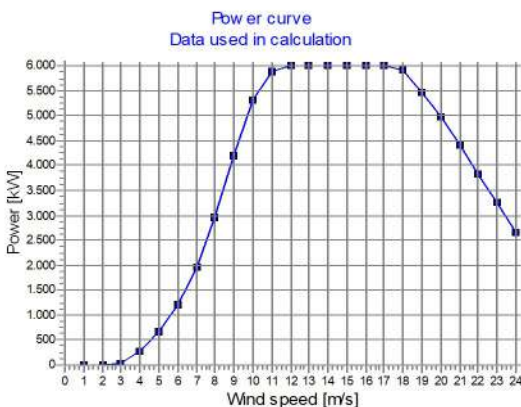
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.380,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,02	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,4	0,08	2,50-3,50	48,7	48,7	0,3
4,0	284,6	0,36	3,50-4,50	226,4	275,1	1,6
5,0	662,3	0,43	4,50-5,50	560,4	835,5	4,8
6,0	1.205,3	0,45	5,50-6,50	1.035,6	1.871,0	10,7
7,0	1.961,9	0,46	6,50-7,50	1.650,2	3.521,2	20,1
8,0	2.959,8	0,47	7,50-8,50	2.204,6	5.725,8	32,7
9,0	4.181,5	0,46	8,50-9,50	2.586,0	8.311,9	47,5
10,0	5.293,3	0,43	9,50-10,50	2.607,0	10.918,9	62,4
11,0	5.888,6	0,36	10,50-11,50	2.158,0	13.076,9	74,7
12,0	5.993,9	0,28	11,50-12,50	1.607,5	14.684,4	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.124,9	15.809,3	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	733,1	16.542,4	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	435,7	16.978,1	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	238,5	17.216,6	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	129,7	17.346,3	99,1
18,0	5.911,6	0,08	17,50-18,50	77,2	17.423,5	99,5
19,0	5.459,4	0,06	18,50-19,50	41,6	17.465,1	99,8
20,0	4.978,4	0,05	19,50-20,50	21,2	17.486,3	99,9
21,0	4.410,6	0,04	20,50-21,50	11,3	17.497,5	100,0
22,0	3.843,6	0,03	21,50-22,50	4,3	17.501,8	100,0
23,0	3.255,0	0,02	22,50-23,50	1,9	17.503,7	100,0
24,0	2.661,9	0,02	23,50-24,50	0,5	17.504,2	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 18

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 13 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

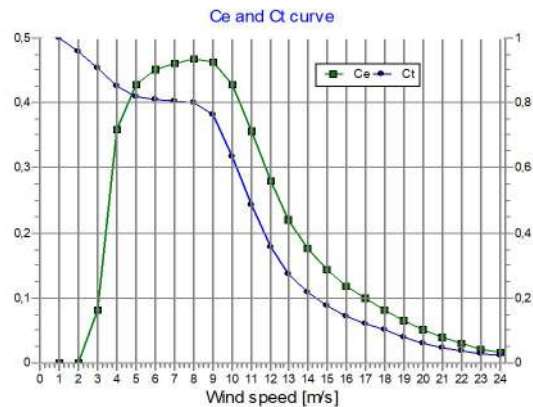
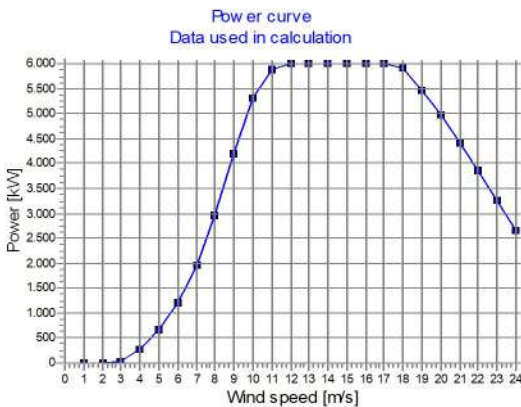
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,3	0,08	2,50-3,50	50,0	50,0	0,3
4,0	284,5	0,36	3,50-4,50	232,7	282,7	1,6
5,0	662,1	0,43	4,50-5,50	575,9	858,7	4,8
6,0	1.204,9	0,45	5,50-6,50	1.064,4	1.923,0	10,7
7,0	1.961,3	0,46	6,50-7,50	1.696,1	3.619,2	20,1
8,0	2.959,0	0,47	7,50-8,50	2.265,9	5.885,1	32,7
9,0	4.180,3	0,46	8,50-9,50	2.658,0	8.543,1	47,5
10,0	5.292,1	0,43	9,50-10,50	2.679,8	11.222,9	62,4
11,0	5.888,0	0,36	10,50-11,50	2.218,4	13.441,3	74,7
12,0	5.993,8	0,28	11,50-12,50	1.652,7	15.093,9	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.156,6	16.250,5	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	753,7	17.004,2	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	447,9	17.452,1	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	245,2	17.697,3	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	133,3	17.830,7	99,1
18,0	5.912,5	0,08	17,50-18,50	79,4	17.910,0	99,5
19,0	5.460,8	0,06	18,50-19,50	42,8	17.952,8	99,8
20,0	4.980,3	0,05	19,50-20,50	21,8	17.974,6	99,9
21,0	4.412,7	0,04	20,50-21,50	11,6	17.986,2	100,0
22,0	3.845,8	0,03	21,50-22,50	4,4	17.990,5	100,0
23,0	3.257,1	0,02	22,50-23,50	2,0	17.992,5	100,0
24,0	2.664,5	0,02	23,50-24,50	0,5	17.993,0	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 19

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 14 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119,0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

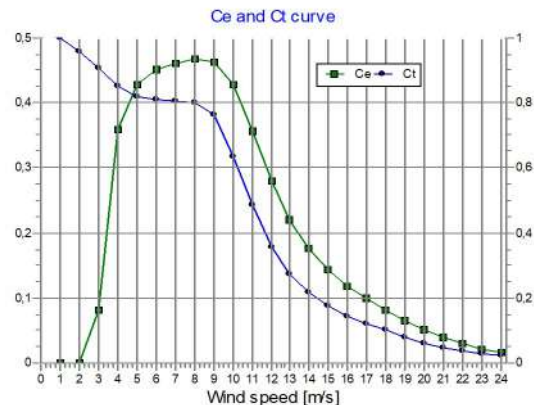
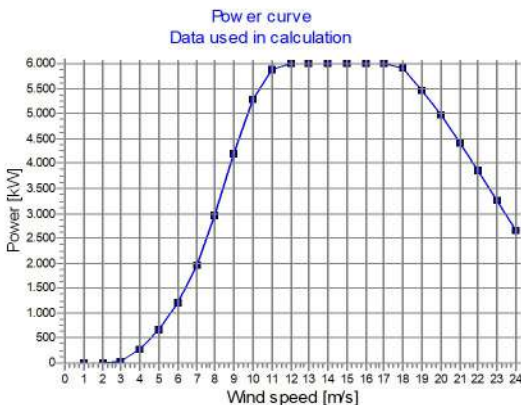
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,02	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,201 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,3	0,08	2,50-3,50	51,1	51,1	0,3
4,0	284,4	0,36	3,50-4,50	237,7	288,8	1,6
5,0	662,0	0,43	4,50-5,50	588,4	877,3	4,8
6,0	1.204,8	0,45	5,50-6,50	1.087,5	1.964,7	10,7
7,0	1.961,0	0,46	6,50-7,50	1.732,9	3.697,6	20,1
8,0	2.958,5	0,47	7,50-8,50	2.315,0	6.012,7	32,7
9,0	4.179,7	0,46	8,50-9,50	2.715,7	8.728,4	47,5
10,0	5.291,4	0,43	9,50-10,50	2.738,0	11.466,4	62,4
11,0	5.887,7	0,36	10,50-11,50	2.266,7	13.733,1	74,7
12,0	5.993,8	0,28	11,50-12,50	1.688,8	15.421,9	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.181,8	16.603,7	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	770,1	17.373,8	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	457,7	17.831,5	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	250,6	18.082,1	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	136,2	18.218,4	99,1
18,0	5.913,0	0,08	17,50-18,50	81,1	18.299,5	99,5
19,0	5.461,6	0,06	18,50-19,50	43,7	18.343,2	99,8
20,0	4.981,4	0,05	19,50-20,50	22,2	18.365,4	99,9
21,0	4.413,8	0,04	20,50-21,50	11,8	18.377,3	100,0
22,0	3.847,0	0,03	21,50-22,50	4,5	18.381,7	100,0
23,0	3.258,3	0,02	22,50-23,50	2,0	18.383,8	100,0
24,0	2.665,9	0,02	23,50-24,50	0,5	18.384,3	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 20

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 15 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

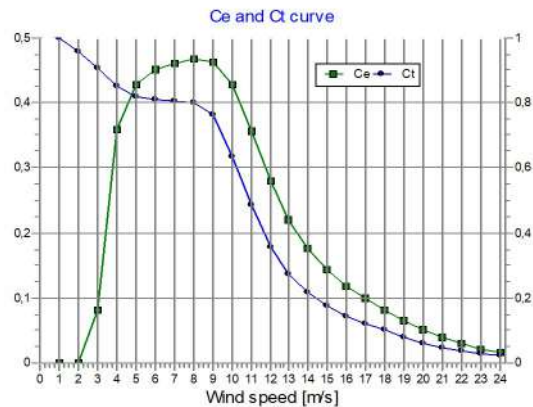
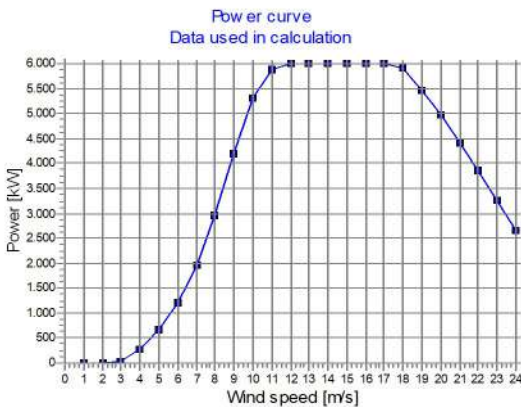
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,3	0,08	2,50-3,50	49,9	49,9	0,3
4,0	284,5	0,36	3,50-4,50	232,0	281,8	1,6
5,0	662,2	0,43	4,50-5,50	574,1	856,0	4,8
6,0	1.205,1	0,45	5,50-6,50	1.061,0	1.917,0	10,7
7,0	1.961,6	0,46	6,50-7,50	1.690,8	3.607,8	20,1
8,0	2.959,4	0,47	7,50-8,50	2.258,7	5.866,5	32,7
9,0	4.180,9	0,46	8,50-9,50	2.649,6	8.516,1	47,5
10,0	5.292,7	0,43	9,50-10,50	2.671,2	11.187,3	62,4
11,0	5.888,4	0,36	10,50-11,50	2.211,2	13.398,5	74,7
12,0	5.993,9	0,28	11,50-12,50	1.647,2	15.045,7	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.152,7	16.198,4	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	751,2	16.949,6	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	446,5	17.396,1	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	244,4	17.640,5	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	132,9	17.773,4	99,1
18,0	5.912,0	0,08	17,50-18,50	79,1	17.852,5	99,5
19,0	5.460,0	0,06	18,50-19,50	42,6	17.895,1	99,8
20,0	4.979,3	0,05	19,50-20,50	21,7	17.916,8	99,9
21,0	4.411,6	0,04	20,50-21,50	11,5	17.928,3	100,0
22,0	3.844,6	0,03	21,50-22,50	4,4	17.932,7	100,0
23,0	3.256,0	0,02	22,50-23,50	2,0	17.934,6	100,0
24,0	2.663,1	0,02	23,50-24,50	0,5	17.935,1	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 21

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 16 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	[m/s] 24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

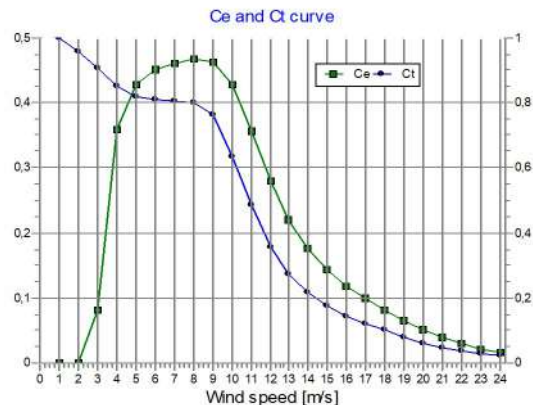
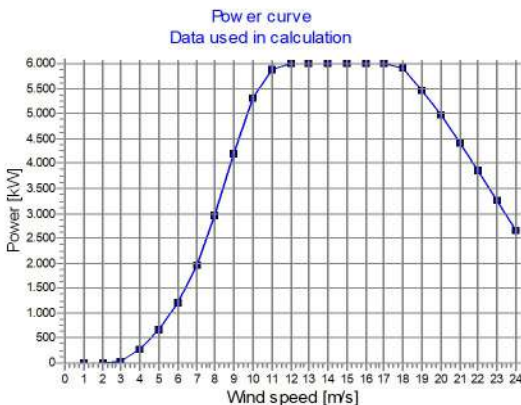
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.264,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,02	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,3	0,08	2,50-3,50	51,1	51,1	0,3
4,0	284,5	0,36	3,50-4,50	237,6	288,6	1,6
5,0	662,2	0,43	4,50-5,50	588,0	876,6	4,8
6,0	1.205,0	0,45	5,50-6,50	1.086,6	1.963,2	10,7
7,0	1.961,5	0,46	6,50-7,50	1.731,6	3.694,8	20,1
8,0	2.959,1	0,47	7,50-8,50	2.313,3	6.008,1	32,7
9,0	4.180,6	0,46	8,50-9,50	2.713,6	8.721,6	47,5
10,0	5.292,4	0,43	9,50-10,50	2.735,7	11.457,3	62,4
11,0	5.888,2	0,36	10,50-11,50	2.264,7	13.722,0	74,7
12,0	5.993,8	0,28	11,50-12,50	1.687,1	15.409,1	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.180,7	16.589,8	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	769,4	17.359,2	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	457,3	17.816,4	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	250,3	18.066,8	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	136,1	18.202,9	99,1
18,0	5.912,3	0,08	17,50-18,50	81,0	18.283,9	99,5
19,0	5.460,5	0,06	18,50-19,50	43,7	18.327,6	99,8
20,0	4.979,9	0,05	19,50-20,50	22,2	18.349,8	99,9
21,0	4.412,2	0,04	20,50-21,50	11,8	18.361,6	100,0
22,0	3.845,3	0,03	21,50-22,50	4,5	18.366,1	100,0
23,0	3.256,6	0,02	22,50-23,50	2,0	18.368,1	100,0
24,0	2.663,9	0,02	23,50-24,50	0,5	18.368,6	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 22

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 17 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

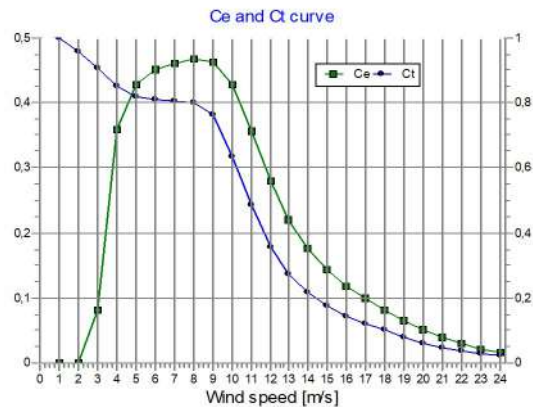
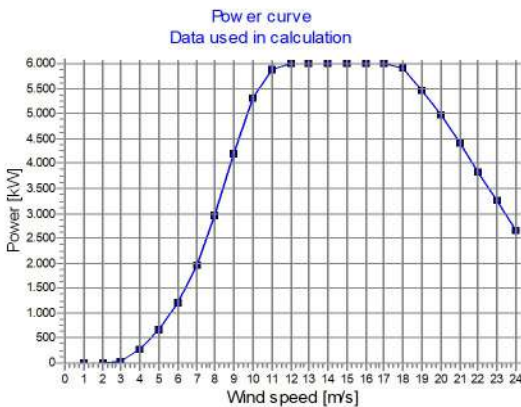
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3.0	32.0	0.09	3.0	0.91
3.5	150.0	0.28	3.5	0.88
4.0	292.0	0.36	4.0	0.85
4.5	467.0	0.41	4.5	0.84
5.0	676.0	0.43	5.0	0.82
5.5	927.0	0.44	5.5	0.81
6.0	1229.0	0.45	6.0	0.81
6.5	1584.0	0.46	6.5	0.81
7.0	2000.0	0.46	7.0	0.81
7.5	2476.0	0.46	7.5	0.80
8.0	3017.0	0.47	8.0	0.80
8.5	3624.0	0.47	8.5	0.79
9.0	4284.0	0.46	9.0	0.76
9.5	4859.0	0.45	9.5	0.70
10.0	5380.0	0.43	10.0	0.63
10.5	5734.0	0.39	10.5	0.56
11.0	5932.0	0.35	11.0	0.48
11.5	5983.0	0.31	11.5	0.41
12.0	5998.0	0.27	12.0	0.36
12.5	6000.0	0.24	12.5	0.31
13.0	6000.0	0.22	13.0	0.27
13.5	6000.0	0.19	13.5	0.24
14.0	6000.0	0.17	14.0	0.22
14.5	6000.0	0.16	14.5	0.19
15.0	6000.0	0.14	15.0	0.17
15.5	6000.0	0.13	15.5	0.16
16.0	6000.0	0.12	16.0	0.14
16.5	6000.0	0.11	16.5	0.13
17.0	6000.0	0.10	17.0	0.12
17.5	6000.0	0.09	17.5	0.11
18.0	5846.0	0.08	18.0	0.10
18.5	5581.0	0.07	18.5	0.09
19.0	5300.0	0.06	19.0	0.08
19.5	5128.0	0.05	19.5	0.07
20.0	4844.0	0.05	20.0	0.06
20.5	4555.0	0.04	20.5	0.05
21.0	4268.0	0.04	21.0	0.05
21.5	3985.0	0.03	21.5	0.04
22.0	3690.0	0.03	22.0	0.04
22.5	3383.0	0.02	22.5	0.03
23.0	3102.0	0.02	23.0	0.03
23.5	2801.0	0.02	23.5	0.03
24.0	2476.0	0.04	24.0	0.03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,4	0,08	2,50-3,50	50,5	50,5	0,3
4,0	284,6	0,36	3,50-4,50	234,8	285,3	1,6
5,0	662,3	0,43	4,50-5,50	581,0	866,3	4,8
6,0	1.205,3	0,45	5,50-6,50	1.073,8	1.940,1	10,7
7,0	1.961,9	0,46	6,50-7,50	1.711,1	3.651,1	20,1
8,0	2.959,8	0,47	7,50-8,50	2.285,9	5.937,0	32,7
9,0	4.181,5	0,46	8,50-9,50	2.681,4	8.618,5	47,5
10,0	5.293,3	0,43	9,50-10,50	2.703,2	11.321,7	62,4
11,0	5.888,6	0,36	10,50-11,50	2.237,6	13.559,3	74,7
12,0	5.993,9	0,28	11,50-12,50	1.666,8	15.226,1	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.166,4	16.392,6	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	760,1	17.152,7	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	451,8	17.604,4	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	247,3	17.851,7	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	134,5	17.986,2	99,1
18,0	5.911,6	0,08	17,50-18,50	80,0	18.066,3	99,5
19,0	5.459,4	0,06	18,50-19,50	43,1	18.109,4	99,8
20,0	4.978,4	0,05	19,50-20,50	21,9	18.131,3	99,9
21,0	4.410,7	0,04	20,50-21,50	11,7	18.143,0	100,0
22,0	3.843,6	0,03	21,50-22,50	4,4	18.147,4	100,0
23,0	3.255,0	0,02	22,50-23,50	2,0	18.149,4	100,0
24,0	2.661,9	0,02	23,50-24,50	0,5	18.149,9	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 23

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"WTG: 18 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24,0	Pitch	User defined

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value	[MWh]	9.336	14.528	19.795	24.731	28.744	32.362
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10.567	16.009	21.149	25.553	29.038	31.565
Check value	[%]	-12	-9	-6	-3	-1	3

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 WindPRO manual chapter 3.5.2.

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

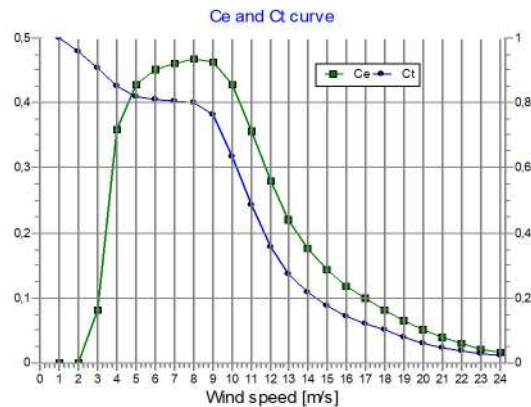
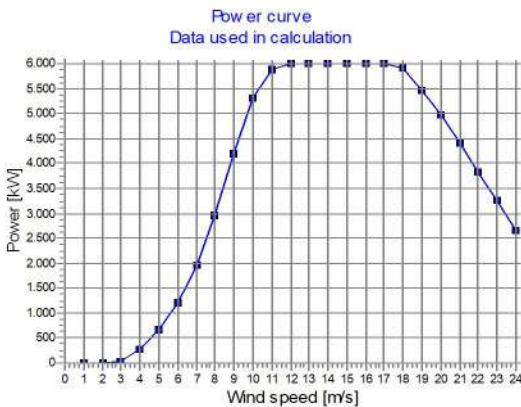
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce [m/s]	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,09	3,0	0,91
3,5	150,0	0,28	3,5	0,88
4,0	292,0	0,36	4,0	0,85
4,5	467,0	0,41	4,5	0,84
5,0	676,0	0,43	5,0	0,82
5,5	927,0	0,44	5,5	0,81
6,0	1.229,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.584,0	0,46	6,5	0,81
7,0	2.000,0	0,46	7,0	0,81
7,5	2.476,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3.017,0	0,47	8,0	0,80
8,5	3.624,0	0,47	8,5	0,79
9,0	4.284,0	0,46	9,0	0,76
9,5	4.859,0	0,45	9,5	0,70
10,0	5.380,0	0,43	10,0	0,63
10,5	5.734,0	0,39	10,5	0,56
11,0	5.932,0	0,35	11,0	0,48
11,5	5.983,0	0,31	11,5	0,41
12,0	5.998,0	0,27	12,0	0,36
12,5	6.000,0	0,24	12,5	0,31
13,0	6.000,0	0,22	13,0	0,27
13,5	6.000,0	0,19	13,5	0,24
14,0	6.000,0	0,17	14,0	0,22
14,5	6.000,0	0,16	14,5	0,19
15,0	6.000,0	0,14	15,0	0,17
15,5	6.000,0	0,13	15,5	0,16
16,0	6.000,0	0,12	16,0	0,14
16,5	6.000,0	0,11	16,5	0,13
17,0	6.000,0	0,10	17,0	0,12
17,5	6.000,0	0,09	17,5	0,11
18,0	5.846,0	0,08	18,0	0,10
18,5	5.581,0	0,07	18,5	0,09
19,0	5.300,0	0,06	19,0	0,08
19,5	5.128,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.844,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.555,0	0,04	20,5	0,05
21,0	4.268,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.985,0	0,03	21,5	0,04
22,0	3.690,0	0,03	22,0	0,04
22,5	3.383,0	0,02	22,5	0,03
23,0	3.102,0	0,02	23,0	0,03
23,5	2.801,0	0,02	23,5	0,03
24,0	2.476,0	0,01	24,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,202 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	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	27,5	0,08	2,50-3,50	50,5	50,5	0,3
4,0	284,7	0,36	3,50-4,50	234,7	285,2	1,6
5,0	662,6	0,43	4,50-5,50	580,8	866,0	4,8
6,0	1.205,7	0,45	5,50-6,50	1.073,4	1.939,4	10,7
7,0	1.962,6	0,46	6,50-7,50	1.710,4	3.649,8	20,1
8,0	2.960,9	0,47	7,50-8,50	2.285,0	5.934,7	32,7
9,0	4.183,0	0,46	8,50-9,50	2.680,3	8.615,1	47,5
10,0	5.295,0	0,43	9,50-10,50	2.701,9	11.317,0	62,4
11,0	5.889,5	0,36	10,50-11,50	2.236,1	13.553,1	74,7
12,0	5.994,0	0,28	11,50-12,50	1.665,6	15.218,7	83,9
13,0	6.000,0	0,22	12,50-13,50	1.165,5	16.384,2	90,3
14,0	6.000,0	0,18	13,50-14,50	759,5	17.143,7	94,5
15,0	6.000,0	0,14	14,50-15,50	451,4	17.595,2	97,0
16,0	6.000,0	0,12	15,50-16,50	247,1	17.842,3	98,4
17,0	6.000,0	0,10	16,50-17,50	134,4	17.976,6	99,1
18,0	5.910,3	0,08	17,50-18,50	80,0	18.056,6	99,5
19,0	5.457,5	0,06	18,50-19,50	43,1	18.099,7	99,8
20,0	4.975,8	0,05	19,50-20,50	21,9	18.121,6	99,9
21,0	4.407,9	0,04	20,50-21,50	11,7	18.133,3	100,0
22,0	3.840,6	0,03	21,50-22,50	4,4	18.137,7	100,0
23,0	3.252,0	0,02	22,50-23,50	2,0	18.139,6	100,0
24,0	2.658,4	0,02	23,50-24,50	0,5	18.140,1	100,0



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 24

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

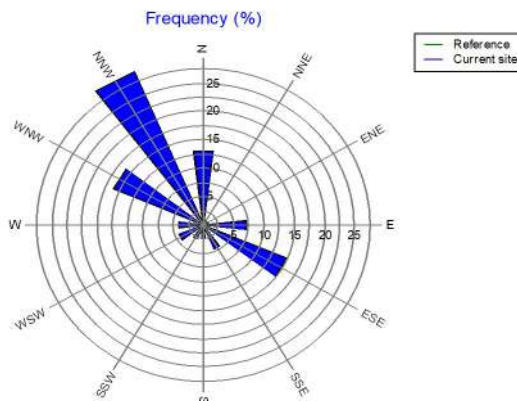
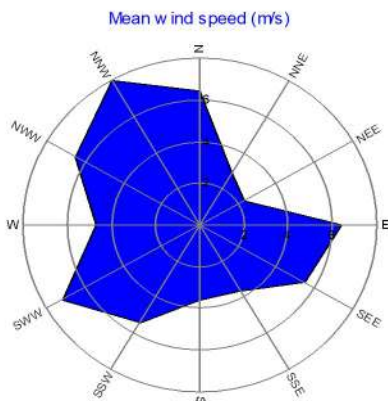
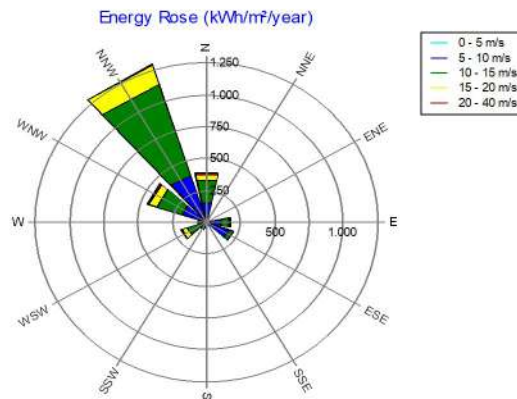
PARK - Wind Data Analysis

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO" Wind data: A - MAST RG; Hub height: 119,0

Site Coordinates

UTM WGS 84 Zone: 33 East: 545.745,15 North: 4.608.485,37

Sector	Wind gradient exponent	Sum	0,00	0,50	1,50	2,50	3,50 - 4,50	4,50 - 5,50	5,50 - 6,50	6,50 - 7,50	7,50 - 8,50	8,50 - 9,50	9,50 - 10,50	10,50 - 11,50	11,50 - 12,50	12,50 - 13,50	13,50 - 14,50	14,50 - 15,50	15,50 - 16,50	16,50 - 17,50	17,50 - 18,50	18,50 - 19,50	19,50 - 20,50	20,50 - 21,50	21,50 - 22,50
0 N	0,128	13520	354	917	1162	1192	1357	1687	1559	1405	1169	949	658	466	273	159	80	50	45	14	15	4		5	
1 NNE	0,135	828	112	272	165	98	39	36	19	21	21	19	14	5	5	2									
2 ENE	0,054	873	117	303	186	105	62	29	21	18	19	11			1	1									
3 E	0,166	7451	178	430	595	580	742	934	1126	1091	799	503	235	145	57	21	10	5							
4 ESE	0,098	15220	169	582	1136	1872	2420	2763	2334	1878	1169	618	236	35	5	2	1								
5 SSE	0,147	4611	204	583	979	998	832	534	278	106	46	21	13	8	3	3	1	1							
6 S	0,173	2323	147	485	464	398	282	220	144	84	49	20	11	8	4	3	1	1	1	2					
7 SSW	0,183	2633	120	387	400	271	211	245	247	244	186	121	78	54	36	20	6	3	4						
8 WSW	0,137	4335	208	388	390	273	326	318	346	388	301	319	291	266	196	154	74	53	31	10	2	1			
9 W	0,148	4026	225	495	711	655	474	375	327	222	201	96	65	55	50	37	25	12	1						
10 WNW	0,170	16466	247	808	1446	1709	2149	2203	2203	1711	1359	1005	687	399	220	111	81	40	27	30	20	9	2		
11 NNW	0,125	30097	306	808	1224	1702	2413	2682	3411	3585	3540	3224	2585	1921	1273	757	364	147	75	50	13	10	4	2	1
Sum		102383	2387	6458	8858	9853	11307	12026	12015	10753	8859	6906	4873	3362	2123	1270	643	311	185	106	50	24	6	7	1



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 25

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Park power curve

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"

Wind speed [m/s]	Power														
	Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]	
0,5	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	
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3,5	4.437	3.504	3.666	3.552	3.153	3.299	3.439	3.606	3.683	3.519	3.131	3.317	3.421	3.618	
4,5	13.922	12.234	12.532	12.278	11.542	11.773	12.146	12.435	12.544	12.223	11.475	11.756	12.109	12.467	
5,5	27.595	24.827	25.319	24.911	23.687	24.089	24.679	25.149	25.339	24.819	23.581	24.064	24.617	25.201	
6,5	46.886	42.346	43.132	42.482	40.492	41.208	42.103	42.851	43.157	42.339	40.331	41.159	42.006	42.943	
7,5	73.454	66.504	67.713	66.730	63.691	64.696	66.117	67.302	67.772	66.514	63.443	64.658	65.982	67.432	
8,5	107.521	97.750	99.474	98.073	93.770	95.160	97.197	98.880	99.544	97.757	93.398	95.132	97.015	99.071	
9,5	144.586	134.515	136.444	135.025	130.058	131.505	133.866	135.926	136.583	134.703	129.695	131.481	133.640	136.024	
10,5	171.313	165.544	166.759	166.112	162.501	163.694	165.167	166.589	166.973	166.033	162.441	163.331	164.840	166.533	
11,5	182.030	180.569	180.791	180.849	179.609	180.177	180.598	180.911	180.865	180.911	179.610	179.480	180.329	180.881	
12,5	183.839	183.688	183.680	183.721	183.548	183.631	183.708	183.731	183.691	183.755	183.545	183.470	183.685	183.738	
13,5	183.996	183.987	183.986	183.989	183.979	183.984	183.988	183.987	183.987	183.992	183.979	183.971	183.988	183.991	
14,5	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	
15,5	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	
16,5	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	184.000	
17,5	181.845	182.039	182.030	181.990	182.161	182.038	181.982	181.990	181.997	181.974	182.137	182.327	182.106	181.997	
18,5	173.123	173.747	173.624	173.700	174.047	173.839	173.840	173.661	173.570	173.660	174.014	173.807	173.831	173.669	
19,5	161.584	162.042	161.954	162.005	162.267	162.103	162.102	161.975	161.910	161.973	162.238	162.105	162.109	161.983	
20,5	114.683	115.078	114.954	115.021	115.286	115.157	115.157	115.017	114.946	115.021	115.294	115.137	115.155	115.015	
21,5	101.272	101.581	101.482	101.535	101.752	101.645	101.643	101.531	101.474	101.532	101.758	101.640	101.644	101.528	
22,5	87.555	87.810	87.724	87.771	87.953	87.864	87.865	87.767	87.718	87.771	87.959	87.848	87.862	87.767	
23,5	73.901	74.091	74.023	74.060	74.197	74.136	74.134	74.058	74.020	74.062	74.203	74.109	74.129	74.058	
24,5	17.209	17.148	17.153	17.121	17.188	17.174	17.138	17.140	17.152	17.120	17.192	17.174	17.140	17.141	
25,5	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	
27,5	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	
29,5	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 array 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:

- 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.
- 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.
- Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
- 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.

Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 26

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

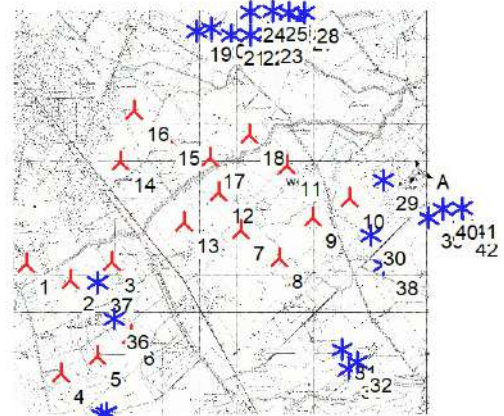
18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - WTG distances

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"

WTG distances

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters	Distance in rotor diameters	
[m]		[m]	[m]	(max)	(min)	
1	52,6	2	53,2	1.252	7,7	7,7
2	53,2	37	51,0	708	4,7	4,4
3	49,3	37	51,0	653	4,4	4,0
4	54,4	5	51,8	1.066	6,6	6,6
5	51,8	6	48,6	1.051	6,5	6,5
6	48,6	36	50,3	627	4,2	3,9
7	41,1	12	41,0	1.151	7,1	7,1
8	38,4	7	41,1	1.254	7,7	7,7
9	38,8	10	37,0	1.092	6,7	6,7
10	37,0	29	36,4	1.020	10,2	6,3
11	35,9	18	37,2	1.277	7,9	7,9
12	41,0	17	41,0	947	5,8	5,8
13	43,8	12	41,0	1.199	7,4	7,4
14	45,4	15	42,3	1.379	8,5	8,5
15	42,3	16	43,2	1.051	6,5	6,5
16	43,2	15	42,3	1.051	6,5	6,5
17	41,0	12	41,0	947	5,8	5,8
18	37,2	17	41,0	1.211	7,5	7,5
19	38,8	20	38,4	392	3,9	3,9
20	38,4	19	38,8	392	3,9	3,9
21	36,4	22	34,9	521	5,2	5,2
22	34,9	23	34,6	456	4,6	4,6
23	34,6	22	34,9	456	4,6	4,6
24	35,3	25	33,9	581	5,8	5,8
25	33,9	26	32,3	449	4,5	4,5
26	32,3	27	33,6	355	3,5	3,5
27	33,6	28	33,8	231	2,3	2,3
28	33,8	27	33,6	231	2,3	2,3
29	36,4	10	37,0	1.020	10,2	6,3
30	38,3	38	34,7	877	8,8	5,8
31	40,9	32	38,8	520	5,2	5,2
32	38,8	33	37,0	309	3,1	3,1
33	37,0	32	38,8	309	3,1	3,1
34	52,2	35	51,7	147	1,5	1,5
35	51,7	34	52,2	147	1,5	1,5
36	50,3	6	48,6	627	4,2	3,9
37	51,0	3	49,3	653	4,4	4,0
38	34,7	30	38,3	877	8,8	5,8
39	35,5	40	34,7	459	3,1	3,1
40	34,7	39	35,5	459	3,1	3,1
41	34,5	40	34,7	489	3,3	3,3
42	34,0	41	34,5	508	3,4	3,4



Scale 1:200.000
 ▲ New WTG * Existing WTG ▲ Meteorological Data

Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 27

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Time varying AEP

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"

Windfarm: 184,0 MW based on 42 turbines with 4,4 MW (in average).

Calculated mean yield per month and hour [MWh]. The result includes wake losses but no other losses.

Used wind distribution: MAST RG - C1 50,00 m. 27/10/2006 - 07/10/2008 (711 days), 10 minutes, 100%

Hour/Month [MWh]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	1.508	1.598	1.673	1.197	1.245	1.042	1.072	1.605	1.569	1.368	1.642	1.885	17.404
1	1.345	1.861	1.661	1.150	1.270	1.059	1.156	1.658	1.421	1.453	1.637	1.919	17.591
2	1.549	1.759	1.657	1.099	1.290	967	1.175	1.655	1.388	1.581	1.536	2.019	17.675
3	1.749	1.695	1.548	1.165	1.372	921	1.314	1.697	1.408	1.619	1.657	2.107	18.251
4	1.565	1.572	1.608	1.158	1.438	890	1.432	1.676	1.423	1.584	1.761	1.972	18.078
5	1.557	1.578	1.715	1.320	1.438	975	1.388	1.708	1.345	1.606	1.866	2.028	18.525
6	1.624	1.588	1.809	1.491	1.488	1.011	1.181	1.734	1.452	1.641	1.820	2.009	18.848
7	1.719	1.583	1.859	1.112	1.182	986	1.028	1.563	1.271	1.374	1.774	2.052	17.501
8	1.662	1.361	1.856	1.061	1.353	1.081	1.468	1.574	1.232	1.349	1.719	2.007	17.723
9	1.613	1.505	1.872	1.253	1.687	1.210	1.695	1.726	1.500	1.532	1.664	2.009	19.267
10	1.612	1.612	2.119	1.294	1.912	1.316	2.055	1.961	1.848	1.714	1.716	2.064	21.224
11	1.715	1.721	2.219	1.350	1.925	1.332	2.277	2.079	1.970	1.812	1.926	2.167	22.492
12	1.824	1.811	2.539	1.603	2.277	1.617	2.534	2.328	2.235	1.950	2.054	2.173	24.943
13	1.935	2.096	2.752	1.883	2.368	1.614	2.805	2.619	2.453	2.153	2.083	2.239	27.001
14	2.210	2.414	2.817	2.020	2.646	1.998	2.940	2.950	2.785	2.319	2.130	2.328	29.558
15	2.158	2.655	3.016	2.516	3.082	2.207	3.270	3.186	3.088	2.362	2.221	2.230	31.990
16	2.233	2.623	3.010	2.607	2.975	2.367	3.587	3.359	3.277	2.277	2.262	2.056	32.633
17	2.046	2.219	2.814	2.424	2.923	2.295	3.477	3.343	3.348	2.194	2.128	2.089	31.300
18	1.898	1.952	2.504	1.977	2.463	2.067	3.028	3.058	3.041	1.904	1.916	1.786	27.592
19	1.903	1.754	2.013	1.591	2.045	1.675	2.513	2.749	2.325	1.561	1.746	1.747	23.622
20	1.757	1.693	1.976	1.567	1.706	1.390	2.009	2.252	2.078	1.429	1.633	1.917	21.406
21	1.688	1.823	2.020	1.403	1.469	1.089	1.662	1.910	1.959	1.402	1.700	1.897	20.021
22	1.359	1.880	1.822	1.307	1.482	1.082	1.472	1.729	1.647	1.337	1.692	1.969	18.778
23	1.535	1.651	1.711	1.248	1.372	1.185	1.223	1.552	1.549	1.378	1.663	1.922	17.990
Grand Total	41.762	44.004	50.590	36.795	44.408	33.376	47.759	51.673	47.612	40.900	43.943	48.592	531.414

Hour/Month [MW]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	48,6	57,1	54,0	39,9	40,1	34,7	34,6	51,8	52,3	44,1	54,7	60,8	47,7
1	43,4	66,5	53,6	38,3	41,0	35,3	37,3	53,5	47,4	46,9	54,6	61,9	48,2
2	50,0	62,8	53,4	36,6	41,6	32,2	37,9	53,4	46,3	51,0	51,2	65,1	48,4
3	56,4	60,5	49,9	38,8	44,3	30,7	42,4	54,8	46,9	52,2	55,2	68,0	50,0
4	50,5	56,2	51,9	38,6	46,4	29,7	46,2	54,1	47,4	51,1	58,7	63,6	49,5
5	50,2	56,3	55,3	44,0	46,4	32,5	44,8	55,1	44,8	51,8	62,2	65,4	50,8
6	52,4	56,7	58,4	49,7	48,0	33,7	38,1	55,9	48,4	52,9	60,7	64,8	51,6
7	55,4	56,5	60,0	37,1	38,1	32,9	33,2	50,4	42,4	44,3	59,1	66,2	47,9
8	53,6	48,6	59,9	35,4	43,6	36,0	47,4	50,8	41,1	43,5	57,3	64,7	48,6
9	52,0	53,8	60,4	41,8	54,4	40,3	54,7	55,7	50,0	49,4	55,5	64,8	52,8
10	52,0	57,6	68,4	43,1	61,7	43,9	66,3	63,3	61,6	55,3	57,2	66,6	58,1
11	55,3	61,5	71,6	45,0	62,1	44,4	73,4	67,1	65,7	58,4	64,2	69,9	61,6
12	58,8	64,7	81,9	53,4	73,5	53,9	81,7	75,1	74,5	62,9	68,5	70,1	68,3
13	62,4	74,9	88,8	62,8	76,4	53,8	90,5	84,5	81,8	69,5	69,4	72,2	74,0
14	71,3	86,2	90,9	67,3	85,4	66,6	94,8	95,2	92,8	74,8	71,0	75,1	81,0
15	69,6	94,8	97,3	83,9	99,4	73,6	105,5	102,8	102,9	76,2	74,0	71,9	87,6
16	72,0	93,7	97,1	86,9	96,0	78,9	115,7	108,4	109,2	73,5	75,4	66,3	89,4
17	66,0	79,2	90,8	80,8	94,3	76,5	112,2	107,8	111,6	70,8	70,9	67,4	85,8
18	61,2	69,7	80,8	65,9	79,5	68,9	97,7	98,6	101,4	61,4	63,9	57,6	75,6
19	61,4	62,7	64,9	53,0	66,0	55,8	81,1	88,7	77,5	50,4	58,2	56,4	64,7
20	56,7	60,5	63,7	52,2	55,0	46,3	64,8	72,7	69,3	46,1	54,4	61,8	58,6
21	54,5	65,1	65,2	46,8	47,4	36,3	53,6	61,6	65,3	45,2	56,7	61,2	54,9
22	43,8	67,2	58,8	43,6	47,8	36,1	47,5	55,8	54,9	43,1	56,4	63,5	51,4
23	49,5	59,0	55,2	41,6	44,3	39,5	39,4	50,1	51,6	44,5	55,4	62,0	49,3
Grand Total	56,1	65,5	68,0	51,1	59,7	46,4	64,2	69,5	66,1	55,0	61,0	65,3	60,7

Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 28

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

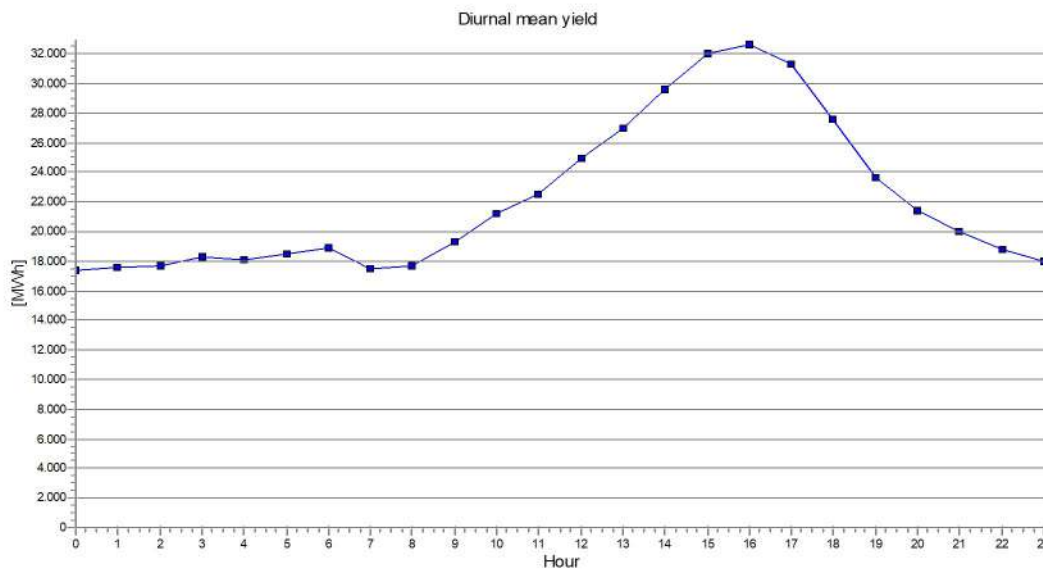
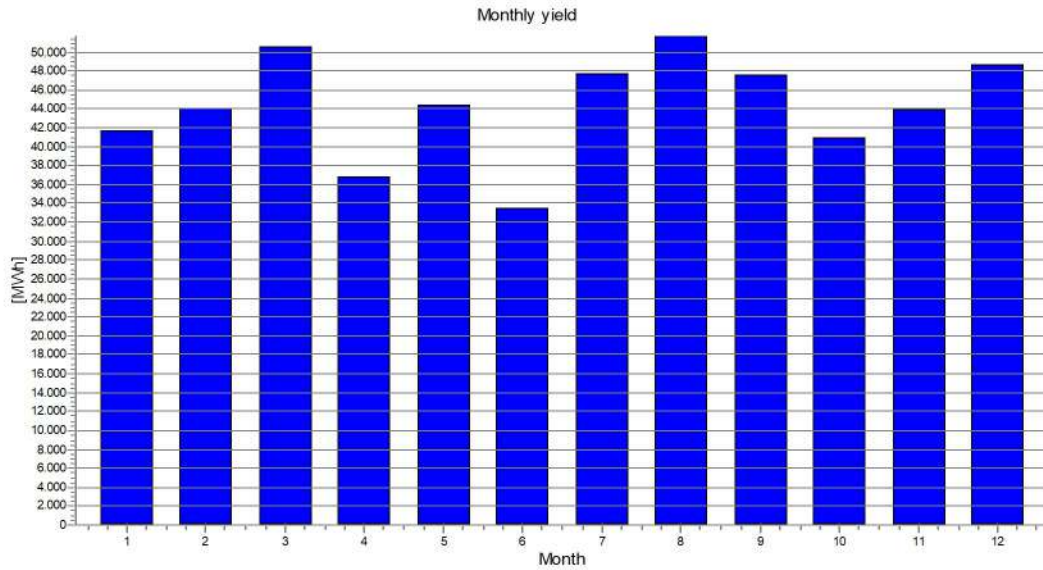
PARK - Time varying AEP

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"

Windfarm: 184,0 MW based on 42 turbines with 4,4 MW (in average).

Calculated mean yield per month and hour [MWh]. The result includes wake losses but no other losses.

Used wind distribution: MAST RG - C1 50,00 m. 27/10/2006 - 07/10/2008 (711 days), 10 minutes, 100%



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 29

Licensed user:

IT-71100 Foggia

ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Time varying AEP

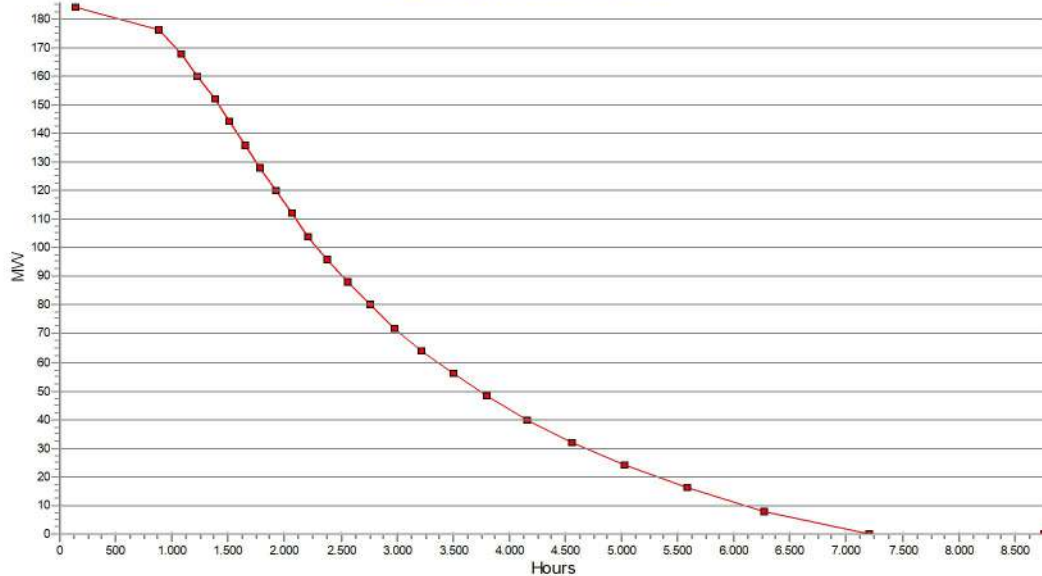
Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"

Windfarm: 184,0 MW based on 42 turbines with 4,4 MW (in average).

Used wind distribution: MAST RG - C1 50,00 m. 27/10/2006 - 07/10/2008 (711 days), 10 minutes, 100%

Hours	Hours [%]	Hours accumulated	Rated power [MW]	Rated power (MW/WTG)
141	1,6	141	184,0	4,4
748	8,5	889	176,0 - 184,0	4,2 - 4,4
194	2,2	1083	168,0 - 176,0	4,0 - 4,2
147	1,7	1230	160,0 - 168,0	3,8 - 4,0
148	1,7	1378	152,0 - 160,0	3,6 - 3,8
137	1,6	1515	144,0 - 152,0	3,4 - 3,6
135	1,5	1650	136,0 - 144,0	3,2 - 3,4
130	1,5	1780	128,0 - 136,0	3,0 - 3,2
136	1,6	1916	120,0 - 128,0	2,9 - 3,0
144	1,6	2061	112,0 - 120,0	2,7 - 2,9
153	1,8	2214	104,0 - 112,0	2,5 - 2,7
168	1,9	2382	96,0 - 104,0	2,3 - 2,5
183	2,1	2565	88,0 - 96,0	2,1 - 2,3
198	2,3	2763	80,0 - 88,0	1,9 - 2,1
220	2,5	2983	72,0 - 80,0	1,7 - 1,9
242	2,8	3225	64,0 - 72,0	1,5 - 1,7
278	3,2	3504	56,0 - 64,0	1,3 - 1,5
303	3,5	3807	48,0 - 56,0	1,1 - 1,3
355	4,0	4161	40,0 - 48,0	1,0 - 1,1
402	4,6	4563	32,0 - 40,0	0,8 - 1,0
468	5,3	5030	24,0 - 32,0	0,6 - 0,8
558	6,4	5588	16,0 - 24,0	0,4 - 0,6
675	7,7	6263	8,0 - 16,0	0,2 - 0,4
944	10,8	7207	0,0 - 8,0	0,0 - 0,2
1553	17,7	8760	0,0	0,0

Duration curve 184,0 MW WindFarm



Project:

"DEL TRIO" - EOS SAN SEVERO1

Printed/Page

18/02/2024 23:04 / 30

Licensed user:

IT-71100 Foggia

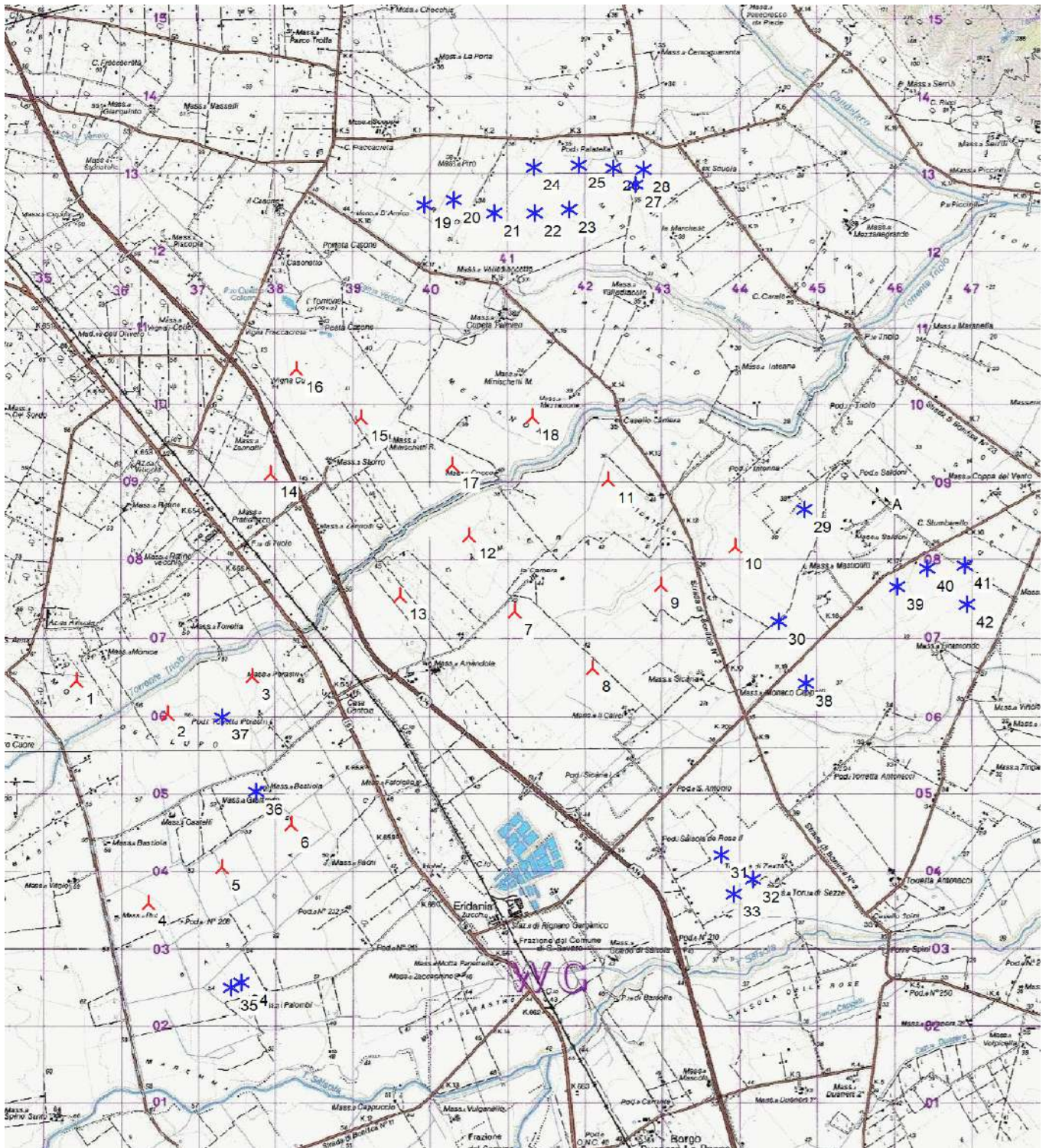
ANGELA CUONZO / angycuonzo@gmail.com

Calculated:

18/02/2024 22:44/2.7.490

PARK - Map

Calculation: PRODUCIBILITA' PROGETTO "DEL TRIO"



Map: IGM TOT SS, Print scale 1:75.000, Map center UTM WGS 84 Zone: 33 East: 541.112,59 North: 4.607.448,94

▲ New WTG
 ✱ Existing WTG
 ▲ Meteorological Data