



SKUGGEFFEKTUTREDNING MASTBACKA 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.....	7
4.1	Skuggeffektpåverkan för Mastbacka	7
4.2	Skuggeffektpåverkan när växtlighetens inverkan har beaktats.....	8
4.3	Osäkerhetsfaktorer i beräkningarna	10
4.4	Uppföljning och hantering av skuggproblem	10
5	Referenser.....	11
	Bilaga 1: Vindkraftverkens positioner	12

Versionshistorik

Version, Datum	Författare	Granskare	Godkännare	Sammanfattning
2020-01-22	ArM	CKk	CGr	Skuggeffektutredning för Mastbacka vindkraftspark.

1 Sammanfattning

- Uppgift:** Skuggeffektutredning för Mastbacka vindkraftspark.
- Arbetsmetod:** För utredningen har aktuella uppgifter om vindkraftverkens skuggning, gränsvärden för skuggeffekter, lokala förhållanden och modelleringsmetoder insamlats. Modelleringen utfördes i huvudsak i windPRO 3.2 med SHADOW-modulen. Modelleringen och rapporteringen följer Miljöministeriets anvisningar i rapporten Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 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.

I modelleringen överskrids inte det i Sverige och Tyskland rekommenderade gränsvärdet på 8 timmar skuggeffekt per år vid någon av de närliggande bostäder och fritidsbostäder. Den teoretiska årliga maxgränsen på 30 timmar skuggeffekt per år och den teoretiska dagliga maxgränsen på 30 minuter skuggeffekt per dag överskrids vid en observationspunkt.

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 (användning av så kallad flicker control).

Tabell 1. Sammanfattning av jämförelsevärdenas överskridelser. Tabellen anger vid hur många bostäder (fasta bostäder eller fritidsbostäder) det angivna jämförelsevärdet överskrids.

Jämförelsevärde	Överskridelser av jämförelsevärdet
> 10 h/år, verklig situation	0
> 8 h/år, verklig situation	0
> 30 h/år, teoretisk maxsituation	1
> 30 min/dag, teoretisk maxsituation	1

2 Bakgrund

Skuggeffektutredningen har utförts för Mastbacka vindkraftspark i Pedersöre kommun. Den planerade vindkraftsparken består av 6 vindkraftverk. Skuggeffektutredningen är en del av konsekvensbedömningen i planläggningsskedet. Skuggeffektmodelleringen är gjord med ett vindkraftverk som har en rotordiameter på 180 m och navhöjd på 190 m, vilket gör att vindkraftverkets totalhöjd är 280 m.

Utredningen är gjord med programmet windPRO 3.2 och dess SHADOW-modul. I miljöministeriets anvisning OH 5/2016 rekommenderas det att använda andra länders riktvärden för att bedöma skuggeffektpåverkan. Vid bedömningen av resultaten användes rekommendationsvärdena från Tyskland, Sverige och Danmark (LAI, 2002; Boverket, 2009; Miljøministeriet, 2015). 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 och 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 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). I Danmark används generellt 10 timmar per år som rekommendationsvärde i verklig situation.

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 enskilda dagar, men i praktiken aldrig på årsbasis.

Skuggeffektresultaten i den här rapporten har jämförts mot de ovan nämnda rekommendationsvärdena.

3.2 Beräkningsmetoder och utgångsdata

Faktorer som påverkar bildandet av skuggeffekter är förutom väderförhållanden också vindkraftverkens höjd, rotordiameter och drifttid. Även träd och annan växtlighet påverkar skuggeffekternas utbredning i betydande grad. Skuggeffektmodelleringen har gjorts både med och utan beaktande av skogens skyddande inverkan.

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 rotorernas diameter. 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.

Lantmäteriverkets uppgifter om terrängen används i modelleringen (med två meters resolution). Väderuppgifter togs från Seinäjoki väderstation. Seinäjoki väderstation befinner sig ca 70 km från parken. I beräkningarna antas att vindkraftverkens rotor snurrar endast då vindhastigheten är lämplig (mellan 3 och 20 m/s). 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)
Driftstid	Baserat på Tuuliatlas (Tabell 4)
Inställningar för bostäder	Växthus-inställning
Modellering	Skuggeffektberäkning, standard (LAI 2002)
Bladparametrar	Vindkraftverkstillverkarens bladparametrar har använts
Trädens skyddande påverkan	Har inte beaktats
Jämförelsevärden	10 h/år verklig situation 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	752
NNE	447
ENE	344
E	299
ESE	465
SSE	632
S	905
SSW	1258
WSW	1140
W	749
WNW	475
NNW	528
Summa	7994

4 Skuggeffekter

4.1 Skuggeffektpåverkan för Mastbacka

Resultaten av beräkningarna presenteras här grafiskt och förklaras sedan skriftligt i detalj. På kartorna presenteras jämförelsevärde på 8 h/år i verklig situation. I den här modelleringen har skogens skyddande inverkan inte beaktats.

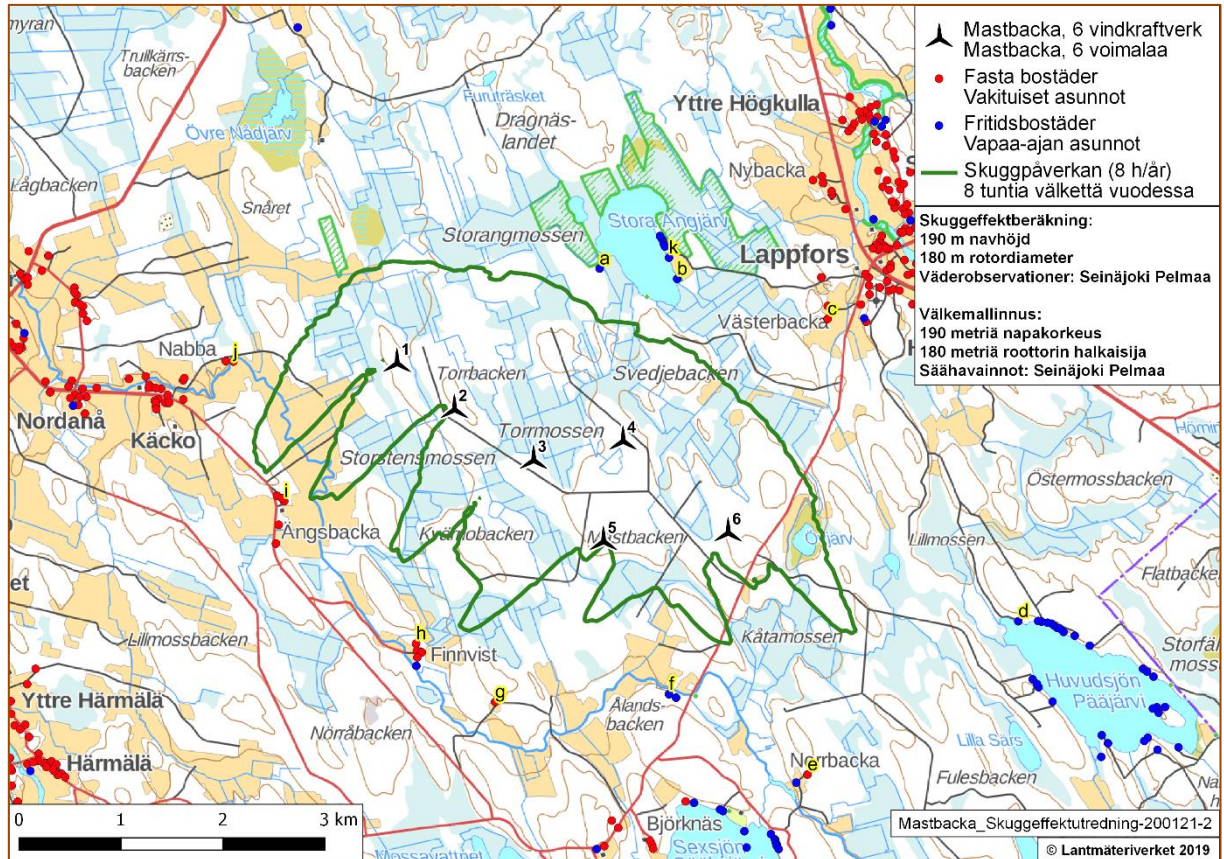


Bild 2. Skuggeffektpåverkan på Mastbacka vindkraftsområde. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (a-k) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 5.

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 inte vid någon av de närliggande bostäderna eller fritidsbostäderna. De teoretiska maxgränserna överskrids vid en observationspunkt.

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

Tabell 5. Resultat från skuggberäkningen, Mastbacka

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	Fritidsbostad	307627	7049347	5:11	42:57	0:49	Delvis
b	Fritidsbostad	308388	7049245	2:08	18:32	0:27	Nej
c	Fast bostad	309863	7048853	0:00	0:00	0:00	Nej
d	Fritidsbostad	311735	7045893	0:00	0:00	0:00	Nej
e	Fast bostad	309667	7044392	0:00	0:00	0:00	Nej
f	Fritidsbostad	308307	7045179	0:00	0:00	0:00	Nej
g	Fast bostad	306602	7045103	0:00	0:00	0:00	Nej
h	Fast bostad	305827	7045674	0:00	0:00	0:00	Nej
i	Fast bostad	304533	7047068	4:12	15:25	0:24	Nej
j	Fast bostad	304034	7048436	2:39	12:10	0:26	Nej
k	Fritidsbostad	308308	7049453	1:52	17:20	0:24	Nej

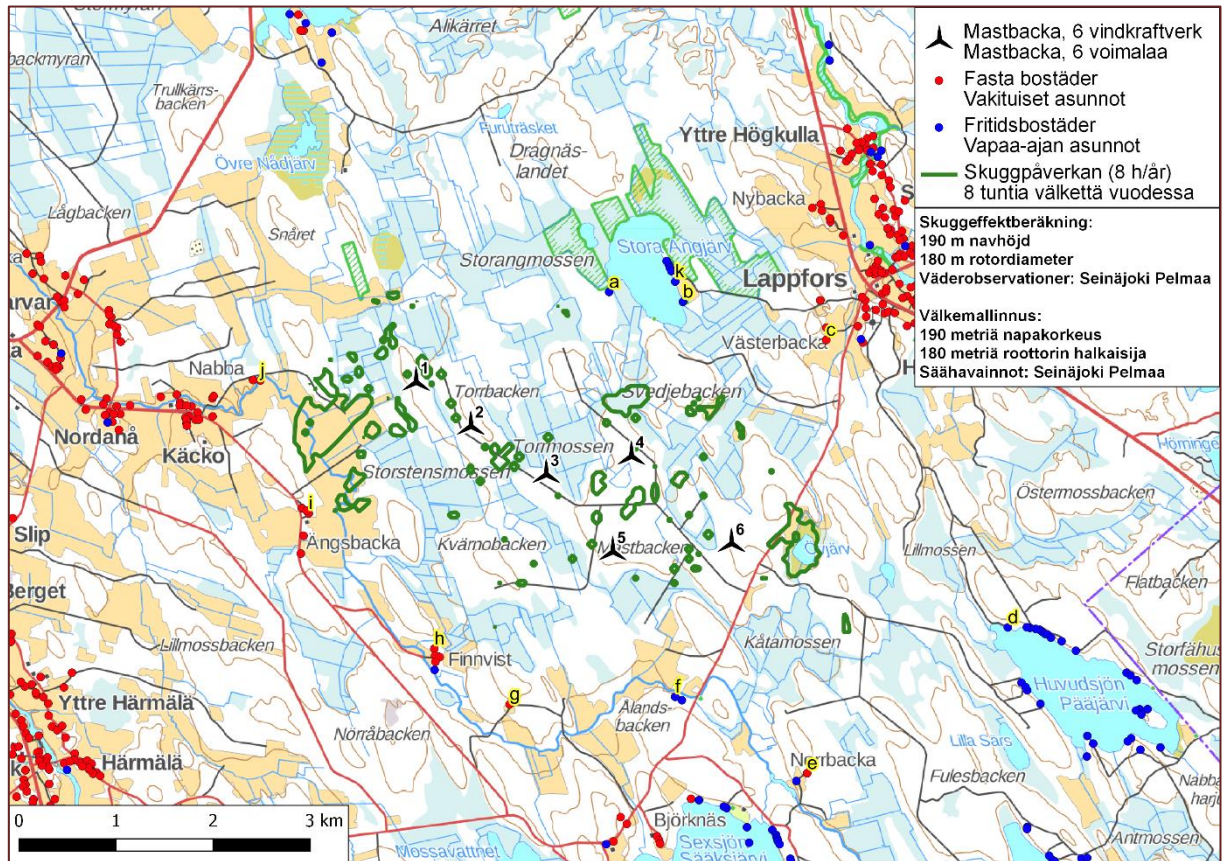
Att rekommendationsvärdena överskrider "delvis" betyder att enbart de teoretiska maxvärdena överskrider.

4.2 Skuggeffektpåverkan när växtlighetens inverkan har beaktats

Skuggeffektmodelleringens resultat när växtlighetens inverkan har beaktats redovisas nedan.

Ifall hög skog skymmer vindkraftverken så förekommer ingen skuggeffektpåverkan alls vid observationspunkterna. Ifall växtligheten skymmer vissa vindkraftverk så minskar skuggeffektpåverkan i observationspunkterna.

Höjddata för skogen har hämtats från skogsforskningsinstitutets laddningstjänst (METLA, 2017).



Kuva 3. Skuggeffektpåverkan på Mastbacka vindkraftsområde då skogens inverkan har beaktats. Observationspunkterna har märkts ut i bilden (a-k) och deras skuggnivåer redogörs för i tabell 6.

Från kartan kan man se att skuggeffektens spridningsområde är betydligt mindre när skogens inverkan har beaktats (jfr. bild 2). Skuggeffektnivåerna minskar vid tre observationspunkter när växtlighetens skyddande inverkan har beaktats. Vid dessa tre bostäder förekommer ingen skuggpåverkan alls. Jämförelsevärdena överskrider inte vid någon observationspunkt när skogens skyddande inverkan har beaktats. Resultaten från skuggeffektberäkningen då skogens inverkan har beaktats redovisas för 11 observationspunkter i tabell 6.

Tabell 6. Resultat från skuggberäkningen då skogens inverkan har beaktats, Mastbacka

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)	Överskrider rekommendation
a	Fritidsbostad	307627	7049347	0:00	0:00	0:00	Delvis
b	Fritidsbostad	308388	7049245	0:00	0:00	0:00	Nej
c	Fast bostad	309863	7048853	0:00	0:00	0:00	Nej
d	Fritidsbostad	311735	7045893	0:00	0:00	0:00	Nej
e	Fast bostad	309667	7044392	0:00	0:00	0:00	Nej
f	Fritidsbostad	308307	7045179	0:00	0:00	0:00	Nej
g	Fast bostad	306602	7045103	0:00	0:00	0:00	Nej
h	Fast bostad	305827	7045674	0:00	0:00	0:00	Nej
i	Fast bostad	304533	7047068	4:12	15:25	0:24	Nej
j	Fast bostad	304034	7048436	2:39	12:10	0:26	Nej
k	Fritidsbostad	308308	7049453	0:00	0:00	0:00	Nej

4.3 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.

Driftstiden, dvs. tiden som vindkraftverken snurrar och producerar elektricitet, är en annan osäkerhetsfaktor i beräkningen. Då driftstiden 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.

4.4 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 (användning av så kallad flicker control).

5 Referenser

Miljøministeriet Naturstyrelsen (2015). Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller.

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.

Tuuliatlas (2008). <http://www.tuuliatlas.fi/fi/index.html>

Bilaga 1: Vindkraftverkens positioner

Vindkraftverkens positioner presenteras i följande tabell.

Tabell 7. Vindkraftverkens koordinater, Mastbacka

Vindkraftverk	Östlig (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig (ETRS-TM35-FIN)
1	305638	7048424
2	306201	7047971
3	306978	7047474
4	307855	7047662
5	307663	7046679
6	308886	7046764