



SKUGGEFFEKTUTREDNING

JUTHSKOGENS VINDKRAFTSPARK

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	3
2	Bakgrund	4
3	Hur skuggeffekter bildas	4
3.1	Riktvärden och gränsvärden	5
3.2	Beräkningsmetoder och utgångsdata.....	5
4	Skuggeffekter.....	8
4.1	Skuggeffektpåverkan för alternativ VE1	8
4.2	Skuggeffektpåverkan för alternativ VE1 då närliggande vindkraftsparker beaktas	9
4.3	Skuggeffektpåverkan för alternativ VE2	11
4.4	Skuggeffektpåverkan för alternativ VE2 då närliggande vindkraftsparker beaktas	12
4.5	Skuggeffektpåverkan för alternativ VE3	14
4.6	Skuggeffektpåverkan för alternativ VE3 då närliggande vindkraftsparker beaktas	15
4.7	Osäkerhetsfaktorer i beräkningarna	20
4.8	Uppföljning och hantering av skuggproblem	20
5	Referenser.....	21
	Bilaga 1: Vindkraftverkens positioner	22

Versionshistorik

Version, Datum	Författare	Granskare	Godkännare	Sammanfattning
2019-11-29	CGr	TLa	TLa	Skuggeffektutredning för Juthskogens vindkraftspark.

1 Sammanfattning

Uppgift: Skuggeffektutredning för Juthskogens vindkraftspark.

Arbetsmetoder: För utredningen har aktuella uppgifter om vindkraftverkens skuggning, gränsvärden för skuggeffekter, lokala förhållanden och modelleringsmetoder insamlats. Modelleringen utfördes i huvudsak i windPRO 3.3 med SHADOW-modulen. Modelleringen och rapporteringen följer Miljöministeriets anvisningar i Tuulivoimarakentamisen suunnittelu rapporten från 2016 (Miljöministeriet, 2016). De beräkningsparametrar som använts i utvärderingen finns angivna i denna rapport.

Resultat: Inga gränsvärden eller rekommendationsvärden för skuggeffektpåverkan har fastslagits i den finska lagstiftningen. I miljöministeriets anvisning OH 5/2016 rekommenderas det att använda andra länders riktvärden för att bedöma skuggeffektpåverkan i Finland.

Tre alternativa situationsplaner och deras skuggeffektpåverkan har utretts i denna rapport (VE1, VE2 och VE3). Rekommendationsvärdet 8 h/år för verklig situation (som används bl.a. i Sverige och Tyskland) överskrids vid fem bostäder för alternativ VE1 med 20 vindkraftverk, när Juthskogens närliggande vindkraftsparker har beaktats. För alternativ VE2 (22 vindkraftverk) och VE3 (19 vindkraftverk) så överskrids riktvärdet inte vid någon av de närliggande bostäderna.

Rekommendationsvärdena för så kallad teoretisk maxsituation överskrids vid några bostäder för alla tre alternativa situationsplaner.

Baserat på resultaten bedöms skuggeffektpåverkan för alternativ VE1 vara måttlig, medan den för alternativ VE2 och VE3 bedöms vara liten.

Överdriven skuggpåverkan kan begränsas genom att tillfälligt stanna de vindkraftverk som orsakar skuggeffekt vid närliggande bostäder. Vindkraftverken kan programmeras så att de automatiskt stannar vid väderförhållanden då skuggeffekter uppstår vid känsliga områden (flicker control).

Tabell 1. Sammanfattning av rekommendationsvärdenas överskridelser. Tabellen anger vid hur många bostäder (fast bostad eller fritidsbostad) det angivna rekommendationsvärdet överskrids.

Rekommendationsvärde	VE1	VE2	VE3	VE1 + närliggande parker	VE2 + närliggande parker	VE3 + närliggande parker
> 10 h/år, verklig situation	0	0	0	0	0	0
> 8 h/år, verklig situation	3	0	0	5	0	0
> 30 h/år, teoretisk maxsituation	8	6	6	13	9	8
> 30 min/dag, teoretisk maxsituation	7	3	3	10	6	6

2 Bakgrund

Den här skuggeffektutredningen har utförts för Juthskogens vindkraftspark i Malax kommun. I utredningen har tre alternativa situationsplaner kontrollerats. Dessa alternativ har skapats för miljökonsekvensbedömningsförfarandet:

- VE1: 20 vindkraftverk. Rotordiameter 200 m och navhöjd 200 m. Totalhöjden är 300 m.
- VE2: 22 vindkraftverk. Rotordiameter 180 m och navhöjd 185 m. Totalhöjden är 275 m.
- VE3: 19 vindkraftverk. Rotordiameter 180 m och navhöjd 185 m. Totalhöjden är 275 m.

Utredningen är gjord med windPRO 3.1 och dess SHADOW-modul. Vid bedömningen av resultaten användes riktvärdena (LAI, 2002; Boverket, 2009) som rekommenderas av miljöministeriet i rapporten Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (2016). Etha Wind Oy har kontrollerat de angivna uppgifterna och beräkningarna och ansvarar för att beräkningen har utförts korrekt.

3 Hur skuggeffekter bildas

När vindkraftverkens rotor snurrar uppstår en regelbundet blinkande skugga då kraftverket befinner sig mellan solen och observationspunkten. Mängden skuggeffekter är beroende av väderförhållanden så att till exempel om det är mulet så uppstår det inga skuggeffekter. På sommaren förekommer skuggeffekter på morgonen och kvällen, då solen ligger lågt. På vintern förekommer skuggeffekterna också mitt på dagen. Ju längre avståndet mellan vindkraftverket och observationspunkten är, desto mindre blir skuggeffekterna. När vindkraftverken inte snurrar förekommer inga skuggeffekter. Skuggeffekterna påverkas också av vindriktningen och vilket håll rotorn är vänd, eftersom effekterna beaktas från en specifik observationspunkt.

Tidpunkten för skuggeffekter samt längden på perioderna med skuggeffekter varierar under dygnet och under olika årstider. Vanligtvis varar en skuggeffektperiod mellan någon minut till upp emot 30 minuter, beroende på observationspunktens läge i förhållande till skuggeffektkällan.

Människor reagerar olika på skuggeffekter. Höga nivåer skuggeffekter vid bostäder kan påverka välbefinnandet för de boende. Huruvida skuggeffekten uppstår vid ett bostadshus, en fritidsbostad eller en arbetsplats påverkar hur störande skuggeffekten upplevs. Också den kumulativa skuggeffekten från flera projekt kan påverka närområdets bostadstrivsel samt friluftsanvändning.



Bild 1. Skuggeffekter bildas vid soligt och klart väder då vindkraftverket snurrar mellan solen och observationspunkten.

3.1 Riktvärden och gränsvärden

Inga gränsvärden eller rekommendationsvärden för skuggeffektpåverkan har fastslagits i den finska lagstiftningen. I miljöministeriets anvisning OH 5/2016 rekommenderas det att använda andra länders riktvärden för att bedöma skuggeffektpåverkan i Finland. I Tyskland och Sverige har man gett följande rekommendationsvärden för närliggande bosättning: högst 8 timmar skuggeffekt per år (så kallad verklig situation, där man beaktar solskenstimmar och vindförhållanden), högst 30 minuter skuggeffekt per dag samt högst 30 timmar skuggeffekt i året (teoretiska maxgränser).

Teoretisk maxsituation definieras som en situation där alla vindkraftverk antas vara i drift utan uppehåll, och där himlen alltid är molnfri. Under soliga perioder kan den teoretiska maxsituationen inträffa på dagsnivå, men i praktiken aldrig på årsnivå.

Skuggeffektresultaten i den här rapporten har jämförts mot de ovan nämnda rekommendationsvärdena. I Danmark används generellt 10 timmar per år som rekommendationsvärde i verklig situation.

3.2 Beräkningsmetoder och utgångsdata

Faktorer som påverkar bildandet av skuggeffekter är förutom väderförhållanden också vindkraftverkens höjd, rotordiameter och drifttid. Även träd och växtlighet påverkar, men detta har inte beaktats i modelleringen. Det är därför sannolikt att det ställvis förekommer mindre skuggning än beräknat.

Områden som påverkas av vindkraftverkens skuggning samt omfattningen av skuggeffekten beräknas i windPRO-programmet, i vilket statistiska uppgifter som motsvarar de lokala förhållandena har använts som basuppgifter. Programmet beräknar både skuggeffekten i enskilda punkter och skuggningen i hela vindkraftsområdet. Beräkningarna görs enligt verkliga förhållanden och följande parametrar beaktas: antalet timmar med solsken, vindförhållanden, vindkraftverkens höjd och positioner samt rotorns diameter. Träd och annan växtlighet har inte beaktats, vilket leder till att det ställvis rapporteras för höga skuggeffekter. Brukstiden och vindriktningen beräknas utgående från data från Tuuliatlas.

Skuggeffektmodelleringen har genomförts enligt bästa praxis, genom att beakta vindkraftverkens bladbredd, utgående från vilket det maximala observationsavståndet från vindkraftverken beräknas (LAI 2002). Det maximala observationsområdet definieras så att vindkraftverkets blad täcker minst 20 % av solen i observationspunkten. Ifall

observationspunkten är så långt borta från vindkraftverket att bladet täcker mindre än 20 % av solen, så är skuggeffekten så svag att den inte bedöms vara störande i observationspunkten.

I modelleringen har den s.k. växthusinställningen använts för bostäderna, dvs. skuggeffekter beräknas vara observerbara alltid då skuggområdet innefattar husets position. I verkligheten uppstår skuggeffekter enbart i rum som har fönster mot vindkraftverken.

Lantmäteriverkets uppgifter om terrängen används i modelleringen (med två meters resolution). Väderuppgifter togs från Seinäjoki väderstation. Seinäjoki väderstation befinner sig ca 45 km från parken. I beräkningarna antas att vindkraftverkens rotor snurrar endast då vindhastigheten är lämplig. Skuggeffekten beaktas på 2 m höjd, dvs. ungefär på människans observationshöjd. I tabellerna nedan presenteras de uppgifter om antalet solskenstimmar vilka användes i beräkningen samt uppgifter om vindkraftverkens drifttid.

Tabell 2. Inställningar i modelleringen

Solskenstimmar	Uppgifter från Seinäjoki väderstation, Finska meteorologiska institutet (Tabell 3)
Drifttid	Baserat på Tuuliatlas (Tabell 4)
Inställningar för bostäder	Växthus-inställningen
Modellering	Skuggeffektberäkning, standard (LAI 2002)
Bladparametrar	Vindkraftverkstillverkarens bladparametrar har använts
Trädens skyddande påverkan	Har inte beaktats
Jämförelsevärden	8 h/år verklig situation 30 h/år teoretisk situation 30 min/dag teoretisk situation

Tabell 3. Uppgifter om antalet solskenstimmar i beräkningen

Månad	Medelantal solskenstimmar per dag
Januari	1.00
Februari	2.82
Mars	4.23
April	6.60
Maj	8.78
Juni	9.10
Juli	8.87
Augusti	6.81
September	4.67
Oktober	2.52
November	1.17
December	0.58
Medeltal	4.76

Tabell 4. Vindkraftverkens driftstid

Vindriktning	Driftstid (h/år)
N	565
NNE	607
ENE	394
E	315
ESE	381
SSE	511
S	854
SSW	1650
WSW	900
W	672
WNW	528
NNW	482
Summa	7859

4 Skuggeffekter

Resultaten av beräkningarna presenteras här grafiskt och förklaras sedan skriftligt i detalj. Inga gränsvärden eller rekommendationsvärden för skuggeffektpåverkan har fastslagits i den finska lagstiftningen. På kartorna presenteras rekommendationsvärdet på 8 h/år i verklig situation, som tillämpas i bl.a. Tyskland och Sverige.

Skuggeffekterna har beräknats för sex olika situationer: dels tre alternativa situationsplaner och dels både med och utan de närliggande vindkraftsparkerna Långmossa, Ribäcken och Takanebacken.

4.1 Skuggeffektpåverkan för alternativ VE1

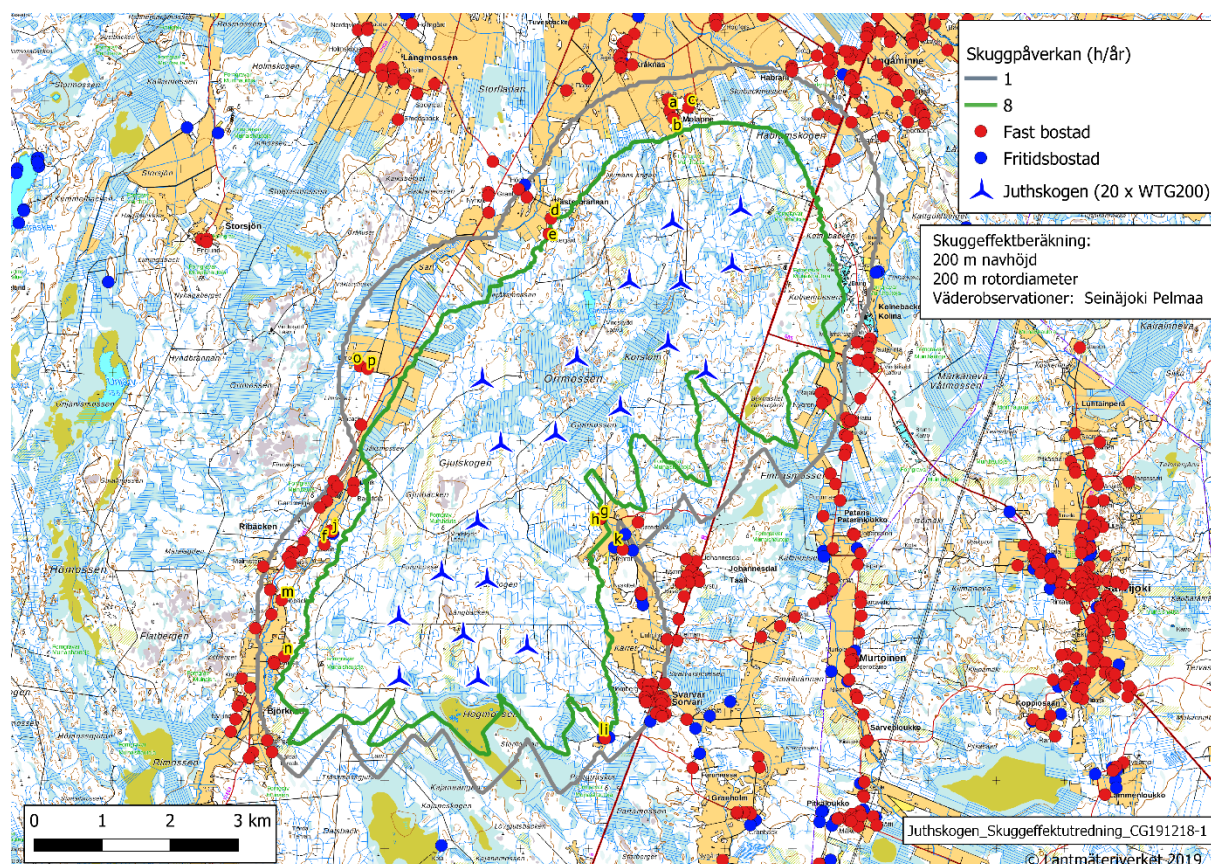


Bild 2. Skuggeffektpåverkan på Juthskogens vindkraftsområde. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (A-P) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 5.

Utanför den gröna linjen förekommer det enligt beräkningarna mindre än 8 timmar skuggeffektpåverkan från vindkraftverken per år. Det rekommenderade värdet på högst 8 timmar skuggeffekt per år överskrids vid tre bostäder. Utöver dessa så överskrids de teoretiska maxgränserna vid sju bostäder.

I beräkningen så kontrolleras också skuggeffektnivåerna i specifika observationspunkter. I följande tabell presenteras de beräknade resultaten vid närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder.

Tabell 5. Resultat från skuggberäkningen, Juthskogen VE1

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Skuggeffekt (h/år, verklig situation)	Skuggeffekt (h/år, teoretisk maxsituation)	Skuggeffekt (h/dag, teoretisk maxsituation)	Över- skrider rekommendation
A	Fast bostad	229192	6983853	05:16	44:30	00:31	Delvis
B	Fast bostad	229246	6983740	05:53	47:34	00:33	Delvis
C	Fast bostad	229468	6983894	05:32	48:48	00:46	Delvis
D	Fast bostad	227447	6982265	07:15	48:41	00:32	Delvis
E	Fast bostad	227414	6982039	09:31	60:25	00:56	Ja
F	Fast bostad	224113	6977471	04:38	28:32	00:31	Delvis
G	Fast bostad	228176	6977848	09:21	43:39	00:27	Ja
H	Fast bostad	228159	6977846	09:43	45:17	00:27	Ja
I	Fast bostad	228242	6974621	06:32	28:23	00:27	Nej
J	Fritidsbostad	224238	6977631	04:42	29:58	00:31	Delvis
K	Fritidsbostad	228378	6977429	05:35	31:14	00:25	Delvis
L	Fritidsbostad	228210	6974627	06:09	26:52	00:26	Nej
M	Fast bostad	223484	6976655	03:39	21:08	00:27	Nej
N	Fast bostad	223520	6975823	06:38	29:32	00:28	Nej
O	Fast bostad	224638	6980093	02:13	11:29	00:26	Nej
P	Fast bostad	224750	6980054	02:37	13:13	00:28	Nej

Att rekommendationsvärdena överskrider "delvis" betyder att enbart de teoretiska maxvärdena överskrider.

4.2 Skuggeffektpåverkan för alternativ VE1 då närliggande vindkraftsparker beaktas

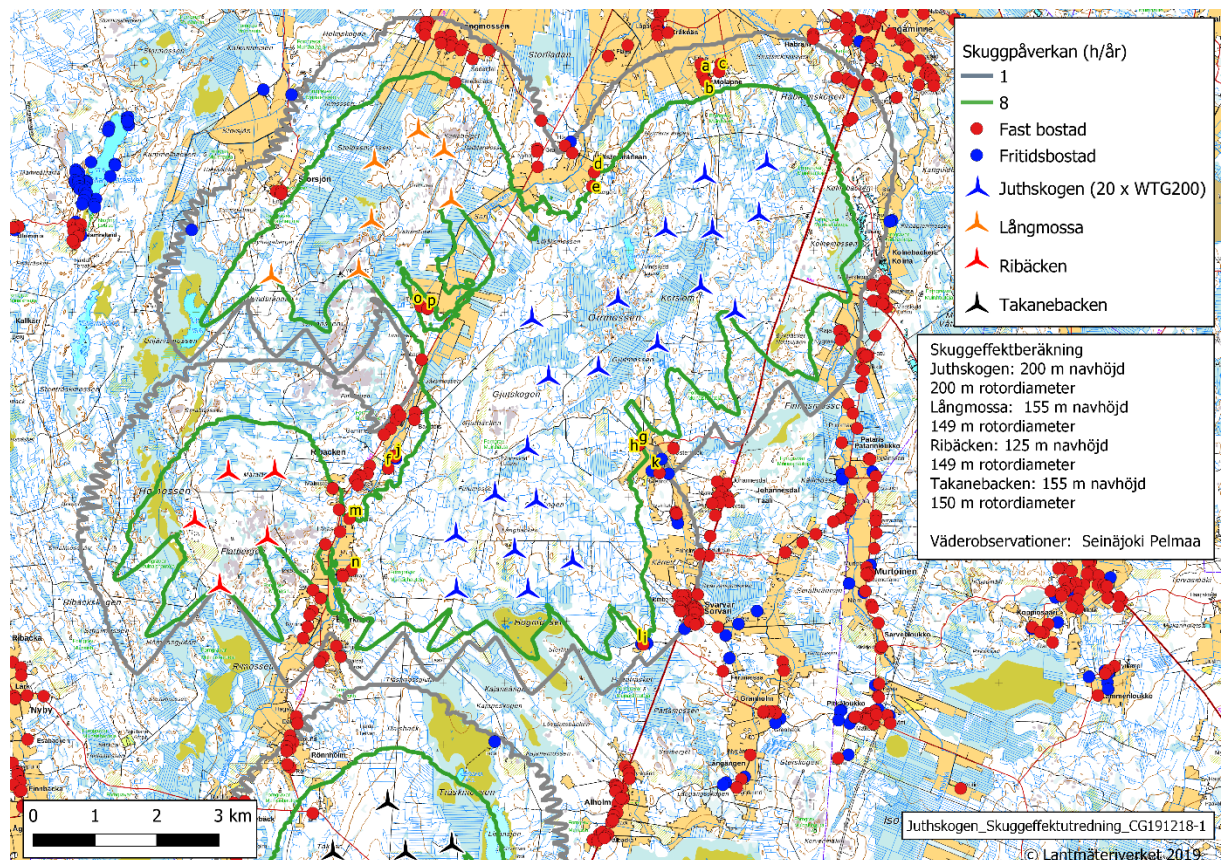


Bild 3. Skuggeffektpåverkan på Juthskogens vindkraftsområde. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (A-P) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 6.

Utanför den gröna linjen förekommer det enligt beräkningarna mindre än 8 timmar skuggeffektpåverkan från vindkraftverken per år. Det rekommenderade värdet på högst 8 timmar skuggeffekt per år överskrids vid fem bostäder. Utöver dessa så överskrids de teoretiska maxgränserna vid nio bostäder. Baserat på den presenterade kartan kan det noteras att det för VE1 finns en kumulativ effekt med Långmossa och Ribäcken vindkraftspark.

I beräkningen så kontrolleras också skuggeffektnivåerna i specifika observationspunkter. I följande tabell presenteras de beräknade resultaten vid närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder.

Tabell 6. Resultat från skuggberäkningen, Juthskogen VE1 + närliggande vindkraftsparker

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Skuggeffekt (h/år, verklig situation)	Skuggeffekt (h/år, teoretisk maxsituation)	Skuggeffekt (h/dag, teoretisk maxsituation)	Över- skrider rekomme- ndation
A	Fast bostad	229192	6983853	05:16	44:30	00:31	Delvis
B	Fast bostad	229246	6983740	05:53	47:34	00:33	Delvis
C	Fast bostad	229468	6983894	05:32	48:48	00:46	Delvis
D	Fast bostad	227447	6982265	07:15	48:41	00:32	Delvis
E	Fast bostad	227414	6982039	09:31	60:25	00:56	Ja
F	Fast bostad	224113	6977471	05:42	34:17	00:44	Delvis
G	Fast bostad	228176	6977848	09:21	43:39	00:27	Ja
H	Fast bostad	228159	6977846	09:43	45:17	00:27	Ja
I	Fast bostad	228242	6974621	06:32	28:23	00:27	Nej
J	Fritidsbostad	224238	6977631	04:42	29:58	00:31	Delvis
K	Fritidsbostad	228378	6977429	05:35	31:14	00:25	Delvis
L	Fritidsbostad	228210	6974627	06:09	26:52	00:26	Nej
M	Fast bostad	223484	6976655	09:13	47:43	00:37	Ja
N	Fast bostad	223520	6975823	08:56	40:57	00:30	Ja
O	Fast bostad	224638	6980093	07:04	33:22	00:32	Delvis
P	Fast bostad	224750	6980054	06:24	30:33	00:29	Delvis

Att rekommendationsvärdena överskrids "delvis" betyder att enbart de teoretiska maxvärdena överskrids.

4.3 Skuggeffektpåverkan för alternativ VE2

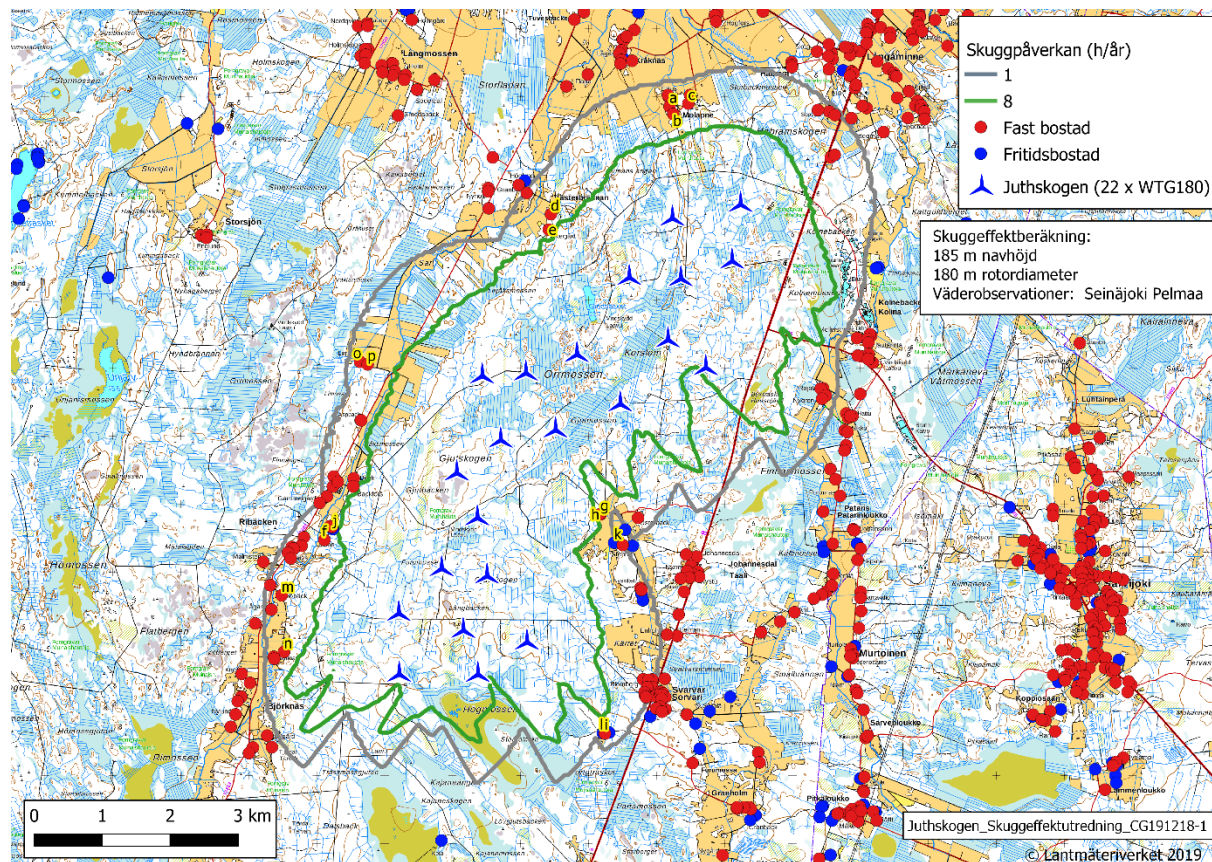


Bild 4. Skuggeffektpåverkan på Juthskogens vindkraftsområde. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (A-P) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 7.

Utanför den gröna linjen förekommer det enligt beräkningarna mindre än 8 timmar skuggeffektpåverkan från vindkraftverken per år. Det rekommenderade värdet på högst 8 timmar skuggeffekt per år överskrids inte vid några bostäder. De teoretiska maxgränserna överskrids vid sex bostäder.

I beräkningen så kontrolleras också skuggeffektnivåerna i specifika observationspunkter. I följande tabell presenteras de beräknade resultaten vid närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder.

Tabell 7. Resultat från skuggberäkningen, Juthskogen VE2

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Skuggeffekt (h/år, verklig situation)	Skuggeffekt (h/år, teoretisk maxsituation)	Skuggeffekt (h/dag, teoretisk maxsituation)	Över- skrider rekommendation
A	Fast bostad	229192	6983853	04:27	39:24	00:28	Delvis
B	Fast bostad	229246	6983740	04:59	42:24	00:30	Delvis
C	Fast bostad	229468	6983894	04:35	42:13	00:38	Delvis
D	Fast bostad	227447	6982265	04:13	24:10	00:29	Nej
E	Fast bostad	227414	6982039	06:38	43:27	00:31	Delvis
F	Fast bostad	224113	6977471	03:44	23:18	00:28	Nej
G	Fast bostad	228176	6977848	07:11	34:01	00:25	Delvis
H	Fast bostad	228159	6977846	07:28	35:16	00:25	Delvis
I	Fast bostad	228242	6974621	04:09	17:08	00:25	Nej
J	Fritidsbostad	224238	6977631	03:49	24:32	00:28	Nej
K	Fritidsbostad	228378	6977429	02:57	18:20	00:23	Nej
L	Fritidsbostad	228210	6974627	03:46	15:37	00:25	Nej
M	Fast bostad	223484	6976655	01:50	09:52	00:25	Nej
N	Fast bostad	223520	6975823	05:13	23:32	00:25	Nej
O	Fast bostad	224638	6980093	01:47	09:21	00:24	Nej
P	Fast bostad	224750	6980054	02:05	10:40	00:25	Nej

Att rekommendationsvärdena överskrider "delvis" betyder att enbart de teoretiska maxvärdena överskrider.

4.4 Skuggeffektpåverkan för alternativ VE2 då närliggande vindkraftsparker beaktas

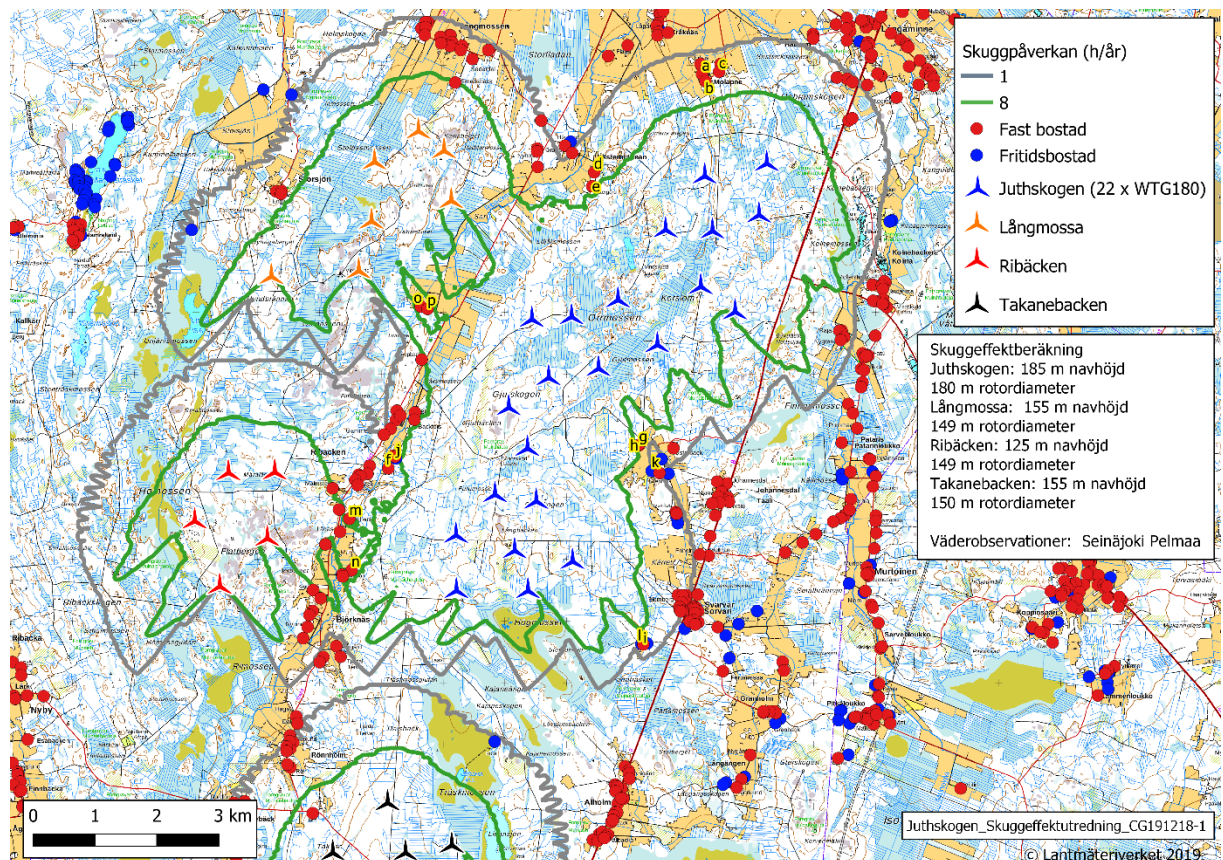


Bild 5. Skuggeffektpåverkan på Juthskogens vindkraftsområde. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (A-P) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 8.

Utanför den gröna linjen förekommer det enligt beräkningarna mindre än 8 timmar skuggeffektpåverkan från vindkraftverken per år. Det rekommenderade värdet på högst 8 timmar skuggeffekt per år överskrids inte vid några bostäder. De teoretiska maxgränserna överskrids vid nio bostäder. Baserat på den presenterade kartan kan det noteras att det för VE2 finns en liten kumulativ effekt med Långmossa och Ribäcken vindkraftspark.

I beräkningen så kontrolleras också skuggeffektnivåerna i specifika observationspunkter. I följande tabell presenteras de beräknade resultaten vid närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder.

Tabell 8. Resultat från skuggberäkningen, Juthskogen VE2 + närliggande vindkraftsparker

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Skuggeffekt (h/år, verklig situation)	Skuggeffekt (h/år, teoretisk maxsituation)	Skuggeffekt (h/dag, teoretisk maxsituation)	Över- skrider rekomme- ndation
A	Fast bostad	229192	6983853	04:27	39:24	00:28	Delvis
B	Fast bostad	229246	6983740	04:59	42:24	00:30	Delvis
C	Fast bostad	229468	6983894	04:35	42:13	00:38	Delvis
D	Fast bostad	227447	6982265	04:13	24:10	00:29	Nej
E	Fast bostad	227414	6982039	06:38	43:27	00:31	Delvis
F	Fast bostad	224113	6977471	04:48	29:03	00:42	Nej
G	Fast bostad	228176	6977848	07:11	34:01	00:25	Delvis
H	Fast bostad	228159	6977846	07:28	35:16	00:25	Delvis
I	Fast bostad	228242	6974621	04:09	17:08	00:25	Nej
J	Fritidsbostad	224238	6977631	03:49	24:32	00:28	Nej
K	Fritidsbostad	228378	6977429	02:57	18:20	00:23	Nej
L	Fritidsbostad	228210	6974627	03:46	15:37	00:25	Nej
M	Fast bostad	223484	6976655	07:23	36:27	00:27	Delvis
N	Fast bostad	223520	6975823	07:30	34:57	00:30	Delvis
O	Fast bostad	224638	6980093	06:37	31:14	00:32	Delvis
P	Fast bostad	224750	6980054	05:51	28:00	00:29	Nej

Att rekommendationsvärdena överskrids "delvis" betyder att enbart de teoretiska maxvärdena överskrids.

4.5 Skuggeffektpåverkan för alternativ VE3

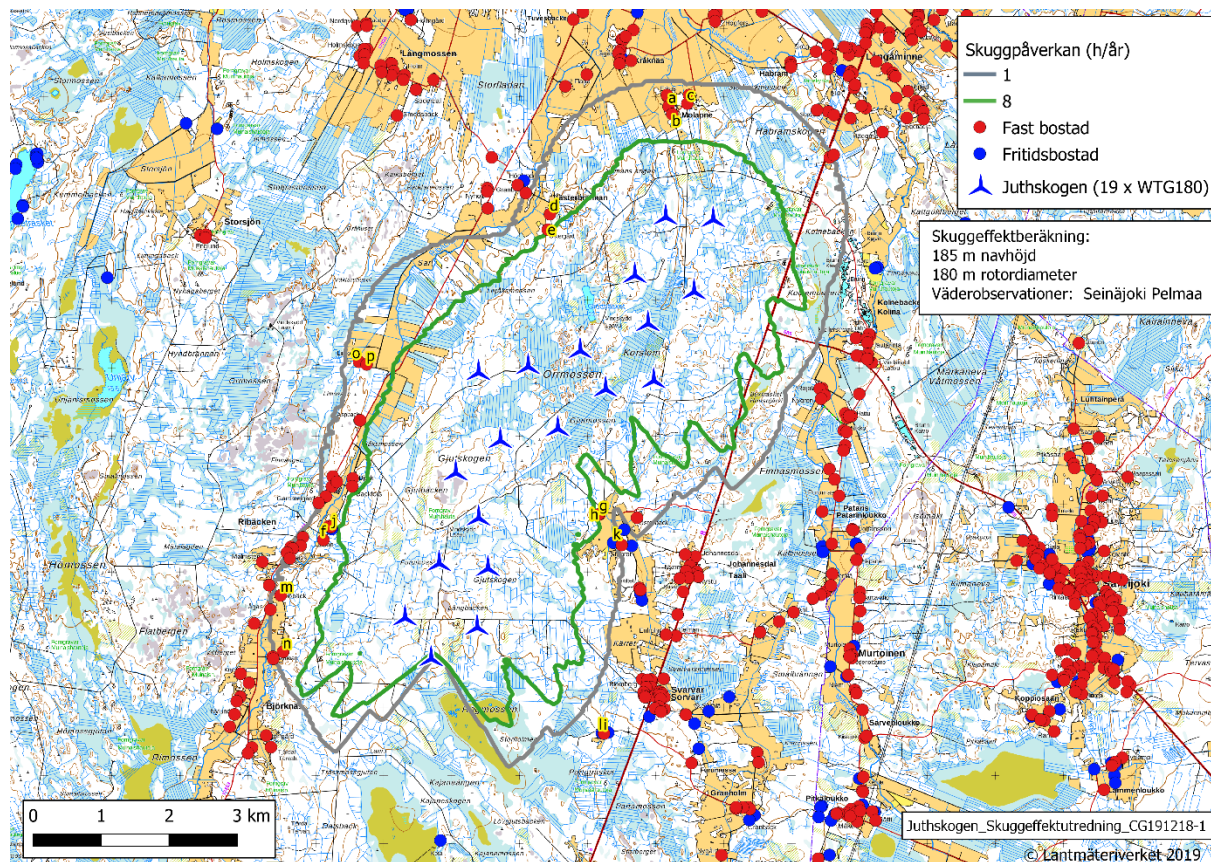


Bild 6. Skuggeffektpåverkan på Juthskogens vindkraftsområde. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (A-P) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 9.

Utanför den gröna linjen förekommer det enligt beräkningarna mindre än 8 timmar skuggeffektpåverkan från vindkraftverken per år. Det rekommenderade värdet på högst 8 timmar skuggeffekt per år överskrids inte vid några bostäder. De teoretiska maxgränserna överskrids vid nio bostäder.

I beräkningen så kontrolleras också skuggeffektnivåerna i specifika observationspunkter. I följande tabell presenteras de beräknade resultaten vid närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder.

Tabell 9. Resultat från skuggberäkningen, Juthskogen VE3

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Skuggeffekt (h/år, verklig situation)	Skuggeffekt (h/år, teoretisk maxsituation)	Skuggeffekt (h/dag, teoretisk maxsituation)	Över- skrider rekommendation
A	Fast bostad	229192	6983853	04:27	43:28	00:50	Delvis
B	Fast bostad	229246	6983740	04:58	46:34	00:53	Delvis
C	Fast bostad	229468	6983894	04:33	46:00	00:52	Delvis
D	Fast bostad	227447	6982265	04:14	23:54	00:28	Nej
E	Fast bostad	227414	6982039	06:35	42:04	00:29	Delvis
F	Fast bostad	224113	6977471	03:35	21:52	00:26	Nej
G	Fast bostad	228176	6977848	07:24	35:08	00:25	Delvis
H	Fast bostad	228159	6977846	07:41	36:24	00:25	Delvis
I	Fast bostad	228242	6974621	00:00	00:00	00:00	Nej
J	Fritidsbostad	224238	6977631	03:38	23:08	00:26	Nej
K	Fritidsbostad	228378	6977429	01:27	08:07	00:22	Nej
L	Fritidsbostad	228210	6974627	00:00	00:00	00:00	Nej
M	Fast bostad	223484	6976655	01:34	08:42	00:23	Nej
N	Fast bostad	223520	6975823	02:45	11:24	00:24	Nej
O	Fast bostad	224638	6980093	01:55	09:52	00:24	Nej
P	Fast bostad	224750	6980054	02:18	11:29	00:26	Nej

Att rekommendationsvärdena överskrider "delvis" betyder att enbart de teoretiska maxvärdena överskrider.

4.6 Skuggeffektpåverkan för alternativ VE3 då närliggande vindkraftsparker beaktas

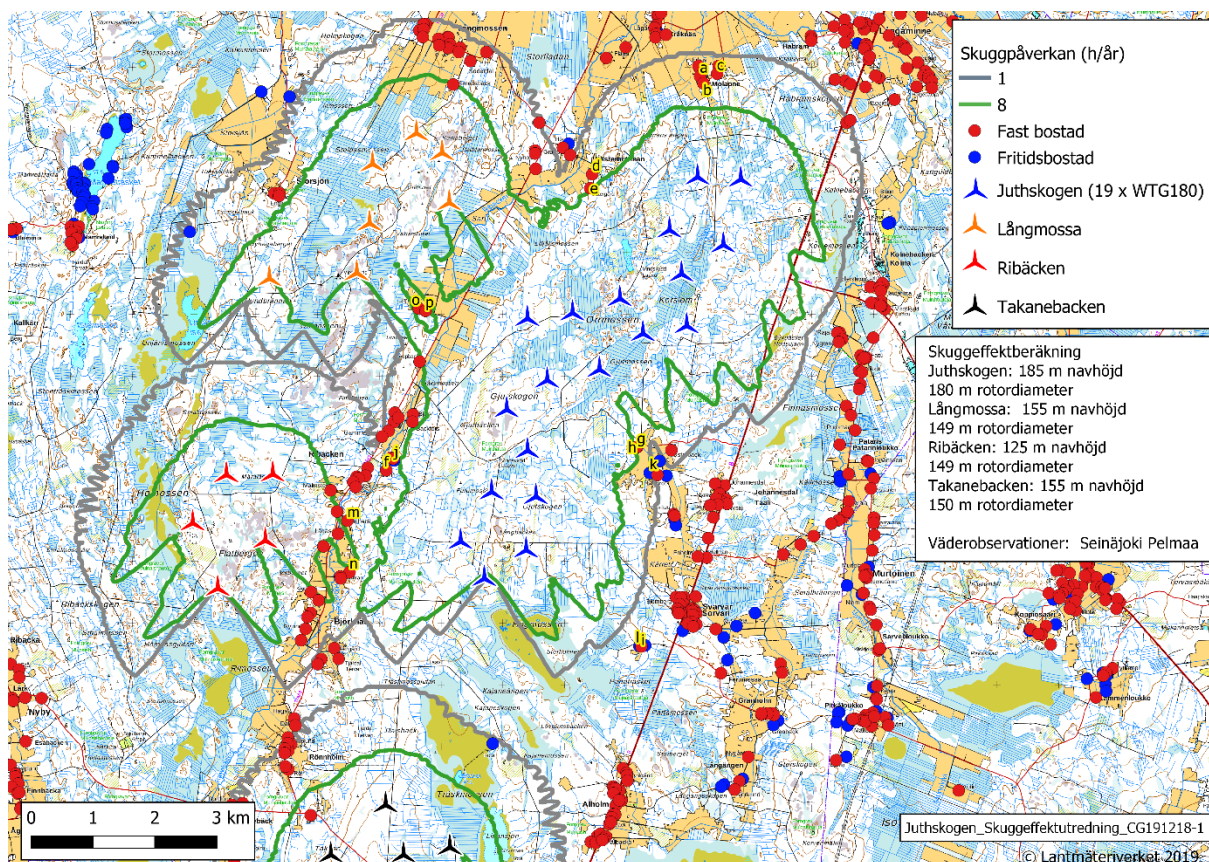


Bild 7. Skuggeffektpåverkan på Juthskogens vindkraftsområde. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (A-P) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 10.

Utanför den gröna linjen förekommer det enligt beräkningarna mindre än 8 timmar skuggeffektpåverkan från vindkraftverken per år. Det rekommenderade värdet på högst 8 timmar skuggeffekt per år överskrids inte vid några bostäder. De teoretiska maxgränserna överskrids vid nio bostäder. Baserat på den presenterade kartan kan det noteras att det för VE3 finns en liten kumulativ effekt med Långmossa och Ribäcken vindkraftspark.

I beräkningen så kontrolleras också skuggeffektnivåerna i specifika observationspunkter. I följande tabell presenteras de beräknade resultaten vid närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder.

Tabell 10. Resultat från skuggberäkningen, Juthskogen VE3 + närliggande vindkraftsparker

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Skuggeffekt (h/år, verklig situation)	Skuggeffekt (h/år, teoretisk maxsituation)	Skuggeffekt (h/dag, teoretisk maxsituation)	Över- skrider rekommendation
A	Fast bostad	229192	6983853	04:27	43:28	00:50	Delvis
B	Fast bostad	229246	6983740	04:58	46:34	00:53	Delvis
C	Fast bostad	229468	6983894	04:33	46:00	00:52	Delvis
D	Fast bostad	227447	6982265	04:14	23:54	00:28	Nej
E	Fast bostad	227414	6982039	06:35	42:04	00:29	Delvis
F	Fast bostad	224113	6977471	04:39	27:37	00:39	Nej
G	Fast bostad	228176	6977848	07:24	35:08	00:25	Delvis
H	Fast bostad	228159	6977846	07:41	36:24	00:25	Delvis
I	Fast bostad	228242	6974621	00:00	00:00	00:00	Nej
J	Fritidsbostad	224238	6977631	03:38	23:08	00:26	Nej
K	Fritidsbostad	228378	6977429	01:27	08:07	00:22	Nej
L	Fritidsbostad	228210	6974627	00:00	00:00	00:00	Nej
M	Fast bostad	223484	6976655	07:06	35:17	00:27	Delvis
N	Fast bostad	223520	6975823	05:02	22:49	00:41	Delvis
O	Fast bostad	224638	6980093	06:45	31:45	00:32	Delvis
P	Fast bostad	224750	6980054	06:05	28:49	00:29	Nej

Att rekommendationsvärdena överskrids "delvis" betyder att enbart de teoretiska maxvärdena överskrids.

Bilderna nedan visualiserar skuggeffekternas förekomst vid bostäderna H och E enligt beräkningen för teoretisk maxsituation. Bostäderna är exempel där skuggeffektnivån överskrider 30 timmar per år (teoretisk maxsituation). X-axeln representerar olika måndader och y-axeln olika tidpunkter på dygnet. De olika vindkraftverken som har en påverkan representeras av olika färger.

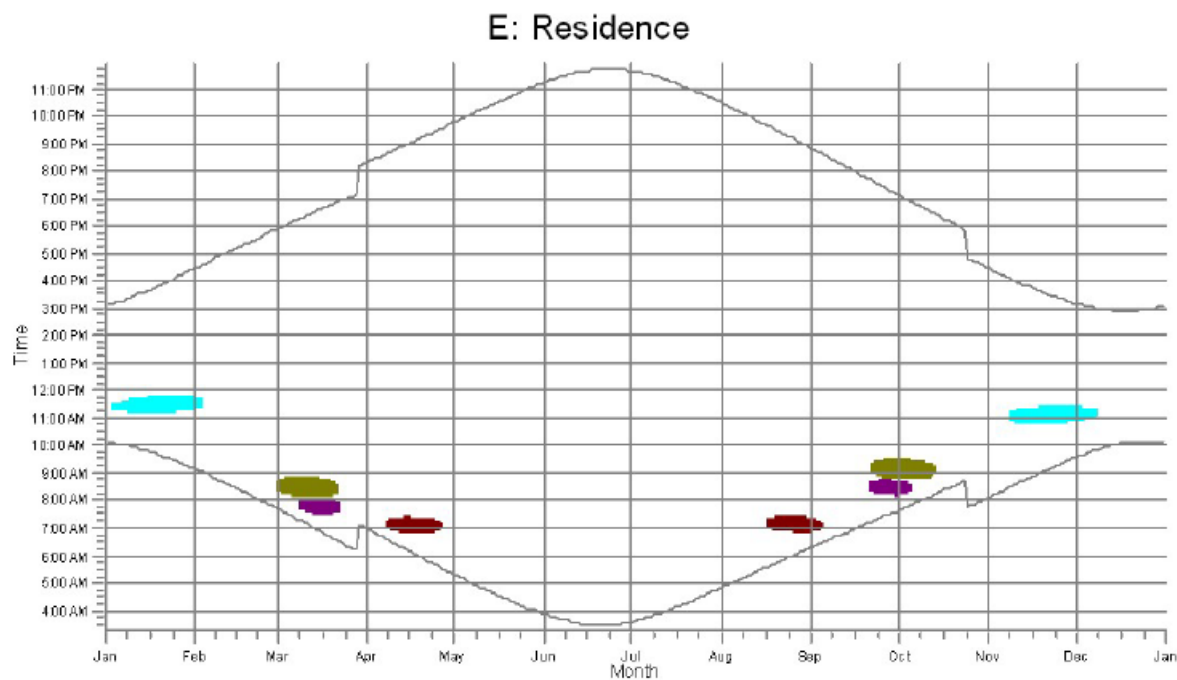


Bild 8. Grafisk kalender (VE1 + närliggande vindkraftsparker), fast bostad E.

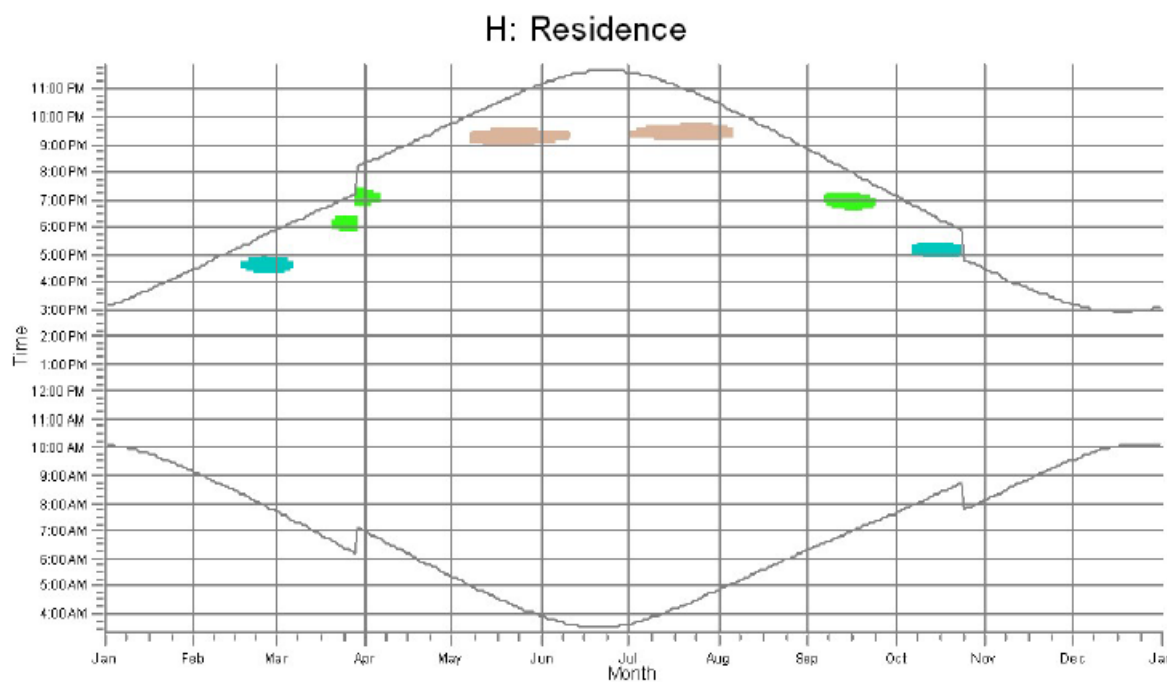


Bild 9. Grafisk kalender (VE1 + närliggande vindkraftsparker), fast bostad H.

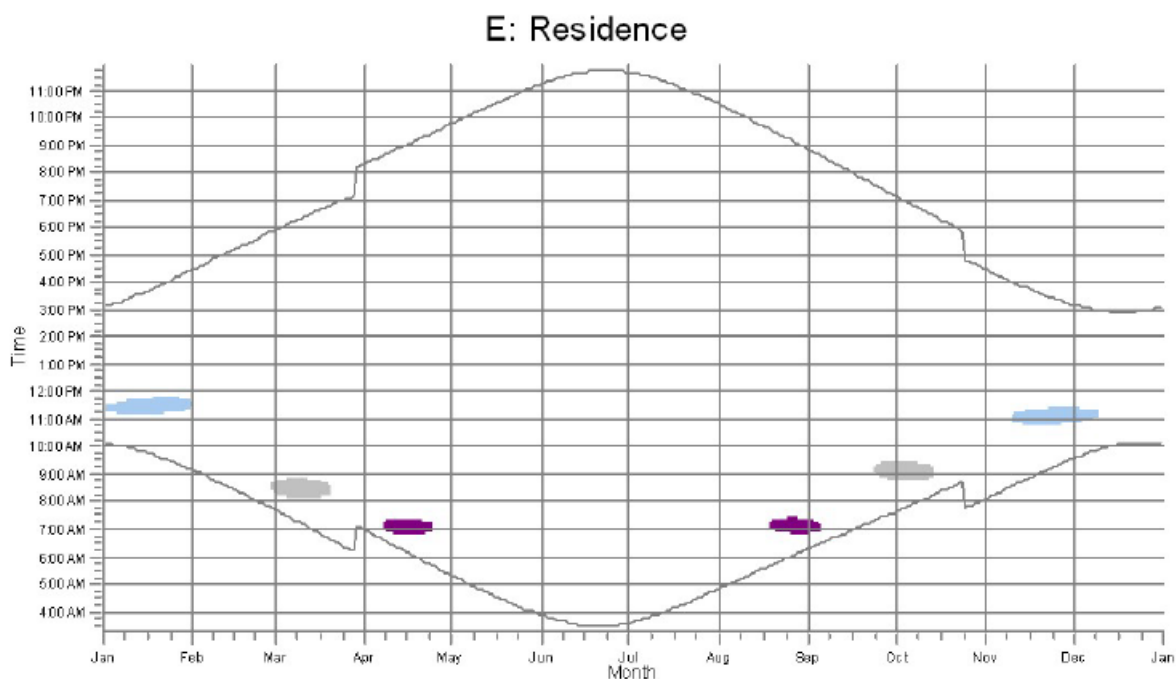


Bild 10. Grafisk kalender (VE2 + närliggande vindkraftsparker), fast bostad E.

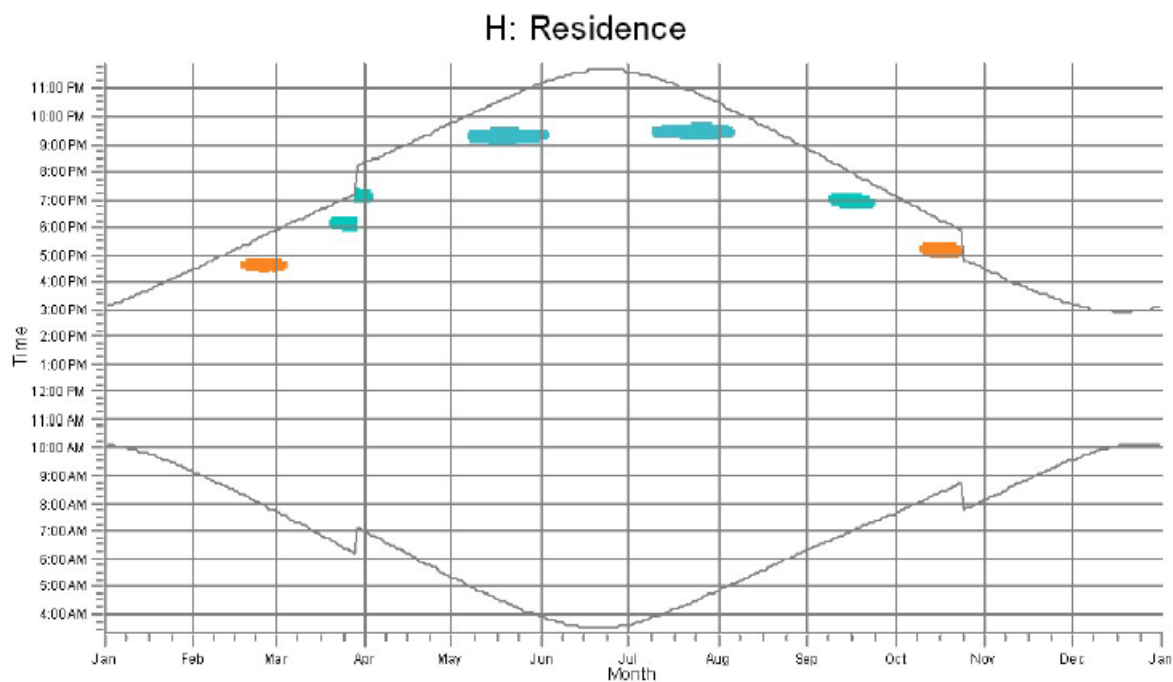


Bild 11. Grafisk kalender (VE2 + närliggande vindkraftsparker), fast bostad H.

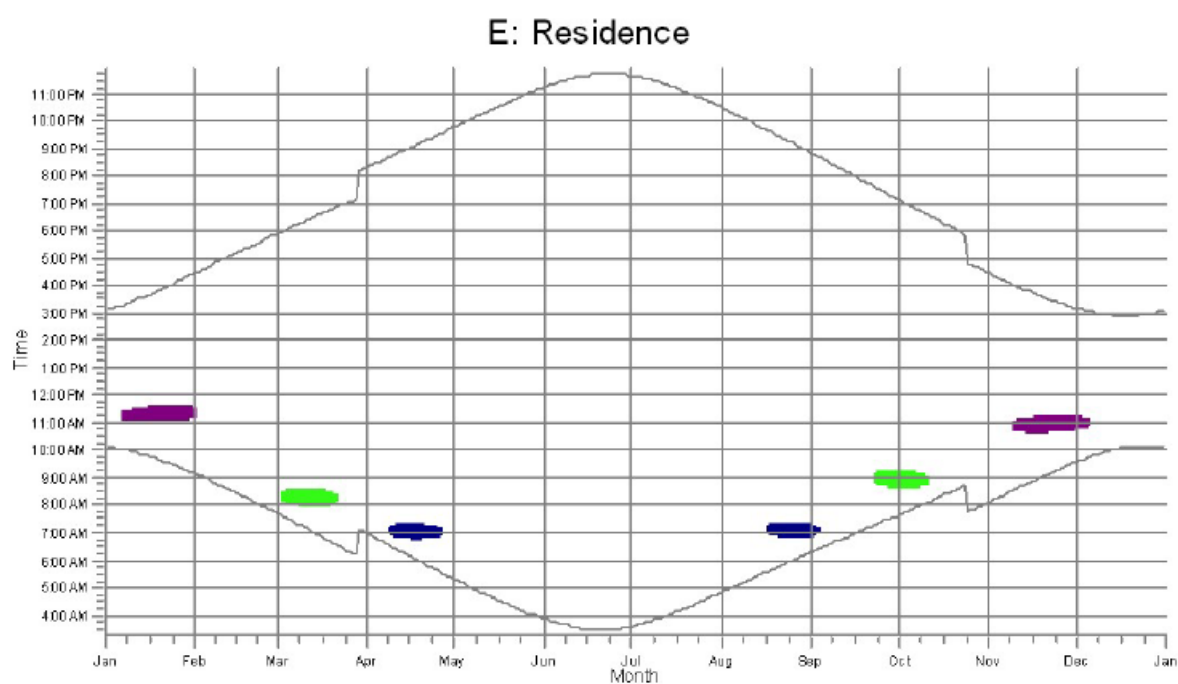


Bild 12. Grafisk kalender (VE3 + närliggande vindkraftsparker), fast bostad E.

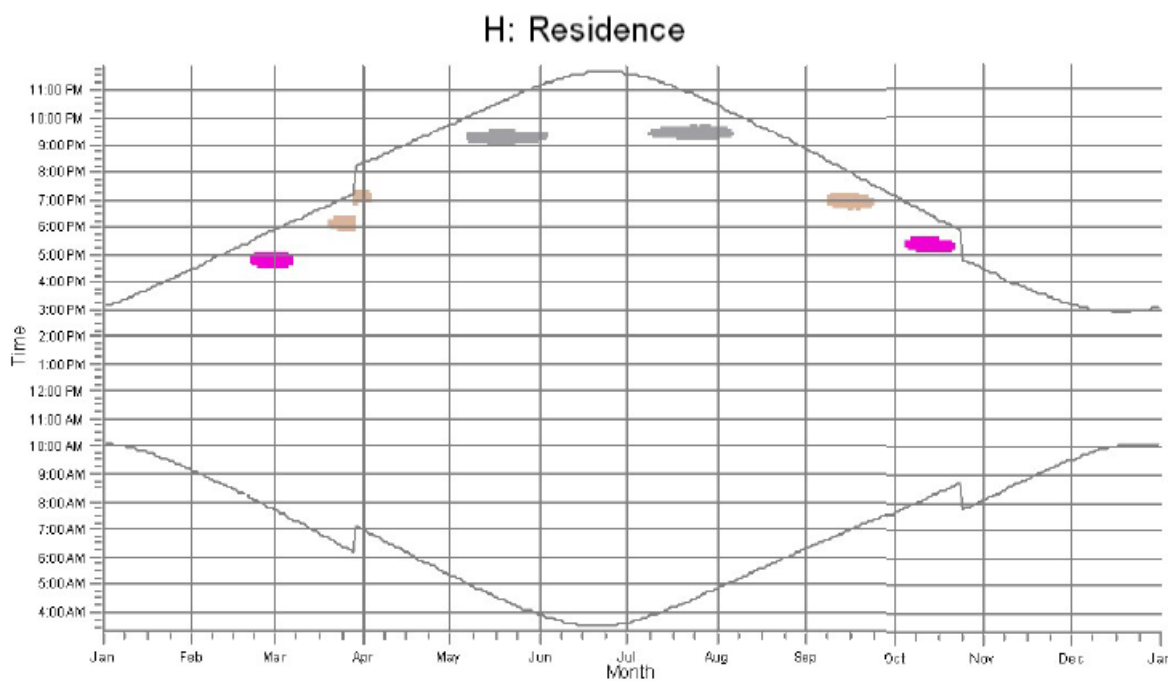


Bild 13. Grafisk kalender (VE3 + närliggande vindkraftsparker), fast bostad H.

4.7 Osäkerhetsfaktorer i beräkningarna

I skuggberäkningen har statistiska långtidsväderförhållanden använts, och därmed resulterar beräkningen i en genomsnittlig skuggningseffekt. Ifall väderförhållandena skiljer sig kraftigt från de statistiska uppgifterna som använts i modelleringen kan de verkliga skuggeffekterna vara annorlunda än beräknat.

Drifttiden, dvs. tiden som vindkraftverken snurrar och producerar elektricitet, är en annan osäkerhetsfaktor i beräkningen. Då drifttiden varierar från det antagna kan skuggningseffekterna i någon mån variera vid vissa punkter. Osäkerheten i de antagna vindriktningarna kan också påverka resultatet i viss mån.

Eftersom modelleringen har gjorts utan att beakta vegetationens höjd är vegetationens inverkan på resultatet oklart. Bostäder som är placerade på relativt öppna områden, exempelvis vid åkermark, har i stort sett samma skuggeffektpåverkan i verkligheten som i modelleringen utan vegetation. Bostäder i närheten av skog kan i verkligheten ha klart lägre skuggeffektpåverkan än modellerat då skogen skymmer skuggeffekten från vindkraftverken.

4.8 Uppföljning och hantering av skuggproblem

Vindkraftverkens skuggeffektpåverkan kan begränsas redan i planeringsskedet. Man har strävat efter att placera vindkraftverken så att de orsakar så lite skuggeffekter som möjligt på känsliga områden. Tornets höjd, rotorns diameter och bladens bredd påverkar på mängden skuggeffekt som uppkommer. Om vindkraftverkstypen som byggs skiljer sig signifikant från den vindkraftverkstyp som använts i den här studien, bör skuggeffektmodelleringen uppdateras i bygglovsskedet.

Ifall det förekommer problem med skuggningseffekter är det möjligt att stanna vindkraftverken vid de specifika tidpunkterna då de orsakar problem. Vindkraftverken kan programmeras så att de automatiskt stannar vid väderförhållanden då skuggeffekter uppstår vid känsliga områden (flicker control).

5 Referenser

Miljöministeriet (2016). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu / OH 5/2016. Helsinki.

LAI (2002). Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Länderausschuss für Immissionsschutz-Arbeitsgruppe Schattenwurf.

Boverket (2009). Vindkraftshandboken – planering och prövning av vindkraft på land och i kustnära vattenområden.

Etha Wind Oy (2019). 02-Flicker and ZVI-CGYK150227-1-Rev10. Internal work description.

Bilaga 1: Vindkraftverkens positioner

Vindkraftverkens positioner presenteras i följande tabeller.

Tabell 11. Vindkraftverkens koordinater, Juthskogen VE1

Vindkraftverk	Östlig (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig (ETRS-TM35-FIN)
1	230225	6982426
2	229222	6982223
3	228587	6981351
4	229346	6981334
5	230100	6981592
6	229157	6980433
7	227817	6980217
8	226424	6979902
9	229713	6980024
10	228455	6979489
11	227502	6979106
12	226695	6978957
13	226352	6977813
14	225826	6977065
15	226494	6976957
16	225195	6976406
17	226145	6976156
18	227082	6975983
19	225202	6975510
20	226360	6975508

Tabell 12. Vindkraftverkens koordinater, Juthskogen VE2

Vindkraftverk	Östlig (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig (ETRS-TM35-FIN)
1	230225	6982426
2	229222	6982223
3	228587	6981351
4	229346	6981334
5	230100	6981592
6	229157	6980433
7	227817	6980217
8	226424	6979902
9	229713	6980024
10	228455	6979489
11	227502	6979106
12	226695	6978957
13	226352	6977813
14	225826	6977065
15	226494	6976957
16	225195	6976406
17	226145	6976156
18	227082	6975983
19	225202	6975510
20	226360	6975508
21	227066	6979944
22	226049	6978473

Tabell 13. Vindkraftverkens koordinater, Juthskogen VE3

Vindkraftverk	Östlig (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig (ETRS-TM35-FIN)
1	229137	6982239
2	229836	6982203
3	228683	6981381
4	229555	6981140
5	228878	6980670
6	227880	6980272
7	227114	6980038
8	226383	6979949
9	228962	6979832
10	228253	6979705
11	227550	6979123
12	226704	6978949
13	226048	6978473
14	226385	6977810
15	225803	6977141
16	226522	6977066
17	225302	6976338
18	226363	6976200
19	225686	6975739

Tabell 14. Vindkraftverkens koordinater, Takanebacken

Vindkraftverk	Östlig (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig (ETRS-TM35-FIN)
1	225138	6971388
2	224389	6971265
3	223142	6970490
4	224100	6972075
5	223212	6971265

Tabell 15. Vindkraftverkens koordinater, Ribäcken

Vindkraftverk	Östlig (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig (ETRS-TM35-FIN)
1	221525	6977325
2	222275	6977336
3	220980	6976543
4	222155	6976261
5	221385	6975486

Tabell 16. Vindkraftverkens koordinater, Långmossa

Vindkraftverk	Östlig (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig (ETRS-TM35-FIN)
1	224601	6982892
2	225016	6982575
3	225132	6981766
4	223890	6982394
5	223842	6981433
6	223635	6980629
7	222220	6980539