

LAUSUNTO

Projekti Kiimassuon tuulivoimapuiston välkeselvitys
 Asiakas Voimavapriikki
 Päivämäärä 7.11.2012
 Laatija Arttu Ruhanen
 Tarkastaja Janne Ristolainen

1. Välkevaikutusten arviointi

Välkemallinnus tehtiin WindPro 2.7 ohjelman SHADOW-moduulilla. Voimalaitosten sijoittelu oli 27.9.2012 päivätyn layoutin mukainen.

Voimalat	HH	Roottorin halkaisija
18-25, 37, 40 ja 41	100 m	114 m
14-17, 27, 28, 36, 38 ja 39	120 m	128 m

Ramboll
 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

P +358 20 755 611
 F +358 20 755 7801
www.ramboll.fi
www.ramboll-analytics.fi

Välkealueiden laskennan lisäksi tehtiin tarkastelupistelaskentoja hankealueen ympäristössä. Laskennassa voimalaitosten ja niiden roottoreiden kokoina käytettiin suurimpia tarjolla olevia roottorihalkaisijoita. Hankkeen toteutuessa valittavien turbiinien roottorien halkaisijat voivat olla kuitenkin käytännössä pienempiä ja välkevaikutus silloin suppeampi.

Voimalat 20, 22 ja 27 aiheuttavat välkettä jo yksistään yli 8 tuntia vuodessa johonkin tarkastelupisteistä.

Mallinnustulosten perusteella voimalaitosten 14, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 37, 40 ja 41 hankekokonaisuus ei vaadi välkkeen rajoittamista. Rajana käytettiin Real Case tilanteessa 8 tuntia vuodessa.

Muiden voimalaitosten osalta saattaa olla tarpeen joinain tiettyinä ajan hetkinä yksittäisten voimalaitosten hetkittäistä pysäyttämistä välkkeen rajoittamiseksi.

Liitteet:

1. Real Case välkekuva
2. Worst Case välkekuva
3. Tarkastelupistelaskennan tulokset
4. Välkkeen esiintymisajankohdat (graafinen kalenteri)
5. Real Case välkekuva, hankekokonaisuus joka ei vaadi välkkeen rajoittamista

**Kiimassuon tuulipuisto
Välkemaalinnus**

Real case -laskenta

A.Ruhanen 3.10.2012

Layout 27.9.2012

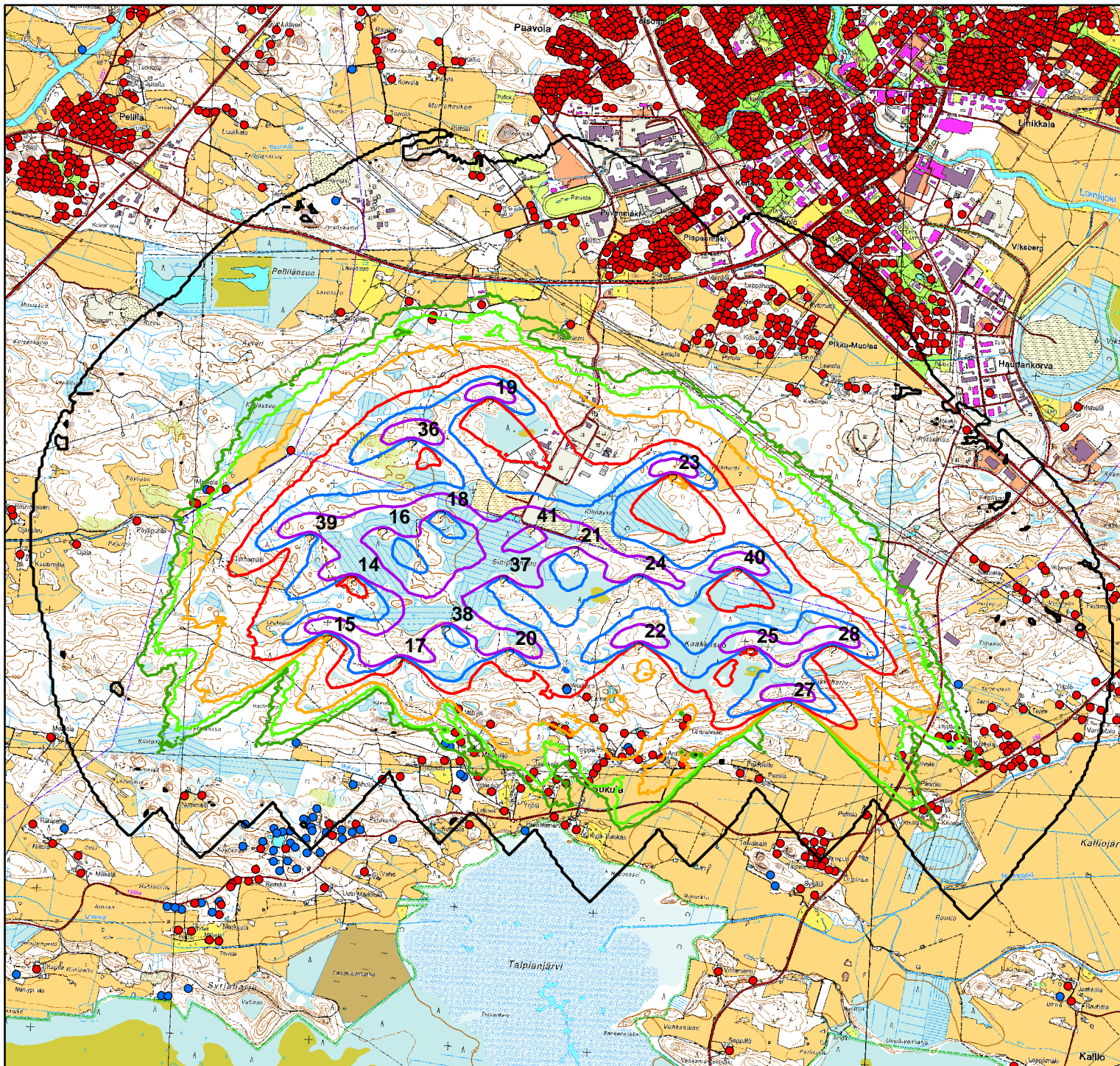
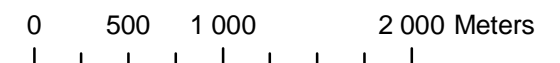
Turbiinit 18-25, 37, 40 ja 41:
Tornin korkeus 100 m, Roottorin halkaisija 114 m

Muut turbiinit:
Tornin korkeus 120 m, Roottorin halkaisija 128 m

Varjostustunteja vuodessa



- ? voimalat_270912
- asuinrakennus, 1-2 kerroksinen
- asuinrakennus, 3-n kerroksinen
- lomarakennus, 1-2 kerroksinen



**Kiimassuon tuulipuisto
Välkemaalinnus**

Worst case -laskenta

A.Ruhanen 3.10.2012

Layout 27.9.2012

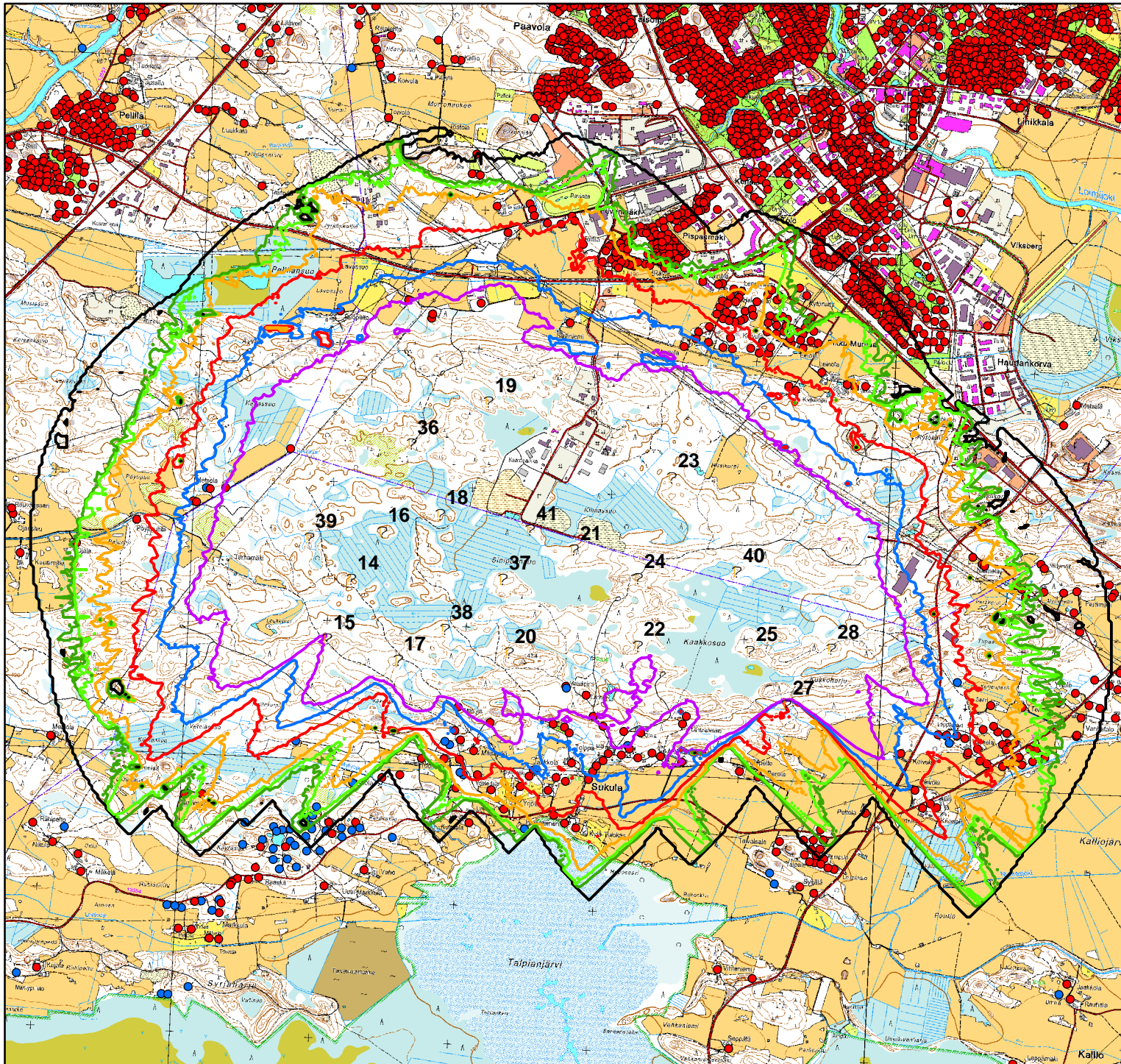
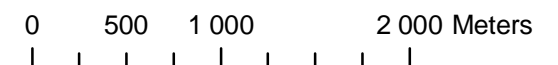
Turbiinit 18-25, 37, 40 ja 41:
Tornin korkeus 100 m, Roottorin halkaisija 114 m

Muut turbiinit:
Tornin korkeus 120 m, Roottorin halkaisija 128 m

Varjostustunteja vuodessa



- ? voimalat_270912
- asuinrakennus, 1-2 kerroksinen
- asuinrakennus, 3-n kerroksinen
- lomarakennus, 1-2 kerroksinen



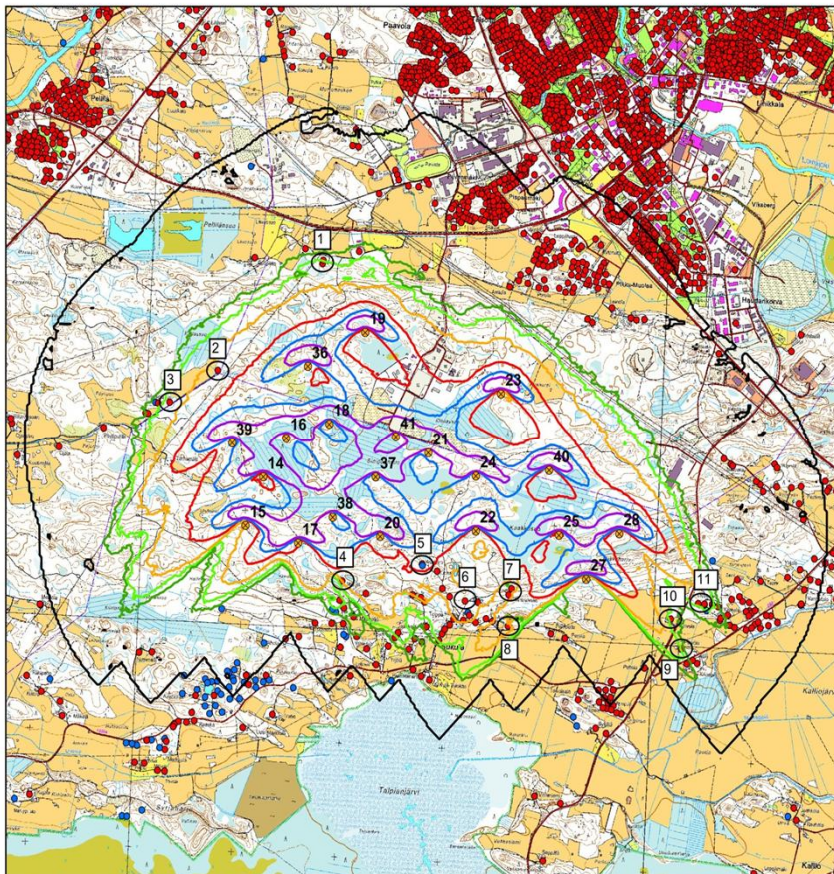
Kiimassuo
Layout: 27.9.2012

Real Case välketunnit tarkastelupisteissä

WTG	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow hours per year											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
14	128	120	0:21	2:07	1:35	0:11	0:54	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
15	128	120	0:00	1:33	1:11	4:24	0:43	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
16	128	120	0:52	2:39	1:39	0:00	2:02	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
17	128	120	0:00	0:46	0:36	6:03	1:55	0:59	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
18	114	100	0:33	1:04	0:35	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
19	114	100	3:05	1:04	0:23	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
20	114	100	0:00	0:00	0:00	0:00	13:48	7:11	1:30	1:57	0:00	0:00	0:00	0:00
21	114	100	0:17	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
22	114	100	0:00	0:00	0:00	1:18	11:13	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
23	114	100	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
24	114	100	0:00	0:00	0:00	2:30	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
25	114	100	0:00	0:00	0:00	0:00	1:09	6:21	0:00	0:00	3:04	2:46	1:01	0:00
27	128	120	0:00	0:00	0:00	0:00	0:44	2:17	6:43	9:45	7:03	6:02	2:15	0:00
28	128	120	0:00	0:00	0:00	0:00	0:34	1:29	4:43	4:13	0:00	0:00	7:22	0:00
36	128	120	3:17	4:06	1:46	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
37	114	100	0:19	0:20	0:00	0:00	0:00	0:00	1:30	2:14	0:00	0:00	0:00	0:00
38	128	120	0:00	0:37	0:26	0:00	5:05	2:02	0:46	0:56	0:00	0:00	0:00	0:00
39	128	120	0:53	5:20	4:06	0:57	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
40	114	100	0:00	0:00	0:00	0:00	2:05	0:00	0:00	0:00	0:00	1:07	0:50	0:00
41	114	100	0:40	0:18	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
			10:06	18:47	11:57	15:15	36:59	20:11	14:21	18:56	10:07	9:57	11:08	SUM

Top 3 korostettu

SUM arvo: Jos kaksi tai useampi voimalaitosta aiheuttaa reseptoriin välkettä samaan aikaan huomioidaan välkejäksen koko kesto, ei yhteisaikaa



Kiimassuon tuulipuisto
Välkemallinnus

Real case -laskenta

A.Ruhanen 3.10.2012

Layout 27.9.2012

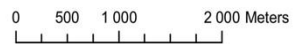
Turbiinit 18-25, 37, 40 ja 41:
Tomin korkeus 100 m, Roottorin halkaisija 114 m

Muut turbiinit:
Tomin korkeus 120 m, Roottorin halkaisija 128 m

Varjostustunteja vuodessa

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- 50
- 80

- voimalat_270912
- asuinrakennus, 1-2 kerroksinen
- asuinrakennus, 3-n kerroksinen
- lomarakennus, 1-2 kerroksinen



Project: **Kiimassuo**
 Description: -18-25, 37, 40 ja 41: HH 100m, Rotor diameter 114m
 -muut: HH 120m, Rotor diameter 128m

Printed/Page: 26.10.2012 14:45 / 1
 Licensed user:
Ramboll Finland Oy / ICT
 Terveystie 2
 FI-15870 Hollola
 +358 20 755 7170
 Arttu Ruhanen / arttu.ruhanen@ramboll.fi
 Calculated:
 26.10.2012 13:52/2.7.490

SHADOW - Main Result

Calculation: Real, layout 2012-09-27

Assumptions for shadow calculations

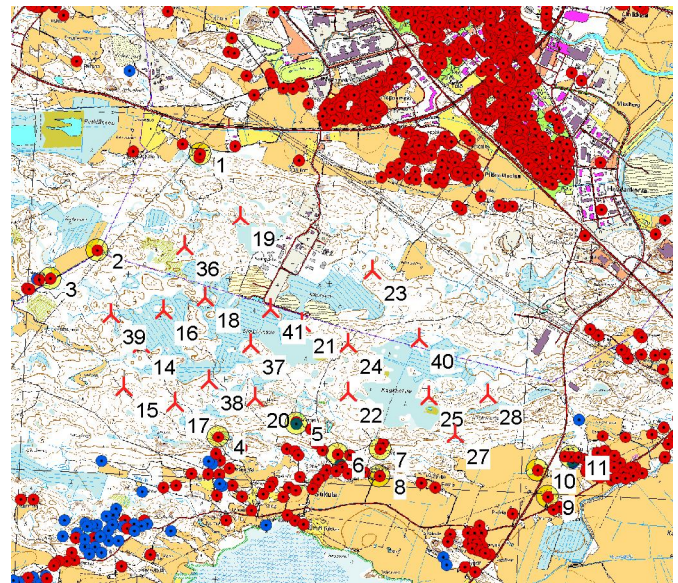
Maximum distance for influence
 Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
 Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence: 3 °
 Day step for calculation: 1 days
 Time step for calculation: 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 1,13 2,61 4,06 6,03 8,58 8,70 8,26 6,77 4,47 2,58 1,17 0,84

Operational time
 N NE E SE S SW W NW Sum
 730 596 712 707 1 150 1 437 777 742 6 851
 Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
 Height contours used: Height Contours: Kiimassuo Forssa.wpo (1)
 Obstacles used in calculation
 Eye height: 1,5 m
 Grid resolution: 10 m



Scale 1:75 000
 ▲ New WTG ● Shadow receptor

WTGs

KKJ Zone: 2	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data					
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]	
KKJ Zone: 2			[m]										
14	2 476 164	6 741 302	120,0	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
15	2 476 012	6 740 868	127,7	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
16	2 476 369	6 741 656	121,5	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
17	2 476 527	6 740 736	127,7	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
18	2 476 781	6 741 800	120,7	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
19	2 477 094	6 742 624	126,5	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
20	2 477 319	6 740 830	134,0	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
21	2 477 753	6 741 589	122,0	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
22	2 478 244	6 740 921	125,0	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
23	2 478 434	6 742 143	122,1	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
24	2 478 224	6 741 406	132,1	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
25	2 479 052	6 740 921	126,5	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
27	2 479 333	6 740 548	117,7	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
28	2 479 637	6 740 962	125,0	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
36	2 476 550	6 742 300	125,0	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
37	2 477 252	6 741 353	124,8	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
38	2 476 854	6 740 980	123,0	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
39	2 475 847	6 741 589	118,7	GAMESA G128 4500 128.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	128,0	120,0	2 000	12,0	
40	2 478 930	6 741 486	122,5	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	
41	2 477 433	6 741 717	122,5	GAMESA G128 4500 114.0 !O!...Yes	Yes	GAMESA	G128-4 500	4 500	114,0	100,0	2 000	12,0	

Shadow receptor-Input

No.	KKJ Zone: 2			Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
	East	North	Z						
1	2 476 659	6 743 233	110,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
2	2 475 679	6 742 222	115,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
3	2 475 226	6 741 919	115,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
4	2 476 969	6 740 417	121,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
5	2 477 740	6 740 591	125,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
6	2 478 167	6 740 294	115,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

To be continued on next page...

Project: **Kiimassuo**
 Description: -18-25, 37, 40 ja 41: HH 100m, Rotor diameter 114m
 -muut: HH 120m, Rotor diameter 128m

Printed/Page
 26.10.2012 14:45 / 2
 Licensed user:
Ramboll Finland Oy / ICT
 Terveystie 2
 FI-15870 Hollola
 +358 20 755 7170
 Arttu Ruhanen / arttu.ruhanen@ramboll.fi
 Calculated:
 26.10.2012 13:52/2.7.490

SHADOW - Main Result

Calculation: Real, layout 2012-09-27

...continued from previous page

KKJ Zone: 2

No.	East	North	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
7	2 478 590	6 740 366	116,7	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
8	2 478 594	6 740 098	104,2	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
9	2 480 281	6 739 970	102,7	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
10	2 480 166	6 740 226	105,4	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
11	2 480 490	6 740 378	110,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
1	111:22	123	1:26	10:06
2	156:27	212	1:30	18:47
3	83:59	172	1:01	11:57
4	70:29	120	0:57	15:15
5	172:12	180	2:01	36:59
6	92:48	144	0:54	20:11
7	67:00	102	1:00	14:21
8	83:11	106	1:17	18:56
9	46:20	86	0:48	10:07
10	46:33	106	0:53	9:57
11	52:40	134	0:31	11:08

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
14	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (221)	46:24	5:10
15	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (222)	57:14	7:53
16	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (223)	50:35	7:14
17	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (224)	56:54	10:22
18	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (225)	18:30	2:13
19	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (226)	33:56	4:33
20	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (227)	87:19	19:10
21	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (228)	3:26	0:17
22	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (229)	57:24	12:32
23	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (230)	0:00	0:00
24	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (231)	11:05	2:30
25	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (232)	66:16	14:23
27	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (233)	155:11	33:12
28	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (234)	82:07	18:14
36	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (235)	69:41	9:10
37	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (236)	23:06	4:24
38	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (237)	43:43	8:14
39	GAMESA G128 4500 128.0 !O! hub: 120,0 m (238)	99:37	11:17
40	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (239)	17:59	4:04
41	GAMESA G128 4500 114.0 !O! hub: 100,0 m (240)	10:17	0:58

Project:

Kiimassuo

Description:

-18-25, 37, 40 ja 41: HH 100m, Rotor diameter 114m
-muut: HH 120m, Rotor diameter 128m

Printed/Page

26.10.2012 14:37 / 1

Licensed user:

Ramboll Finland Oy / ICT

Terveystie 2

FI-15870 Hollola

+358 20 755 7170

Arttu Ruhanen / arttu.ruhanen@ramboll.fi

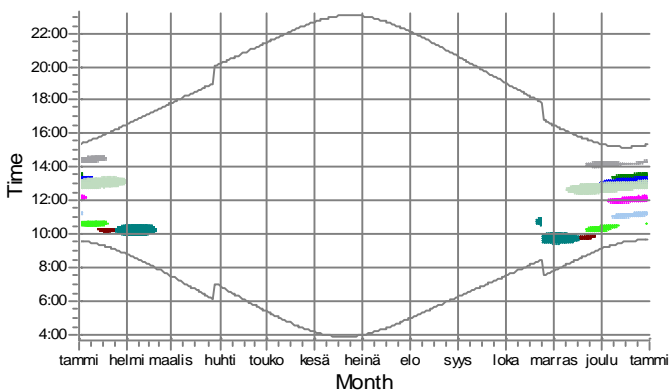
Calculated:

26.10.2012 13:52/2.7.490

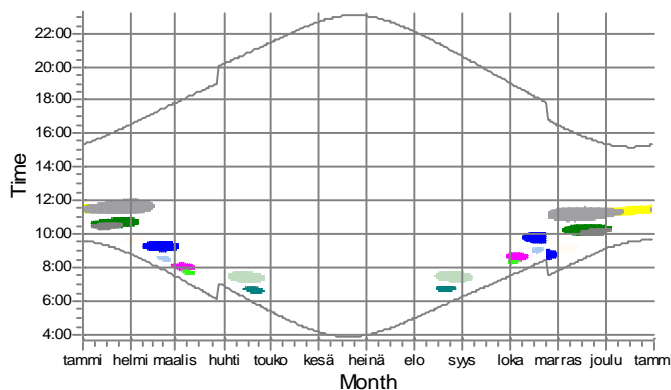
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Real, layout 2012-09-27

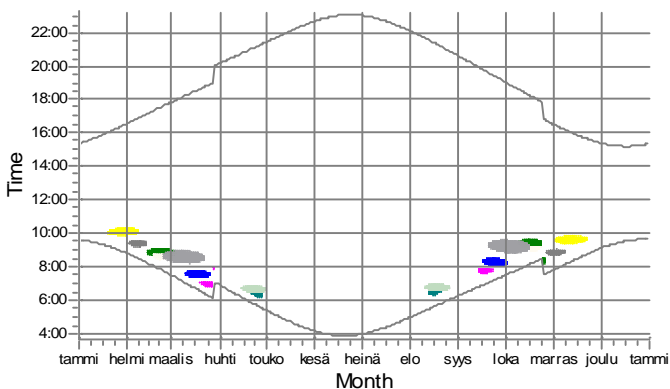
1: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (1)



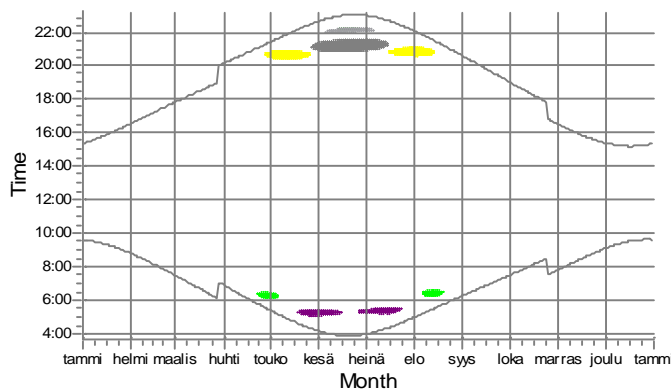
2: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (2)



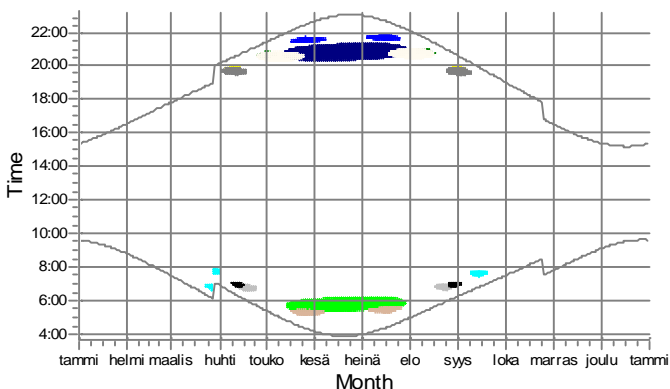
3: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (3)



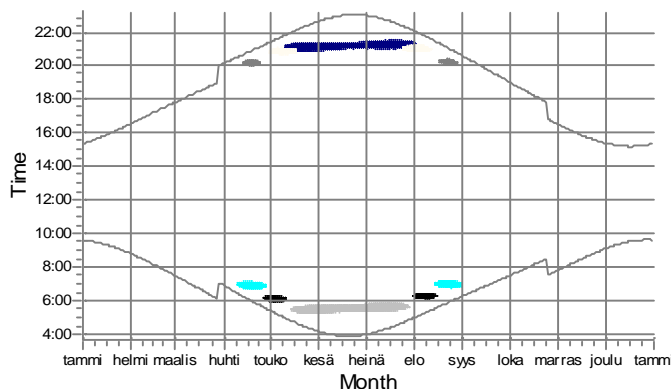
4: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (4)



5: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (5)



6: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (6)



WTGs

 14: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (221)	 21: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (228)	 37: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (236)
 15: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (222)	 22: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (229)	 38: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (237)
 16: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (223)	 24: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (231)	 39: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (238)
 17: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (224)	 25: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (232)	 40: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (239)
 18: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (225)	 27: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (233)	 41: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (240)
 19: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (226)	 28: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (234)	
 20: GAMESA G128 4500 114.0 IOI hub: 100,0 m (227)	 36: GAMESA G128 4500 128.0 IOI hub: 120,0 m (235)	

Project:

Kiimassuo

Description:

-18-25, 37, 40 ja 41: HH 100m, Rotor diameter 114m
-muut: HH 120m, Rotor diameter 128m

Printed/Page

26.10.2012 14:37 / 2

Licensed user:

Ramboll Finland Oy / ICT

Terveystie 2

FI-15870 Hollola

+358 20 755 7170

Arttu Ruhanen / arttu.ruhanen@ramboll.fi

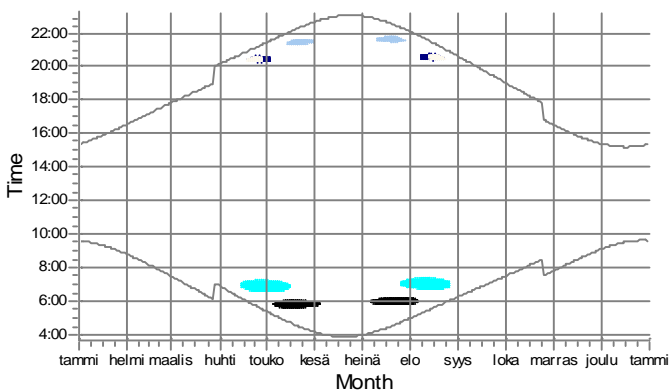
Calculated:

26.10.2012 13:52/2.7.490

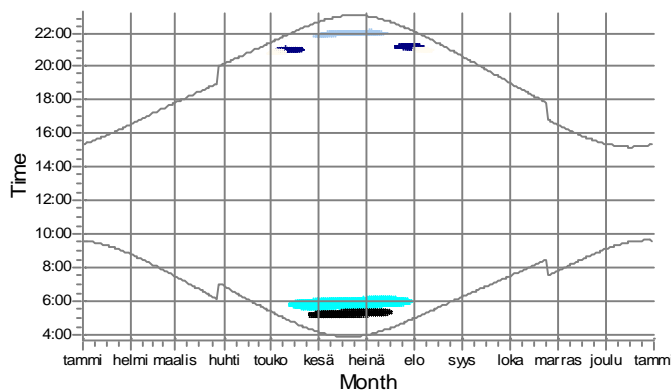
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Real, layout 2012-09-27

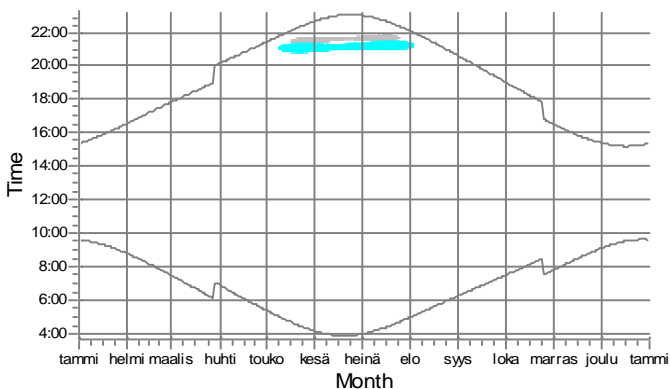
7: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (7)



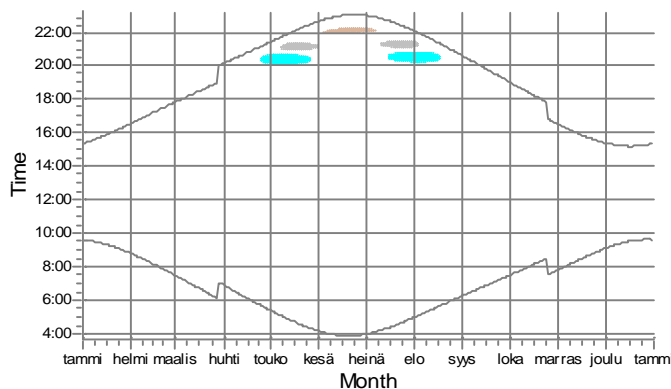
8: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (8)



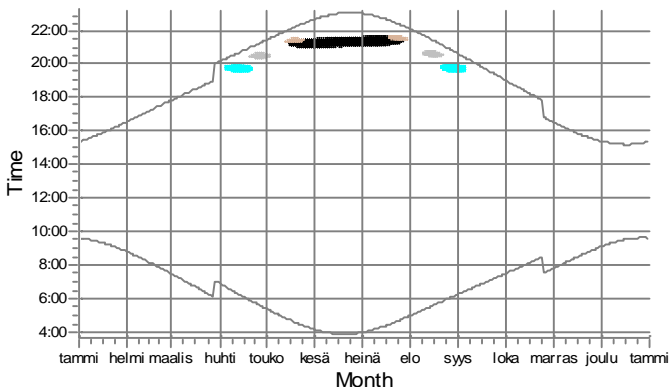
9: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (9)











10: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (10)



11: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: -180,0° Slope: 90,0° (11)



WTGs

	20: GAMESA G128 4500 114.0 IO! hub: 100,0 m (227)		28: GAMESA G128 4500 128.0 IO! hub: 120,0 m (234)		40: GAMESA G128 4500 114.0 IO! hub: 100,0 m (239)
	25: GAMESA G128 4500 114.0 IO! hub: 100,0 m (232)		37: GAMESA G128 4500 114.0 IO! hub: 100,0 m (236)		
	27: GAMESA G128 4500 128.0 IO! hub: 120,0 m (233)		38: GAMESA G128 4500 128.0 IO! hub: 120,0 m (237)		

**Kiimassuon tuulipuisto
Välkemallinnus**

Real case -laskenta

A.Ruhanen 2.11.2012

Layout 27.9.2012, OSA LAITOKSISTA MUKANA

Hankekokonaisuus, joka voidaan toteuttaa ilman välkkeen rajoittamista

Turbiinit 18-25, 37, 40 ja 41:
Tornin korkeus 100 m, Roottorin halkaisija 114 m

Muut turbiinit:
Tornin korkeus 120 m, Roottorin halkaisija 128 m

Varjostustunteja vuodessa



- ? voimat_270912
- asuinrakennus, 1-2 kerroksinen
- asuinrakennus, 3-n kerroksinen
- lomarakennus, 1-2 kerroksinen

