

BACHELOROPPGAVE

Emnekode: BAC360

Navn.: Petter Stavenes og
Christopher Reppe

Kan svartmalte rotorblad redusere skadeeffekter for havørn
(*Haliaeetus albicilla*) i vindparken på Smøla?

Can black painted rotor blades reduce the effects on sea eagles
(*Haliaeetus albicilla*) in the wind farm at Smøla?

Dato: 12.05.2016

Totalt antall sider: 36





Foto: Christopher Reppe

*Kan svartmalte rotorblad redusere skadeeffekter for havørn
(*Haliaeetus albicilla*) i vindparken på Smøla?*

Can black painted rotor blades reduce the effects on sea eagles
(*Haliaeetus albicilla*) in the wind farm at Smøla?

SAMTYKKE TIL BRUK AV BACHELOROPPGAVE

Forfattere:

Petter Stavenes og Christopher Reppe

Norsk tittel:

Kan svartmalte rotorblad redusere effekter for havørn (*Haliaeetus albicilla*) i vindparken på Smøla?

Engelsk tittel:

Can black painted rotor blades reduce the effects on sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) in the Windfarm Smøla?

Studieprogram:

Utmarksforvaltning

Emnekode og navn:


BAC360 - Bacheloroppgave

Vi/jeg samtykker i at oppgaven kan publiseres på internett i fulltekst i Brage, Nords' åpne arkiv

Vår/min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre

Kan frigis fra: 12.06.2016

Dato: 09.05.2016



Petter Stavenes



Christopher Reppe

Forord

Denne bacheloroppgaven er vår avsluttende oppgave i den treårige bachelorutdannelsen utmarksforvaltning ved Nord Universitet, avdeling for landbruk og informasjonsteknologi, i Steinkjer. Vi ønsker i denne oppgaven å se om svartmalte rotorblad har en mer avskrekkende effekt på havørn enn hvite rotorblad.

Bakgrunnen for valget av denne oppgaven var at vi begge har stor interesse for fugler, og spesielt rovfugler. Da vi ble satt i kontakt med Espen Lie Dahl ved Norsk institutt for naturforvaltning (NINA), der vi fikk tilbudet om å være med på en undersøkelse som skulle se på fuglers adferd i en vindpark, ble valget enkelt.

Vi vil spesielt rette en takk til vår veileder Jan Eivind Østnes, førsteamanuensis ved Nord Universitet, som har motivert oss og hjulpet med å forme oppgaven. Espen Lie Dahl, forsker på Norsk institutt for naturforvaltning, som har vært vår kontaktperson i NINA og hjulpet oss med metoden i felt og alt det praktiske i feltarbeidet. Siril Hafstad som har hjulpet oss med det tekniske i programmet ArcGis. Knut Ekker, Førsteamanuensis på Nord Universitet, for hjelp med statistiske analyser. Stein Are Sæther, Forsker II ved NINA, som har hjulpet oss med datamaterialet og statistiske analyser. Mona-Lisa Lieng, Mary Ann Hoff, Nora Stav-Nesheim og Helge Stavenes for korrekturlesing.

Sammen drag

Norge har et nasjonalt ansvar for havørn, fordi en stor andel av den europeiske bestanden finnes her. Havørntettheten på Smøla er Norges høyeste, og mange fryktet konsekvensene av en vindpark på øya. Vindparken har vist seg å påvirke havørnbestanden på flere måter. Det har siden starten på 2000-tallet blitt brukt store ressurser på forskning angående vindkraft og fugler. Et av målene har vært å finne et økonomisk forsvarlig og effektivt tiltak, for å hindre kollisjon mellom havørn og rotorblad. Det har blitt utviklet varslingsystemer som fungerer bra, men slike system er svært kostbare.

Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) har startet et prøveprosjekt med å male et av tre rotorblader sorte på fire turbiner i vindparken. Målet med oppgaven var å undersøke om svartmalte rotorblader har noen effekt på adferden til havørna, og om den holder lengre avstand til vindturbiner med svartmalte rotorblader enn turbiner med hvite rotorblader.

Metoden for datainnsamling gikk ut på at innen en radius på 1000 m ble havørnas høyde, avstand og vinkel fra observasjonspunktet registrert. Observasjonspunktet var plassert mellom to turbiner, en med svartmalt rotorblad og en kontrollturbin. Senere ble avstanden fra havørn til de to aktuelle turbinene beregnet, for hvert observasjonspunkt.

I alt ble det registrert 391 hendelser, 34 av disse hendelsene ble gjort innenfor en radius på 200 m fra turbin med svartmalt rotorblad eller kontrollturbin, og ble brukt videre i analyser. Det var ingen signifikant forskjell mellom avstanden fra havørnen til turbinene med svartmalte rotorblad og kontrollturbinene. Gjennomsnittlig avstand fra havørn til turbiner med svartmalt rotorblad var 204 m, gjennomsnittsavstand til kontroll turbiner var 252 m. Men grunnet vår mengde med data kan vi ikke konkludere med at det ikke har noen effekt å male rotorblad svarte. Observasjonspunkt 4 skilte seg ut med avvikende resultat, der hovedsakelig alle hendelser ble observert rundt turbinen med svartmalt rotorblad.

Summary

Norway has a national responsibility for the sea eagles, because a large proportion of the European population is here. Sea eagle density at Smøla is Norway's highest, and many feared the consequences of a wind farm on the island. The wind farm has been shown to affect sea eagle population in several ways. It has since the 2000s been spent significant resources on research regarding wind and birds. One of the goals has been to find economically viable and effective measures to prevent collisions between sea eagles and rotor blades. It has been developed warning systems that work well, but such systems are very costly.

Norwegian Institute for Nature Research (NINA) has started a pilot project to paint rotor blades black on four turbines at the wind farm. The aim of the study was to investigate whether black painted blades have any effect on the behavior of the sea eagles, and though it keeps longer distance for wind turbines with black painted blades than turbines with white blades.

The method of data collection was that within a radius of 1000 m the sea eagles height, distance and angle from point registered. Observation point was located between the two turbines, one with black painted rotor blade and a control turbine. Later, the distance from sea eagles to the two current turbines was calculated, for each observation point.

In all, the registered 391 incidents, 34 of these events were made within a radius of 200 m from the turbine with black painted rotor blade or control turbine, and was used further in analyzes. There was no significant difference between the distance from the sea eagle to the turbines with black painted rotor blades and the control turbines. Average distance from eagles to turbines with black painted rotor blade was 204 m, average distance to control turbines was 252 m. However, due to our amount of data we cannot conclude that it has no effect to paint a rotor blade black.

Observation Point 4 had some deviant results and almost all the events were observed around the turbine with black painted rotor blade.

Innhold

Forord.....	2
Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning:	6
1.1 Problemstilling.....	8
2 Material og metode	9
2.1 Studiearten.....	9
2.2 Studieområdet.....	10
2.3 Datainnsamling.....	10
2.4 Databehandling.....	16
2.5 Statistiske tester	17
3 Resultat	18
3.1 Havørnens avstand til svartmalt- og kontroll vindturbin.	19
3.2 Observasjonsperiode havørn.....	22
4 Diskusjon	23
4.1 Resultat	23
4.2 Metode	24
5 Konklusjon.....	27
Litteraturliste:.....	28
6 Vedlegg	30
Vedlegg 1.....	30
Vedlegg 2.....	31
Vedlegg 3.....	32
Vedlegg 4.....	33
Vedlegg 5.....	34
Vedlegg 6.....	35
Vedlegg 7.....	36
Vedlegg 8.....	37

1 Innledning:

Verden har behov for alternative energikilder etter et stort forbruk av fossile brennstoff i de siste 200 år. Med 95 % sannsynlighet er den globale klimaendringen menneskeskapt, og dette skyldes forbruket av fossile brennstoff (IPPC 2013). Etterspørselen etter alternative energikilder er stort, og dette har resultert i arbeid med å utvikle fornybare ressurser. I 2013 var halvparten av Norges energiforbruk fossilt, og dette bidrar til å skape de klimaendringene man ønsker å bekjempe. Norge har et enormt naturgitt potensiale for fornybar energi, og mange aktører i Norge mener at vindkraft er en sentral løsning i klimaproblematikken (Gjærum et al. 2013).

I 2000 fikk Statkraft konsesjoner til å bygge vindkraftverk på Smøla, og i 2002 ble Europas største landbaserte vindpark åpnet (Ruud 2010). I 2005 ble antallet vindturbiner økt, og i dag er det 68 operative vindturbiner i vindparken. Smøla ble valgt fordi området hadde optimale vindforhold, topografi og store nok arealer til å bygge en så stor vindkraftpark.

Etter at vindkraftparken ble etablert har det vært et fokus på de negative effektene for de ornitologiske verdiene på Smøla. Lirype er spesielt utsatt for kollisjon med tårnbåsene (vedlegg 7), siden den forflytter seg lavt over bakken (NVES 2013). I vindparken er det store forekomster av myrterreng som gjør at vadefugler blir utsatt for kollisjonsrisiko. Både fugler og flaggermus er utsatt for en kollisjonsrisiko med vindturbinen (Rydell et al. 2011). Tall fra europeiske og amerikanske vindkraftverk estimerer at det i gjennomsnitt blir drept 2,3 fugler pr måned og ca 9-10 flaggermus årlig per vindturbin. Tall fra 2010 viser at det etter 2005 er blitt drept 39 havørn i vindparken på Smøla, det vil si et gjennomsnitt på 7,7 ørner per år som gir et gjennomsnitt på 0,11 per vindturbin per år (Bevanger et al. 2010).

Ved årtusenskiftet var det 65-75 hekkende havørn (*Haliaeetus albicilla*) i områdene rundt Smøla. Dette utgjør en betydelig andel av havørn bestanden i Møre Romsdal (Follestad et al. 2007). I perioden april til mai 2006 ble det funnet 5 døde havørner i vindparken, og dette førte til en betydelig opptrapping av undersøkelsene. Det ble etablert systematisk søk med hund, samt iverksatt overvåkning av aktiviteten rundt det eneste reiret i vindparken. Konklusjonen var at havørnpopulasjonen på Smøla ble påvirket gjennom økt dødelighet og redusert hekkesuksess på grunn av vindkraftverket (Dahl 2013).

I 2005 gjennomførte Norsk institutt for naturforvaltning (NINA) Trondheim en pilotstudie der formålet var å undersøke aktiviteten til havørn ved vindkraftturbinene og i vindparken. Det ble lagt vekt på å undersøke om havørnene viste et endret atferdsmønster når de nærmet seg vindturbinene for å unngå kollisjon med tårnbasen og spesielt rotorbladene (Hoel 2007). Resultatet fra disse undersøkelsene viste med stor sannsynlighet at fuglene ikke har endret sitt atferdsmønster i forhold til vindkraftturbinene, noe som er med på å forklare den relative høye kollisjonsdødeligheten.

Utviklingen av en populasjonsmodell som kunne prediktere skader på havørn, bestandsovervåking og reproduksjonsstudier var viktig for å kunne forvalte havørnbestanden i Smøla vindpark. I 2007 fikk NINA midler til å undersøke skadeeffektene for havørn og potensielle tiltak som kunne forhindre eller redusere antall skadet og drepte havørn (CEDREN 2011). En av aktivitetene som ble finansiert var etablering av et radarsystem i vindparken. Med dette systemet var det mulig å modellere hvilke områder som hadde høy kollisjonsrisiko for havørn, ved å kombinere radar data og satellitt telemetri.

Det var viktig å få etablert et varslingsystem som kunne bidra til å redusere kollisjonsrisikoen og dermed redusere antall drepte havørn. Et av de meste lovende systemene som ble utviklet er et varslingsystem som kombinerer video og lyd (May et al. 2012). Det er festet et videokamera på vindkraftturbinen, og dersom en havørn kommer for nær genereres det en varslingslyd som skremmer bort havørnen eller som fører til en mekanisk stopp av rotorbladene. Resultatet så langt er lovende, men dette systemet er kostbart.

I 2013 var det ønskelig å lage et billigere varslingsystem, og det ble etablert et prosjekt ved NINA i samarbeid med NVE (Nilsen 2013). Man ville undersøke om svartmalt rotorblad kunne skremme bort havørn fra vindturbinene. Et av tre rotorblad, på fire forskjellige vindturbiner, ble malt svart. Dette har blitt testet før i et laboratorium, de så om andre farger enn hvit som kunne forhindre kollisjoner med rotorbladene (Hodos 2002). Resultatene fra undersøkelsen viste at svartmalte rotorblad kunne oppnå de ønskelige effektene, men da under kontrollerte omgivelser uten de abiotiske innvirkningene.

1.1 Problemstilling

Formålet med denne undersøkelsen var å undersøke om svartmalte rotorblad er med på å redusere skadeeffekten for havørnbestanden på Smøla.

2 Material og metode

2.1 Studiearten

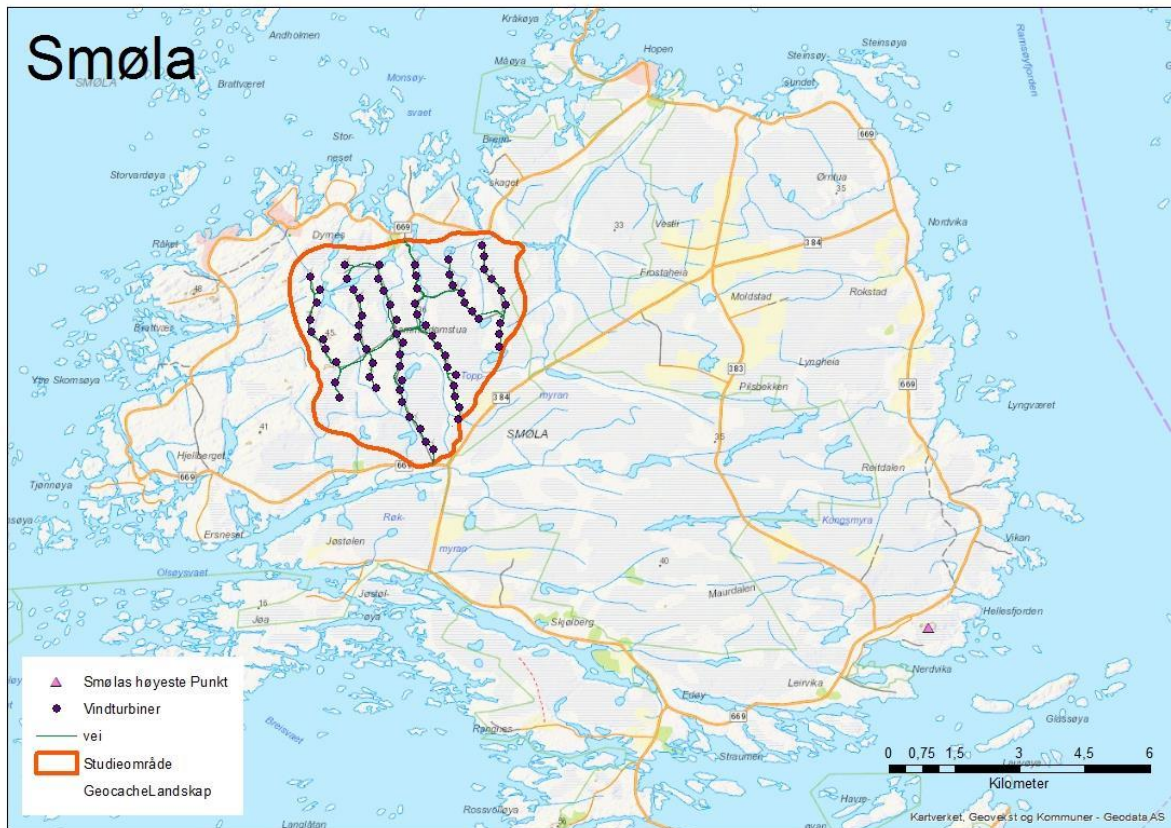
Havørn er Nord-Europas største rovfugl. Den norske havørnbestand anslås å være mellom 3200-3800 hekkende par, og dette utgjør mer enn 50 % av den totale bestanden i Europa (Miljøstatus 2015). I Norge finnes havørn langs norskekysten fra Agder til Finnmark, men den trekker også lengre inn i landet, spesielt langs vassdrag. Den er utbredt over store områder, fra Grønland og Island i nord, og helt ned til Tyrkia i sør, og østover gjennom Russland helt til Stillehavet (Johnsen 2011). Havørna blir sent kjønnsmoden. Den får den voksne fjærdrakta i fem-seks års alderen, og da går den inn i hekkebestanden (Folkestad 1994). Havørn blir opptil 90 cm og har et vingespenn på inntil 260 cm. Hunnen er noe større enn hannen, men det er ikke forskjell i fjærdrakten. Voksne havørner har mørk fjærdrakt, og en kort hvit stjert, samt noe lysere fjær i hodepartiet (figur 1). Om vinteren lever havørn hovedsakelig av åtsler, og om sommeren er det fisk og sjøfugler som utgjør en viktig del av dietten (Olsen 2007).



Figur 1: Havørn i flukt, den hvite stjerten og det lyse hodepartiet kommer tydelig fram. Foto: Espen Lie Dahl

2.2 Studieområdet

Innsamlingen av data ble gjort på øya Smøla som ligger like nord-vest for Kristiansund i Møre og Romsdal. Området rundt øya består av mange øyer og skjær. Smølas høyeste punkt (63 moh.) ligger øst for Smøla vindpark (figur 2).



Figur 2: Vindparkens plassering på Smøla markeres med den røde linjen. De mørke sirkelene viser plassering for hver enkelt vindturbin.

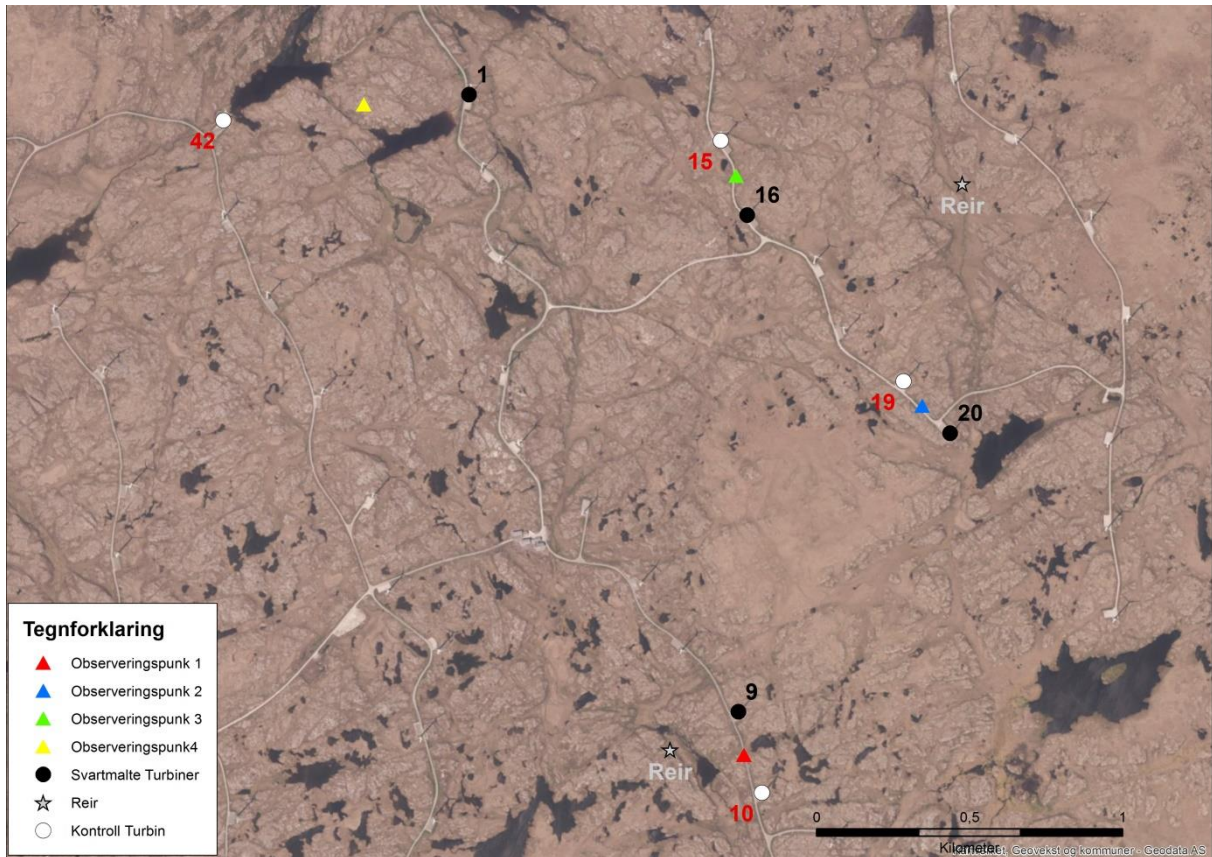
2.3 Datainnsamling

Vi var på Smøla i tidsperiode 24. mars til 21. mai 2015. Det var totalt fem turer ut med fem dagers feltarbeid for hver tur, og hver dag hadde fire observasjonsøkter. Tidsperioden ble valgt da aktiviteten til havørna øker på sen vinteren og våren (Hoel 2009; Dahl 2014). Ved å bruke faste observasjonspunkter skulle vi se på havørnas avstand til svartmalt rotorblad i forhold til kontrollturbin (tabell 1). Metoden gikk ut på at innen en radius på 1000 m ble havørnas høyde, avstand og vinkel fra observasjonspunktet registrert. Observasjonspunktene var plassert mellom to turbiner, en med svartmalt rotorblad og en kontrollturbin.

I 2005 startet NINA og The royal society for the protection of birds (RSPB) et samarbeid om å utvikle en metode for å se på responsen til havørn i forhold til vindturbiner på Smøla (Follestad et al. 2007). Metoden som ble benyttet i felt da det ble sett på avstanden fra havørn til turbinene, er en videreutvikling av det feltarbeidet som ble gjort i 2005 av NINA.

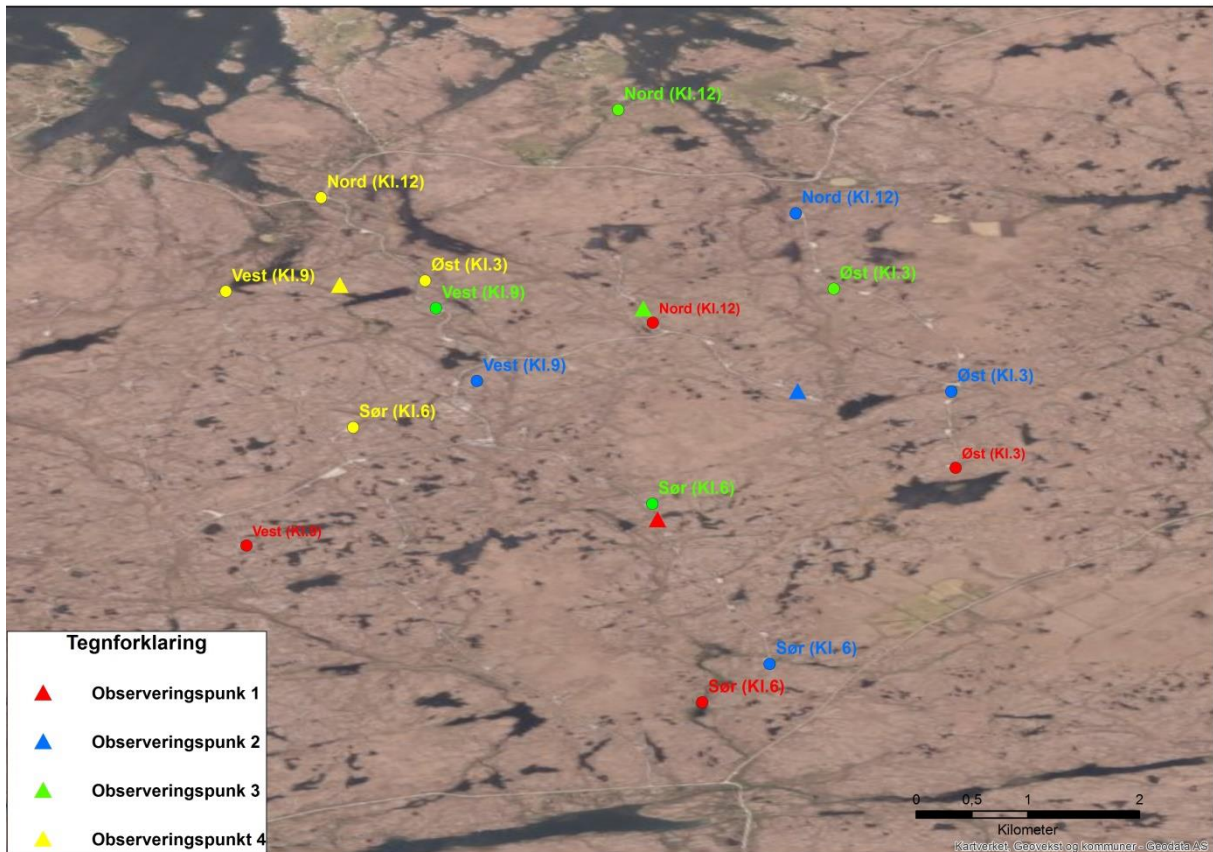
Tabell 1: GPS-koordinatene til hvert observasjonspunkt som ble benyttet under studiet.

Observasjonspunkt	Geografiske koordinater (Utm 32)
1	0446924 70 30654
2	0447509 70 31794
3	0446902 70 32545
4	0445685 70 32777



Figur 3: Oversikt over observasjonspunktene plassering og plassering av svartmalte rotorblad og kontroll turbiner.

De første dagene i vindparken ble det brukt mye tid på å etablere metoden og faste holdepunkter med avstander til disse punktene, sammen med representanter fra NINA. Dette for effektivt å kunne registrere avstanden fra observasjonspunktet til hvert individ i perioder med høy aktivitet. Det ble også etablert holdepunkter for retningene nord, øst, sør og vest. Disse kaller vi vinkel 00:00, 03:00, 06:00 og 09:00, dette for å kunne registrere hvor individet befant seg i forhold til observatører (figur 4),



Figur 4: Alle observeringspunktene er delt opp etter fargekoder (rød, blå, grønn og gul). Rød er Observeringspunkt 1, og blå, grønn og gul for observeringspunkt 2, 3 og 4. Klokkeslettene er fordelt etter hvilke punkt vi brukte som nord (klokken 12), øst (klokken 3), sør (klokken 6) og vest (9) for hvert observasjonspunkt.

Det var alltid to observatører på hvert observasjonspunkt, der en av observatørene stod med en kikkert med avstandsmåler av typen Leica Geovid HD-B, og den andre benyttet en kikkert av typen Leupold Bx-2 Cascades, og diktafon av typen Olympus DM-670. Når observasjonsøkten startet ble følgende lest inn på diktafonen (Tabell 2).

Tabell 2. Oversikt over hvilke parameter som ble registrert på diktafonen under oppstart av hver observasjonsøkt.

Økten starter:	Eksempel
Dato	25.03.15
Økt	1
Observasjonspunkt	3
Klokkeslett	07:00
Vind (m/s)	8 m/s
Skydekke	Klar himmel, spredte skyer eller overskyet
Vindretning	Nord-vest
Temperatur	8
Nedbør	Intet regn, Lett regn eller Regn

Når et eller flere individ ble registrerte innen en radius på 1000 m fra observasjonspunktet, startet observasjonsperioden ved at en av observatørene registrerer følgende parameter (tabell 3). Når et individ endrer høyde (under, i og over rotorhøyde), aktivitet (flukt, sirkling eller jaging) eller antall individer ble det lest inn en ny hendelse på observasjonsperioden (tabell 3).

Tabell 3: Oversikt over hvilke parametere som blir registrert på diktafonen når et individ først blir observert, og eventuelt ved nye hendelser i samme observasjonsperiode.

Observasjon start/fortsettelse	Eksempel
Høyde:	I-, over- eller under rotorhøyde
Aktivitet	Flukt, sirkelende, sittende eller jaging
Vinkel	Fra 00:00 til 11:59
Avstand	Fra 0 til 1000 meter
Aldersklasse	Ungfugl eller voksen
Antall individer	1-10

Det ble benyttet et teleskop av typen Opticron ES 80 GA ED og radarsystemet Merlin Display 4.12.0 i perioder med mindre aktivitet for å oppdage individer på lengre avstander. Disse individene ble manuelt registrert med artsnavn i radarsystemet som loggfører fuglens posisjon og aktivitet i vindparken (figur 5).

For å dekke hele sektoren på 360 grader hadde hver observatør ansvar for en sektor på 180 grader, dvs. vinkel 00.00-06.00 og 06.00-00.00. Hver observasjonsøkt varte i to timer, med 30 min pause. Pausen mellom økt 2 og økt 3 var på en time. Økt 1 startet klokken 07:00. Ved oppstart av hver observasjonsøkt ble diktafonen startet, og lyd ble registrert under hele økten. Tidspunktet for hver observasjon ble beregnet ut fra i lengden av opptaket. For hver observasjon ble tidspunktet på diktafonen notert i en feltbok for lettere å finne tilbake på diktafonen når data skulle overføres til Excel. Registrering av data i Excel ble gjennomført på kveldstid, dvs kort tid etter hver observasjonsøkt (vedlegg 2).



Figur 5: Eksempel på observasjoner av havørn registrert på radarsystem Merlin Display 4.12.0. SI 6 angir posisjonen til havørn. Til venstre for turbin 50 har man en pågående observasjonsperiode som er visualisert med grønne sirkler. Foto: Christopher Reppe

2.4 Databehandling

For å systematisere data som ble innsamlet, ble disse registrert i en felles Excel fil. Det ble kontrollert at alle observasjonene hadde korrekte verdier og navn. Det ble også lagt til forklaring på verdiene, slik at det var enklere å navigere i Excel arket.

Når et individ ble registrert innenfor radiusen til observasjonspunktet, ble det registrert en hendelse. Ved endring av adferd eller høyde, ble det registrert en ny hendelse. Flere slike utgjør en observasjonsperiode.

For å finne posisjonen til hver havørnhendelse brukte vi observasjonspunktenes lengde- og breddegrad, samt hendelsens vinkel og avstand fra observasjonspunktet. Med den kjente posisjonen til havørnen, regnet vi ut avstanden til turbinen med svartmalt rotorblad og

kontrollturbin for hvert observasjonspunkt. I Arcgis ble det laget et observeringsperiodemønster av havørna, og da ble verktøyet point to line brukt. Dette er for å vise flyvemønsteret til havørnen i vindparken (figur 9). Kernel density ble brukt for å lage en tetthetsanalyse på observasjonspunkt 4 og illustrere himmelretningen havørnen kom fra (figur 10).

2.5 Statistiske tester

Statistiske analyser ble gjort i SPSS. For å fjerne data fra vår analyse som ikke var relevant for studiet, ble kun hendelser i en radius på 200 m fra turbinen med svartmalt rotorblad eller kontrollturbin tatt med i videre analysene. For å undersøke om havørnen holdt lengre avstand fra svartmalte rotorblader enn kontrollturbiner, ble det utført en parvis t-test med avstand til svartmalte rotorblad og kontrollturbiner som variabler. Observasjonene ble oppsummert i en boksplokk.

Det ble også gjort en tilsvarende statistisk analyse, men uten data fra observasjonspunkt 4. Det ble laget et boksplokk for hvert observasjonspunkt for å få fram forskjellene fra observasjonspunkt 1, 2 og 3 kontra observasjonspunkt 4.

For hver observasjonsperiode ble det opprettet et utvalg, for å se hvilken hendelser som var nærmest svartmalt rotorblad og hvilke hendelser som var nærmest kontrollturbin (vedlegg 8). Det ble også utført en statistisk analyse av disse hendelsene, og observasjonene er oppsummert i en boksplokk.

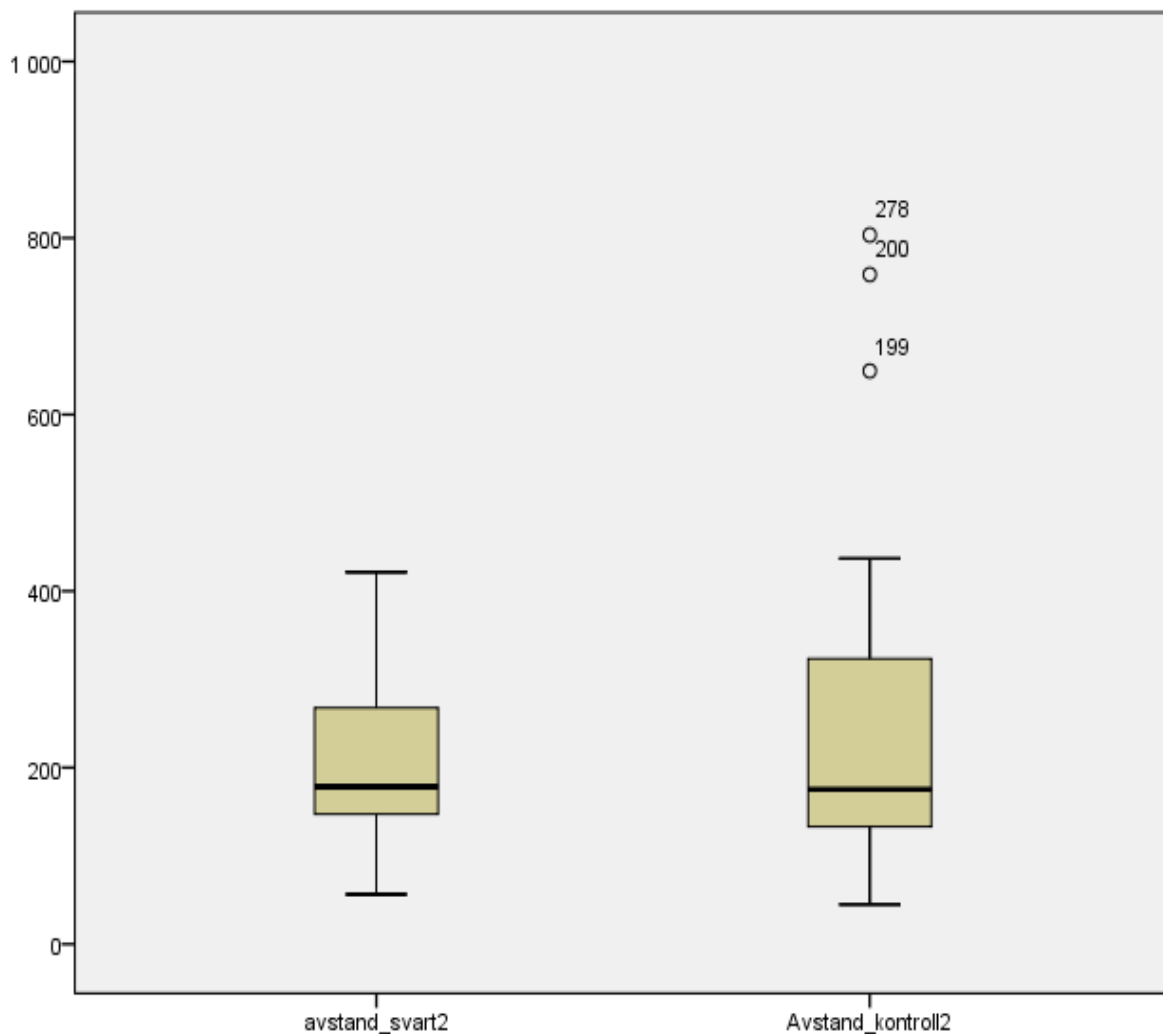
3 Resultat

Totalt på de fire observasjonspunktene ble 391 hendelser med havørn registrert innen en radius på 1000 meter fra observasjonspunktene. Det ble registrert 148 hendelser (37,8 %) på observasjonspunkt 1, 127 hendelser (32,5 %) på observasjonspunkt 2 og 50 hendelser (12,7 %) observasjonspunkt 3, samt 66 hendelser (16,8 %) på observasjonspunkt 4. På observasjonspunkt 4 kom flertallet av havørnene fra nord-øst, og tre individer kom fra nord-vest (figur 10). Dette observasjonspunktet skilte seg klart ut siden flertallet av observasjonene ble gjort rundt turbinen med et svartmalt rotorblad.

Da hendelsene utenfor en radius på 200 m fra svartmalte rotorblad eller kontrollturbiner ble fjernet, var det tilsammen 34 hendelser fordelt på alle fire observasjonspunktene videre med i statistisk analyse.

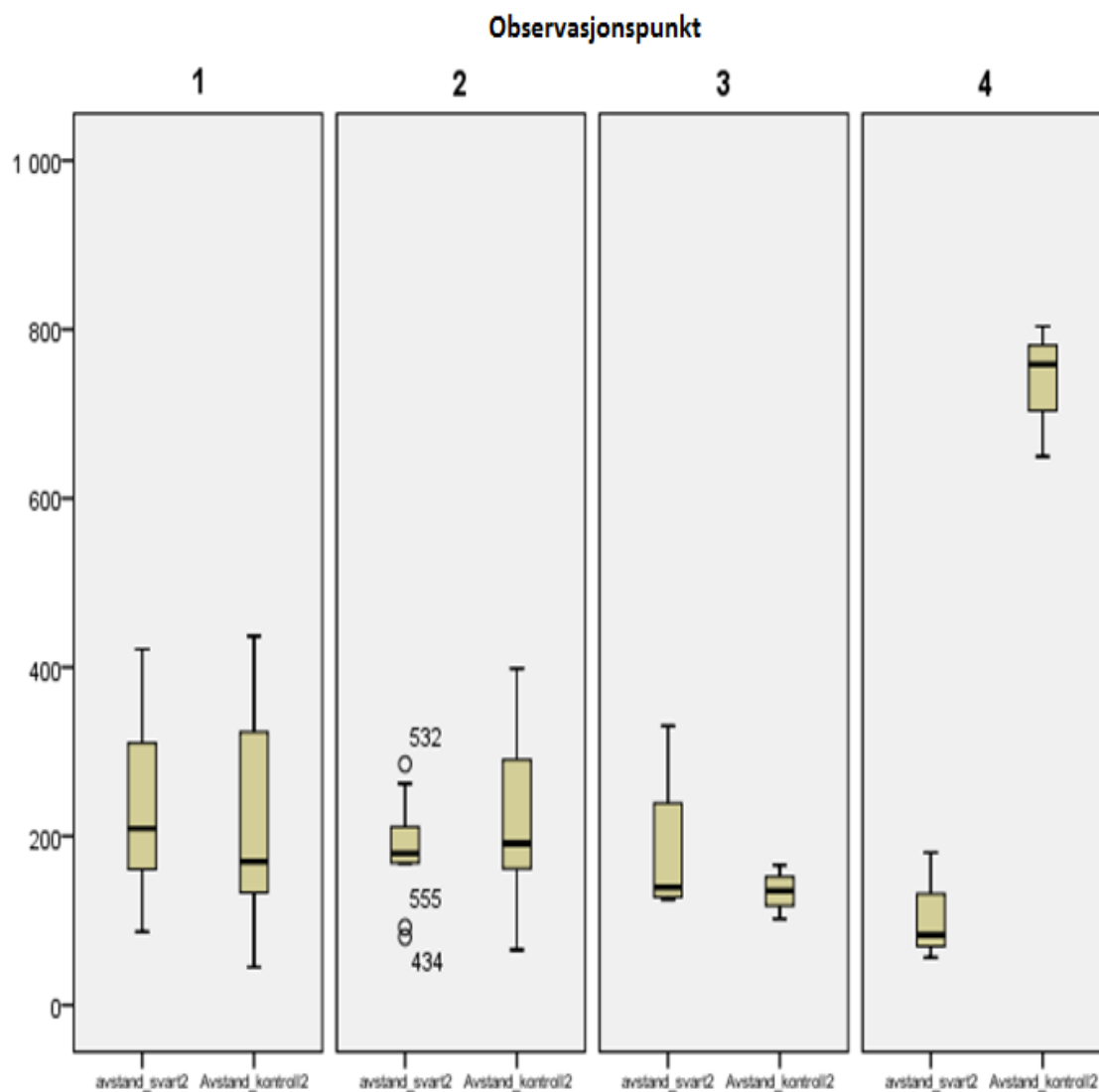
3.1 Havørnens avstand til svartmalt- og kontroll vindturbin.

Av våre observasjoner ble 34 hendelser inkludert i den statistiske analysen. Resultatene viser at den gjennomsnittlige avstanden til turbiner med svartmalt rotorblad var 204 m, mens den for kontrollturbiner i gjennomsnitt var 252 m. Observasjonene er oppsummert i en boksplokk (figur 6). Det var ingen signifikant forskjell i avstand til turbiner med svartmalt rotorblad og kontrollturbiner, (Parvis t-test: $t = -1.115$, $df = 33$, $P = 0,273$ og $N = 34$, vedlegg 2).



Figur 6: Avstand fra havørna til Svartmalt- og kontroll vindturbin for alle observasjonspunktene. Sirklene utenfor boksen er ekstremverdier. ($n=34$)

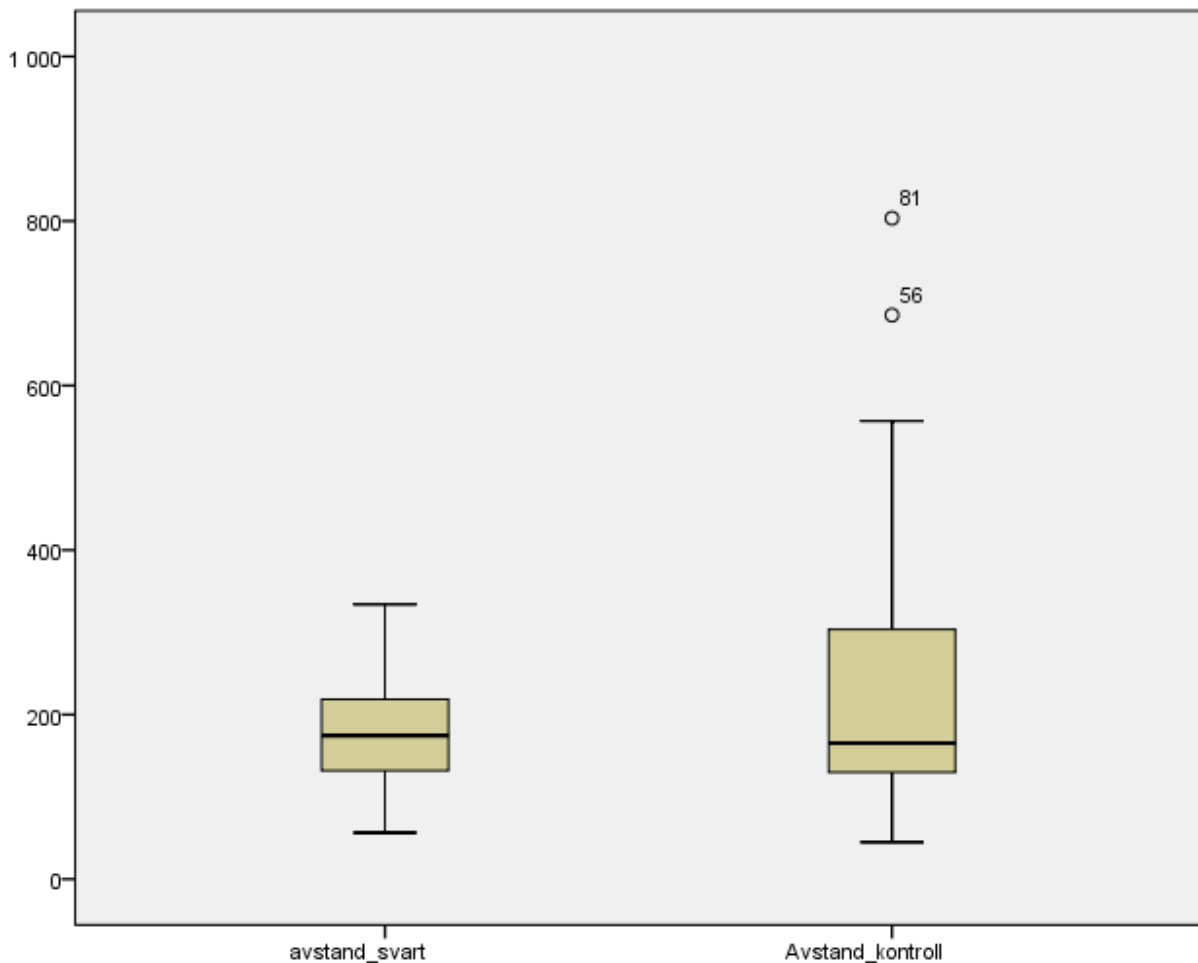
Resultatene fra den statistiske analysen der observasjonspunkt 4 ikke var med, viser at den gjennomsnittlige avstanden til svartmalt rotorblad var 218 meter. For kontrollturbinen var det et gjennomsnitt på 216 meter. Det var ingen signifikant forskjell i avstand mellom turbin med svartmalt rotorblad og kontrollturbin (figur 7), (Parvis t-test: $T = 0,63$, $df = 26$, $P = 0,951$ og $N = 27$, vedlegg 3).



Figur 7: Avstand fra havørna til svartmalt rotorblad og kontroll vindturbin for hvert observasjonspunkt. Legg merke til hvordan observasjonspunkt 4 skiller seg ut i forhold til de andre.

For hver observasjonsperiode ble det gjort et utvalg for å se hvilke hendelser som var nærmest svartmalt rotorblad og hvilke hendelser som var nærmest kontrollturbin (vedlegg 8). De aktuelle hendelsene for alle observasjonspunktene ble inkludert i videre analyser. Resultatet viser at den gjennomsnittlige avstanden til turbin med svartmalt rotorblad var på 180 m og for kontrollturbinene lå gjennomsnittet på 234 m. Observasjonene er oppsummert i en boksplott (figur 8).

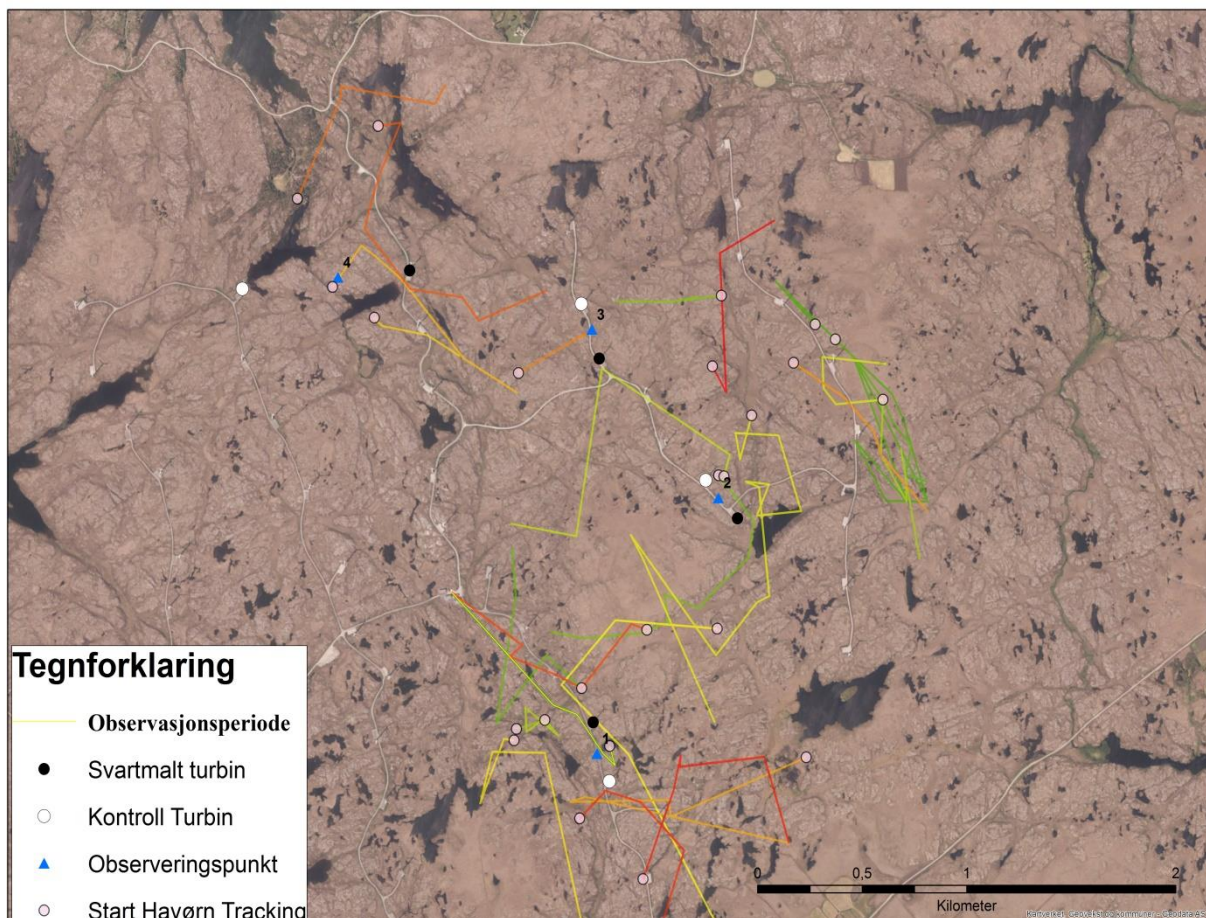
I denne testen var alle observeringspunktene med. Det var ingen signifikant forskjell på avstanden mellom svartmalt rotorblad og kontroll turbin. (Parvis t-test: $T=-1,221$, $df = 27$, $P = 0,233$ og $N = 28$), (vedlegg 4).



Figur 8. Avstand fra havørna til svartmalt rotorblad og kontroll vindturbin for hvert observasjonspunkt. Med et bestemt utvalg av de to mest aktuelle hendelsespunktene i hver observasjonsperiode. ($N=28$).

3.2 Observasjonsperiode havørn

Hver observasjonsperiode kunne variere fra 2-16 sammenhengende hendelser. Vi har gjort en Gis-analyse av observasjonsperioder som inkluderte 5 eller flere hendelser for å vise flyvemønsteret til havørna rundt observasjonspunkt 1, 2, 3 og 4. Ved hver vinkel på linja er det gjort en endring i atferd eller høyde.



Figur 9: Flyvemønsteret til havørnen inne i vindparken ut fra våre observasjoner. Hver sirkel viser starten på hver observasjonsperiode og avslutter når havørna forsvinner på 1000 meter.

4 Diskusjon

4.1 Resultat

Vi undersøkte havørnens avstand til svartmalte rotorblad i forhold til kontrollturbiner, og resultatet støtter ikke at havørn holder seg mer unna turbiner med svartmalte rotorblad enn kontrollturbiner. Havørnen viste ingen signifikant forskjell på avstand til turbiner med svartmalt rotorblad og kontrollturbiner (figur 6).

Tetthetsanalysen viste at mesteparten av havørnene kom inn i vindparken fra nord-øst. Det ble gjort en statistisk analyse, uten observasjonspunkt 4 (vedlegg 3). Resultatet viste at det er ingen forskjell mellom avstanden fra havørn til svartmalt rotorblad og kontrollturbin.

Resultatene til Hoel tyder på at havørnen ikke har noen atferdsmessige reaksjoner til vindturbinene i vindparken på Smøla (Hoel 2009). I dette studiet ble det brukt 12 observasjonspunkter, der seks av punktene var plassert utenfor parken, og seks av punktene var plassert i parken. Dette studiet ble gjort fra midten av mars til slutten av mai i 2008 av to observatører. Det var 581 hendelser fordelt på 144 timers feltarbeid. Det var ingen forskjell på flyvemønsteret i og utenfor parken. Og i vårt resultat, var det ingen forskjell på avstanden til svartmalt rotorblad og kontrollturbin.

I en studie utført i 1999-2003 ble det undersøkt hvordan fugler reagerte på rotorblader med UV reflekterende maling mot hvite rotorblader (Young et al. 2003). Fra 1.juli 1999 til 31. desember 2000, ble det samlet data i 76 uker. Resultatet av analysen fra dette studiet viser ingen signifikant forskjell i fuglers bruk av områdene rundt rotorblader med UV reflekterende maling og hvite rotorblader.

Studiet til Young viser til flere observasjoner der rovfugler viste en unnvikende adferd når de nærmet seg vindturbinene. Under vår studie ble det også observert to unnvikende atferder av havørn rundt turbiner som ikke hadde svartmalte rotorblad. Av havørner som flyr igjennom rotorarmens radius er det 4,2 % som blir skadet eller drept (May et al. 2010).

4.2 Metode

Når solen varmer opp terrenget, dannes det termikk (Barrios & Rodriguez 2004; Elkins 2004). Disse blir som usynlige luftstrømmer som havørnen utnytter i sirkulende adferd. Vind kan bryte opp disse luftstrømmene. Dette medfører at havørna går over til fluktadferd til den finner ny termikk og går tilbake til sirkulende adferd. Våre observasjoner viste at en havørn i flukt kan bevege seg flere hundre meter, med flere vinkelkorreksjoner før den igjen starter å sirkle. En mulig årsak til den lave mengden av hendelser i observasjonsperiodene, er at havørna ikke ble registrert da den gjorde en vinkelkorreksjon, men bare ved høyde eller adferds korreksjon (figur 9). Skal man bruke datasettet til en statistisk analyse eller lage en modell over observasjonsperiodemønsteret, så gir dette et redusert bilde av den «virkelige» observeringsperioden (Vedlegg 5).

Merlin Display 4.12.0 var et radarsystem som skulle være et hjelpemiddel for oss ute i felt (figur 5). De tre første ukene var ikke systemet operativt, og under feltarbeidet sluttet det mobile bredbåndet å virke. Hadde vi hatt et operativt radarsystem, kunne vi ha oppdaget flere havørn og med det hatt flere observasjoner i vår studie.

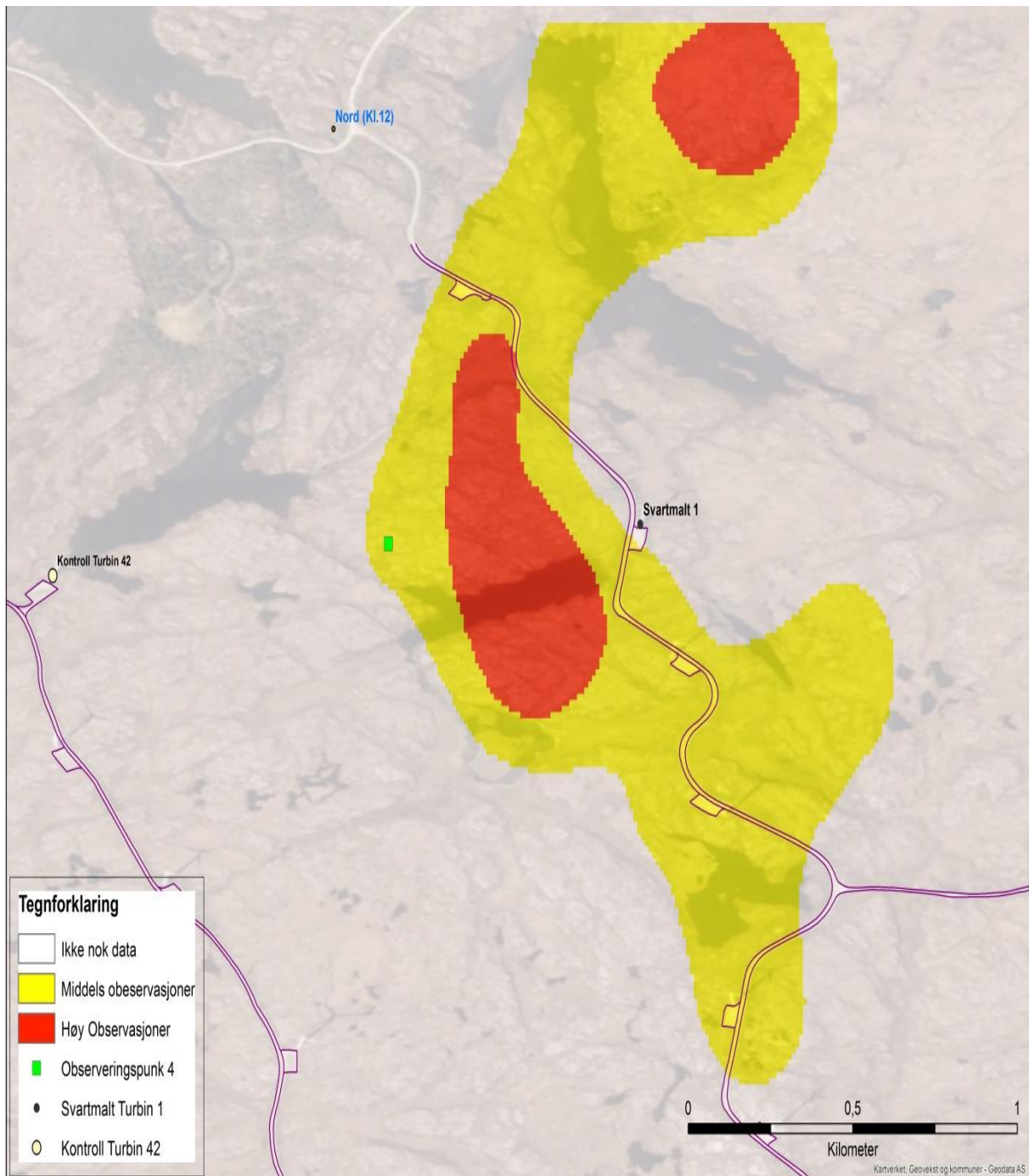
Boksplokk (figur 7) viser at havørnen på observasjonspunkt 4 oppholder seg mye nærmere svartmalt rotorblad enn kontrollturbin i forhold til observeringspunkt 1, 2 og 3.

Tetthetsanalyse av hendelsene registrert på observeringspunkt 4 viser at det er en konsentrasjon av hendelser øst og nord-øst for observeringspunkt 4 (figur 10). I denne delen av vindparken var terrenget flatt. I nord og i nord-vest er det et mer kupert terreng, noe havørna ikke foretrekker under transport for eksempel mellom jaktområder og reir (Hoel 2009). På observeringspunkt 4 var det en blindsoner 250 m nord for observasjonspunktet og 10% av sikten ble forhindret. Skal det bli gode observasjoner skal det være en 360 graders fri sikt rundt observasjonspunktet (Madders & Whitfield 2006). Det kan være mulig at denne blindsonen gjorde at vi ikke ble oppmerksom på havørn som fløy bak fjellet og vestover mot kontroll turbin 42. På dette observasjonspunktet var avstanden mellom svartmalt rotorblad og kontrollturbin på 800 m, og på de tre øvrige observasjonspunkt var avstanden i gjennomsnitt 250 m.

Når det ble kjørt en analyse med alle observasjonspunktene inkludert, viste resultatet at havørna i gjennomsnitt oppholdt seg 48 m nærmere de turbinene med svartmalt rotorblad enn kontrollturbinene (vedlegg 2). Resultatene fra analysen uten observeringspunkt 4 inkludert, viser at havørna flyr to meter nærmere vindturbinene med svartmalt rotorblad enn kontrollturbinene (vedlegg 3).

391 havørnhendelser ble registrert under vår studie.³⁴ av disse hendelsene var innenfor en radius på 200 meter fra svartmalt rotorblad eller kontrollturbin. Disse momentene førte til at vi ikke fikk samlet nok data til å kunne svare på vår problemstilling. Våre analyser av den samlede data, som ikke var tilstrekkelig, viser at vi hverken kan avkrefte eller bekrefte om det har noen effekt på havørnbestanden å male rotorblad svart. Om datainnsamlingsmetoden var blitt endret til å inkludere hver vinkelendring som en hendelse, samt at man hadde økt bemanningen og antall feltdager så kunne vi hatt tilstrekkelig data innsamlet til å kunne avkrefte eller bekrefte effekten av å male rotorblad svart.

Etterspørsel av fornybare ressurser, har gjort at det blitt en oppblomstring av vindkraftparker i Norge (Gjærum et al 2013). Havørn har fått nedsatt heksesuksess og flere fugler har endret flyvmønster når de kommer nær en vindpark. (May 2015; Dahl 2015). Behovet for forebyggende tiltak som kan være med å redusere skadeeffekten på havørn har blitt prioritert. En mulig løsning for å redusere skadeeffekten vindturbiner har på havørn, kan være å stoppe de mest utsatte vindturbinene i perioder når havørnens aktivitet tar seg opp (Barrios & Rodrigues 2004). Dette vil innebære økonomiske tap for vindparken på Smøla, men kan ha en positiv effekt på havørnbestanden i og rundt vindparken. Det er gjort mange interessante undersøkelser rundt avskrekkende lyd på vindturbiner, så kanskje videre utvikling av dette kan gjøre det økonomiske tapet mindre enn stopp i produksjonen. I vår studie så vi på effekten av å male rotorbladene svarte, det er også forsøkt å bruke UV-lys reflekterende maling. Men de ønskelige effektene er enda ikke bekreftet (Young et al. 2003)



Figur 10: En tetthetsanalyse av hendelsesnummer på observeringspunkt 4. Rød viser konsentrasjonen av hendelser. Legg merke til forskjellen mellom svartmalt turbin (1) og kontrollturbin (42). De fleste obserasjonsperioder er gjort i den nord/østlige delen av parken.

5 Konklusjon

Formålet med denne undersøkelsen var å se om svartmalte rotorblad reduserer skadeeffekten for havørnbestanden på Smøla. Våre resultat av de statistiske analysene viser ingen signifikant forskjell mellom avstanden fra havørn til turbin med svartmalt rotorblad og kontrollturbin. Men grunnet vår mengde med data, kan vi verken avkrefte eller bekrefte at det ikke har noen effekt å male rotorblad svarte.

Det er tidligere gjort en laboratorieundersøkelse på om havørner reagerer på sortmalte rotorblader i kontrollerte omgivelser (Hodos 2002). I 2003 ble det gjort en lignende studie som vår, der de malte rotorbladene med UV lysreflekterende maling (Young et al. 2003). Resultatet så langt tyder på at det er ingen forskjell mellom malte rotorblad og kontrollturbiner.

Vi vil anbefale videre forskning rundt effektene av svartmalte rotorblad på havørn, men med bruk av en annen metode for datainnsamling. Resultatet fra denne undersøkelsen gjør at NINA vurderer ikke å gå videre med forskning med denne bruk av metoden (Pers med, Stein Are Sæther).

Litteraturliste:

- Barrios, L. & Rodriguez, A. (2004). "Behavioural and environmental correlates of soaringbird mortality at on-shore wind turbines." *Journal of Applied Ecology* 41.
- Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F., Johnsen, L., Kvaløy, P., Lund-Hoel, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Røskaft, E., Steinheim, Y., Stokke, B., Vang, R. (2010). "Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway". NINA Rapport 620. 152 s.
- CEDREN (2011) "Annual rapport 2010". Centre for Environmental Design of Renewable Energy.
- Dahl, E. L. (2014) "Population dynamics in white tailed eagle at an on-shore wind farm area in coastal Norway". [doktoravhandling]. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Dahl L. E, Roel M., Hoel P. L., Bevanger, K., Pedersen, C.H., Røskaft, E. & Stokke, G.B (2013). "Wildlife society Bullitin" 37(1): 66-74 ;2013
- Elkins, N. (2004). "Weather and bird behaviour". T & AD Poyser, London.
- Follestad, A., Flagstad, Ø., Nygård, T., Reitan, O., Schulze, J. (2007) "Vindkraft og fugl på Smøla 2003-2006". NINA Rapport 248. 78 s
- Folkestad, A. O., Ed. (1994). "Norsk Fugleatlas". Klæbu: Norsk Ornitologisk forening
- Gjærum R., Lundberg H., S. S., Stene J. (2013) "Vindkraft- en nødvendig og sentral klimaløsning". Bellona 2013
- Hodos, W. (2002) "Reducing Avian collisions with wind turbines". Marylan: University of Maryland.
- Hoel, P, L., (2009) "Do wind power developments affect the behavior of White-Tailed Sea Eagles on Smøla"? [Masteroppgave]. Trondheim: NTNU
- IPCC (2013). "Climate change 2013: The physical science basis". Cambridge university press: United Nations:
- Johnsen, V.T. (2011) "Veiledning til art- og alderbestemmelse av kongeørn og havørn". Leve i naturen. Staten naturoppsyn.
- Madders, M. and D. P. Whitfield (2006). "Upland raptors and the assessment of wind farm impacts." *Ibis* 148:43-56
- May, R, (2015) "A unifying framework for the underlying mechanisms of avian avoidance of wind turbines". *Biological Conservation* 190: 179-187;2015

- May, R., Hamre, Ø., Vang, R., Nygård, T. (2012). "Evaluation of the DTBird video-system at the Smøla wind-power plant. Detection capabilities for capturing near-turbine avian behavior". NINA Rapport 910. 27 s.
- May, R., Hoel, P.L., Langston, R., Dahl, E.L., Bevanger, K., Reitan, O., Nygård, T., Pedersen, H.C., Røskaft, E. & Stokke, B.G. (2010). "Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant". – NINA Report 639. S 25.
- Miljøstatus (2015) "Havørn". Fra:
<http://www.miljostatus.no/Havorn/> [Oppdatert 11.06.2015] [lest 11.04 2016].
- Nilsen, J (2013) "Brukte sommeren på å male vindturbiner svarte". Fra:
<http://www.tu.no/kraft/2013/09/18/prisen-for-a-male-atte-vindturbiner-750.000-kroner>
[Oppdatert 18.10.2013] [lest 03. 03.2016].
- NVES(2013) "KU testturbin Smøla". Fra:
<http://www.smola.kommune.no/Handlers/fh.ashx?MId1=929&FilId=942> [Oppdatert 26.04.2013] [lest 20. 03.2016].
- Olsen, S.F, (2007) "Rovfugler og Ugler i Nord-Europa". Bryne: Wigestrands.
- Rydell, J., Engstrøm, H., Hedenstrøm, A., Larsen, K. J., Pettersen, J., Green, M. (2011) "Vindkraftens effekter på fåglar och fladdermöss". Naturvårdsverket. Rapport 6467.s 154.
- Ruud, H (2010) "Nytte- kostnadsanalyse av Smøla vindpark". [Masteroppgave]. Oslo: University I Oslo.
- Young, D.P., Erickson, W.P., Strickland, M. D., Good R.E., Sernka K.J. (2003). "Comparison of Avian Responses to UV-Light-Reflective Paint on Wind Turbines". Colorado: National Renewable Energy

6 Vedlegg

Vedlegg 1.

Eksempel på hvordan registrering av data fra feltarbeid til Excel.

Dag	Dato	Økt	Varighet	pc	Track	Hendelse	Klokkeslett	Art	Aktivitet	Høyde	Aldersklasse	Antall Fugl	Varighet	Vind(m/s)	Vindretning	Temp	Skydekke	Nedbør	Merknad
1	05.05.2015	4	2	2	2	1	14:15:02	havørn	2	3	3	4	35	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	2	2	14:15:37	havørn	2	3	3	4	0	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	3	3	14:17:03	havørn	1	2	3	1	25	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	4	4	14:17:28	havørn	2	2	3	1	41	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	5	5	14:18:09	havørn	1	2	3	1	31	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	6	6	14:18:40	havørn	1	3	3	1	0	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	7	7	14:27:00	havørn	1	2	3	2	12	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	8	8	14:27:12	havørn	2	3	3	2	8	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	9	9	14:27:20	havørn	1	2	3	2	4	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	10	10	14:27:26	havørn	4	2	3	2	6	3	nord	14	10		Jaging ørn mot ørn
1	05.05.2015	4	2	2	11	11	14:27:32	havørn	2	2	3	2	12	3	nord	14	10		
1	05.05.2015	4	2	2	12	12	14:27:44	havørn	1	1	3	2	0	3	nord	14	10		
									Aktivitet	Høyde	Aldersklasse						1=blå Himmel		
									1= kretsing	1= Over rotorhøyde	1= Voksen						2=Spredt skyer		
									2= Flukt	2= I rotorhøyde	2= ung						3=Overskyet		
									3= Sittende	3= Under rotorhøyde	3= ukjent								
									4= Jaging										

Vedlegg 2

Den gjennomsnittlige avstanden til havørn fra svartmalt- og kontrollturbinen. Med alle observasjonspunktene.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	avstand_svalt2	204,3047062026	34	94,502294576262	16,20700981254
		98580		830	9664
	Avstand_kontroll2	252,4204439280	34	189,58300710398	32,51321748539
		35750		3600	5390

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 avstand_svalt2 & Avstand_kontroll2	34	-,513	,002

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	avstand_svalt2 - Avstand_kontroll2	-48,115737725337170	251,535354714781250	43,137957446904075	-135,880572051771760	39,649096601097426	-1,115	33	,273

Vedlegg 3

Den gjennomsnittlige avstanden til havørn fra svartmalt- og kontrollturbinen. Data fra observasjonspunkt 4 er ikke tatt med.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 avstand_svalt2	218,2312110015 70220	27	92,287738984977 270	17,76078364862 6184
Avstand_kontroll2	216,0101966503 11260	27	120,12848130925 1300	23,11873700707 9055

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 avstand_svalt2 & Avstand_kontroll2	27	-,494	,009

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 avstand_svalt2 - Avstand_kontroll2	2,2210143512589 58	184,13841688711 0030	35,437454852641 500	- 70,621717328917 470	75,063746031435 390	,063	26	,951

Vedlegg 4

Den gjennomsnittlige avstanden til havørn fra svartmalt- og kontrollturbinen.

	<u>Mean</u>	<u>N</u>	<u>Std. Deviation</u>	<u>Std. Error Mean</u>
Pair 1 <u>avstand_svalt2_min</u>	180,5314250533	28	72,821415740815	13,76195401213
	98700		130	1518
<u>Avstand_kontroll2_min</u>	234,4846772605	28	184,93872397090	34,95013367233
	99940		5980	1205

Paired Samples Correlations

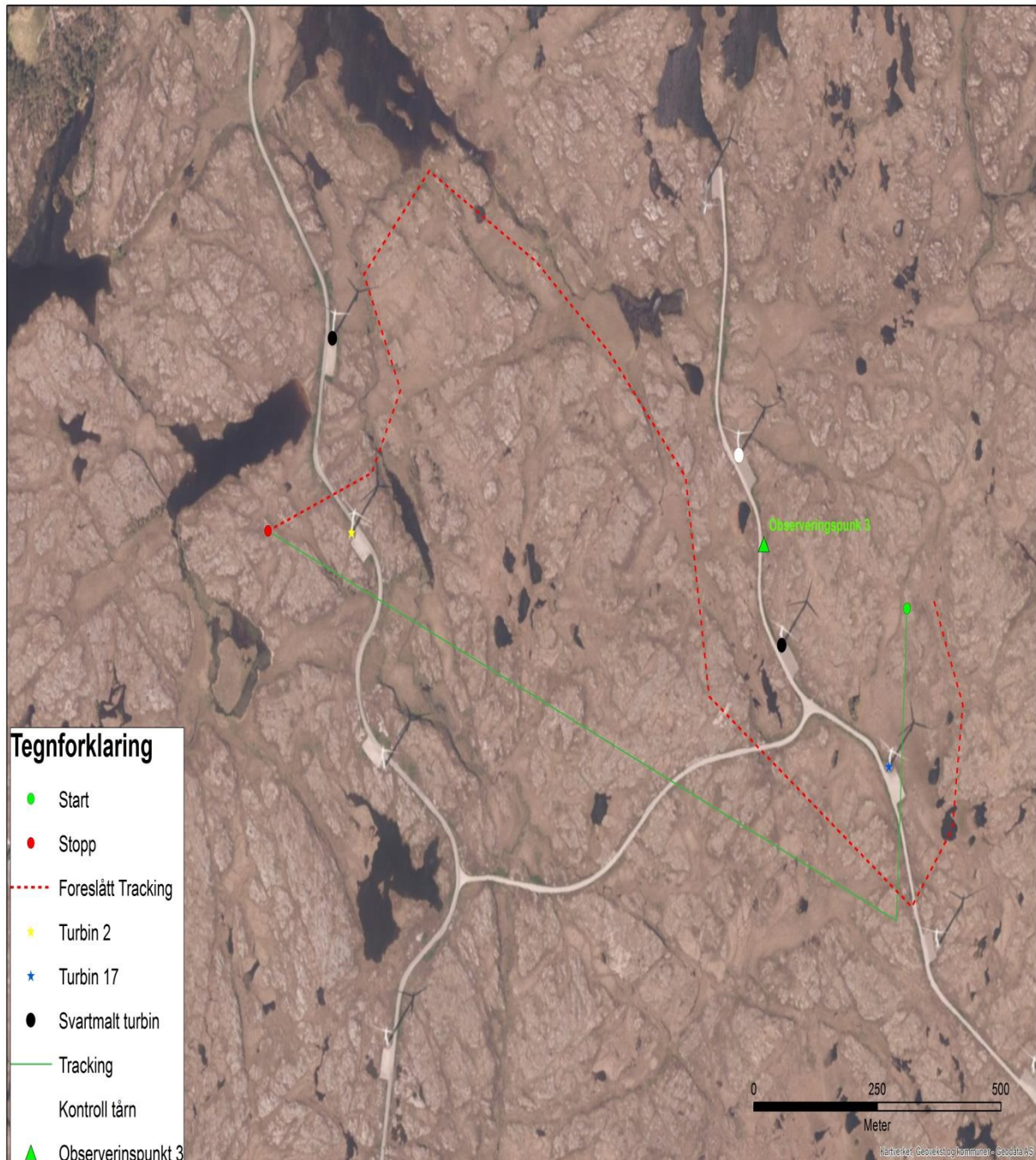
	<u>N</u>	<u>Correlation</u>	<u>Sig.</u>
Pair 1 <u>avstand_svalt2_min & Avstand_kontroll2_min</u>	28	-,563	,002

Paired Samples Test

	<u>Paired Differences</u>					<u>t</u>	<u>df</u>	<u>Sig. (2-tailed)</u>
	<u>Mean</u>	<u>Std. Deviation</u>	<u>Std. Error Mean</u>	<u>95% Confidence Interval of the Difference</u>				
				<u>Lower</u>	<u>Upper</u>			
Pair 1 <u>avstand_svalt2_min - Avstand_kontroll2_min</u>	-53,953252207201	233,81703974237	44,187267103402	-144,61803528981	36,711530875417	-1,221	27	,233
	245	6520	440	9740	250			

Vedlegg 5

Slik kunne en observasjon ha sett ut om hvis vi hadde tatt med en ny hendelse for hver vinkelkorleksjon havørna hadde gjort. Det ville gitt oss mer data i hver observasjonsperiode.



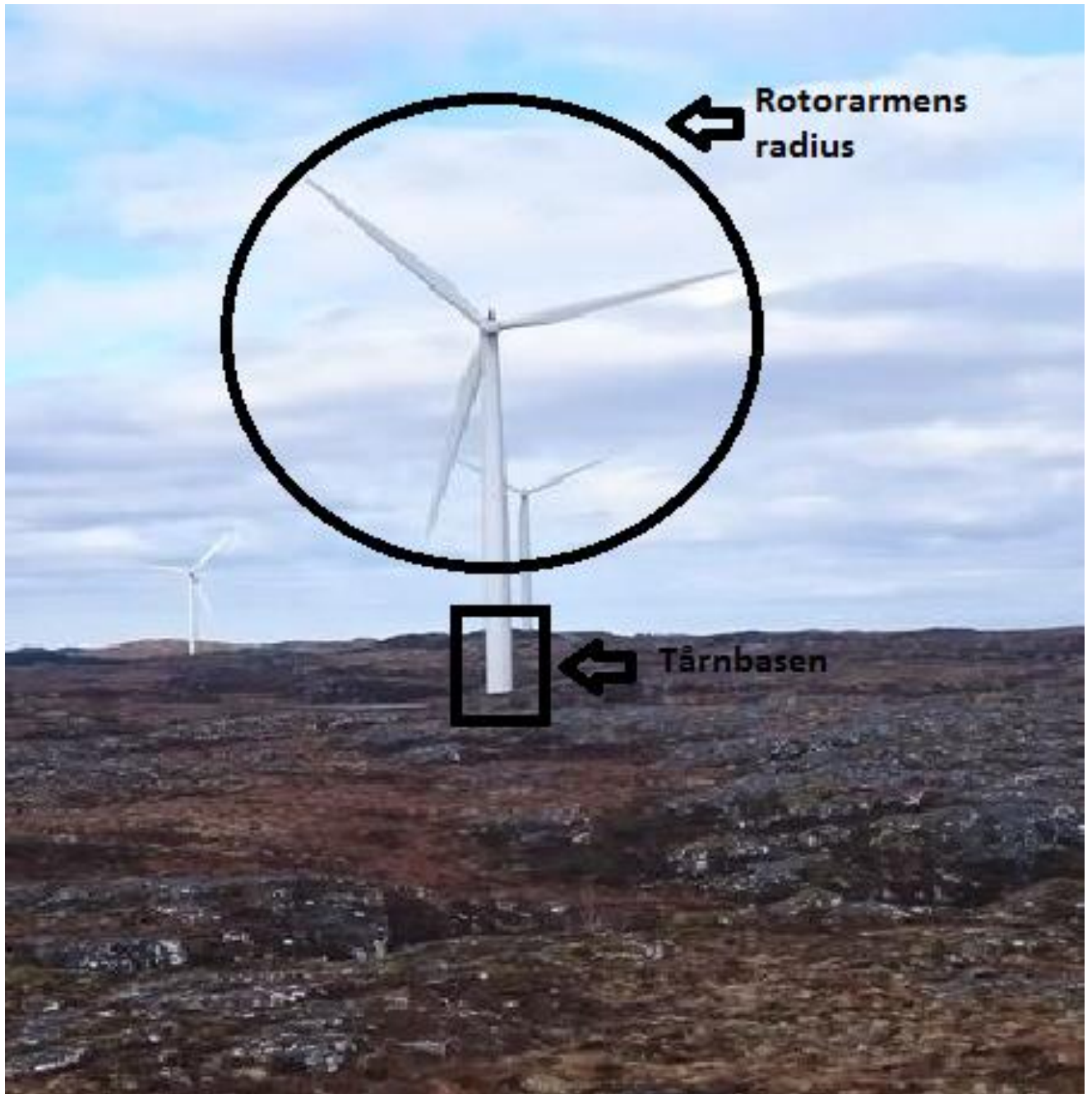
Vedlegg 6

En oversikt over blindsonen som vi opplevde nord for observeringspunkt 4.



Vedlegg 7

Forklaring på forskjellen mellom tårnbase og rotorblad.



Vedlegg 8

I hver observasjonsperiode skulle vi se på hvilke to hendelse som var nærmest turbin med svartmalt rotorblad og kontrollturbin. Punktet 108 (gult) er det som er nærmest turbin med svartmalt rotor blad og 111 (rød) er nærmest kontrollturbin. Disse ble det kjørt en statistisk analyse.

