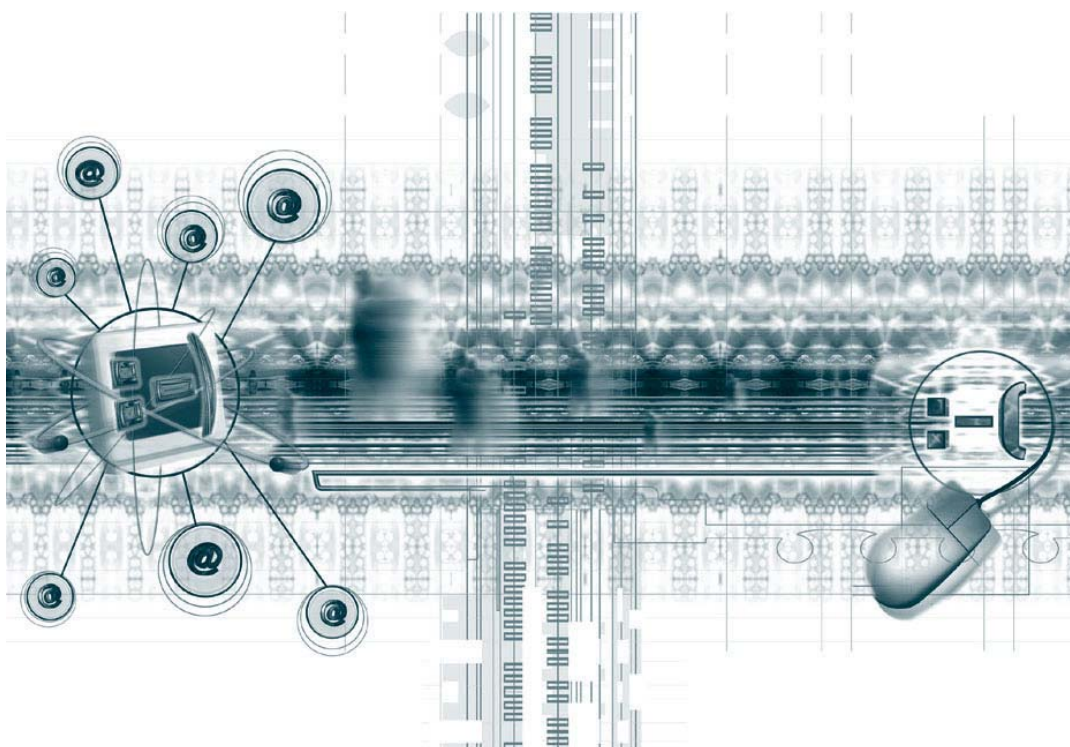


Kvitsøy radar og lokalisering av vindturbiner



23.03.2010

Versjon 1.0

Kvitsøy radar og lokalisering av vindturbiner

Sammendrag

Bakgrunnsinformasjon

Det planlegges bygget opp til fire vindturbiner på Kvitsøy kommune i Rogaland. Vindturbinområdet vil – dersom det etableres – ligge i siktlinjen til Kvitsøy radar syd for planområdet.

I forbindelse med den planlagte utbyggingen på Kvitsøy, har Teleplan fått i oppdrag av utbygger å utføre en studie for å utrede:

- Løsningsforslag som belyser radarproblematikken som kan oppstå mellom radaren på Kvitsøy trafikksentral og de planlagte vindturbinene
- Eventuelle konsekvenser for Kvitsøy radar
- Avbøtende tiltak som kan redusere eller eliminere eventuelle konsekvenser.

Anbefaling

Radaren vil detektere vindturbinene i den posisjon de befinner seg. Når radaren ser direkte mot en vindturbin, vil den få et sterkt reflektert signal fra vindturbinen.

Et radarsystem har en begrensning på hvor godt det kan skille mellom to objekter som befinner seg i kort avstand fra hverandre; eksempelvis vil ikke radaren på Kvitsøy kunne se forskjell på to fartøy som kommer nærmere hverandre enn ca 100 m. Dette er en funksjon av radarens pulslengde og antennens åpningsvinkel. På samme måte vil det ikke være mulig for Kvitsøy radar å skille mellom et fartøy og et turbintårn, eller et fartøy og en fjellvegg hvis de er nærmere enn omtrent 100 m fra hverandre. Radaren vil imidlertid fungere som normalt foran, bak og mellom vindturbinenes posisjon.

For å kunne følge fartøy i kystnære strøk, er fartøy utstyrt med AIS som uavhengig av radaren formidler posisjonen til trafikksentralen. Posisjonen til fartøy kan derfor alltid følges fra trafikksentralen selv når det er kort avstand mellom fartøyene eller hvis et fartøy nærmer seg et annet objekt som eksempelvis en fjellvegg eller et turbintårn.

Det vil være en svak radarskygge noen hundre meter i bakkant av hver vindturbin i en bredde som er omtrent like bred som vindturbintårnet. Det er svært lite sannsynlig at et fartøy kan "gjemme seg" i denne radarskyggen.

Radaren benytter seg ikke av Doppler hastighetsinformasjon. Hastigheten på turbinbladene vil derfor ikke påvirke radarens funksjon.

I forhold til vindturbinene på Kvitsøy oppfattes det ikke å være nødvendig å implementere noen spesielle avbøtende tiltak.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	4
1.1 BAKGRUNN.....	4
1.2 RADARUTRUSTNING I OMRÅDET	4
2 METODE OG DATAGRUNNLAG.....	6
2.1 ELEKTROMAGNETISK INTERAKSJON	6
2.2 RADARDETEKSJON.....	6
2.3 SIGNALSTYRKE	7
2.4 AVSTANDSNØYAKTIGHET.....	7
2.5 BLINDSONE.....	7
2.6 SKYGGEVIRKNING	7
3 OMRÅDEBESKRIVELSE	8
3.1 RADARDEKNING	9
4 KVITSØY RADAR	10
4.1 OPERATIV BRUK AV RADAR	10
4.2 VINDTURBINER OG NÆRHET TIL RADARSYSTEM	10
4.3 EKSISTERENDE LUFTFARTSHINDRE PÅ KVITSØY	11
4.4 ALTERNATIV RADARDEKNING	12
5 OPPSUMMERING.....	13
5.1 RADARENS FUNKSJON.....	13
5.2 UNDERSØKELSER OG AVBØTENDE TILTAK	13
REFERANSER.....	14
FORKORTELSER.....	14

Liste over figurer

FIGUR 1. OVERSIKTSKART OVER DE PLANLAGTE VINDTURBINENE OG NÆRLIGGENDE OMRÅDER	8
FIGUR 2. BEREGNET RADARDEKNING UT TIL 50 KM FRA KVITSØY RADAR MED ANTENNESENER 60 MOH	9
FIGUR 3. RADARDEKNING I SIKTRETNING MOT VINDTURBINENE OG LOSBORDINGSOMRÅDET	10
FIGUR 4. LUFTFARTSHINDRE PÅ KVITSØY AVMERKET AV STATKART.....	11
FIGUR 5. RADARDEKNING FRA VÅGANESET RADAR	12

Liste over tabeller

TABELL 1. KVITSØY RADAR DATA	5
TABELL 2. POSISJON PÅ RADARSYSTEMENE TILKOPIET KVITSØY TRAFIKKSENTRAL	5
TABELL 3. VINDTURBINENES PLANLAGTE PLASSERING.....	8
TABELL 4. VINDTURBINDATA BENYTTET I BEREGNINGENE.....	9
TABELL 5. POSISJON PÅ TURBINOMRÅDE OG LOSBORDINGSOMRÅDE.....	10
TABELL 6. EKSISTERENDE LUFTFARTSHINDRE PÅ KVITSØY	11

Kvitsøy radar og lokalisering av vindturbiner

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det planlegges bygget noen få vindturbiner på Kvitsøy kommune i Rogaland. Vindturbinområdet vil – dersom det etableres – ligge i siktlinjen til Kvitsøy trafikksentral sydvest for planområdet.

I forbindelse med den planlagte utbyggingen på Kvitsøy, har Teleplan fått i oppdrag av utbygger å utføre en studie for å utrede:

- Forslag til løsning, som belyser radarproblematikken som kan oppstå mellom radaren på Kvitsøy trafikksentral og de planlagte vindturbinene
- Eventuelle konsekvenser for Kvitsøy radar
- Avbøtende tiltak som kan redusere eller eliminere eventuelle konsekvenser.

Teleplan har i møte med Kvitsøy trafikksentral 5. november 2009 fått relevant teknisk informasjon om Kvitsøy radarsystem.

Rapporten viser geografisk lokalisering av vindturbinområdet. Dette er understøttet av tekniske beregninger som viser hvilke deler av vindturbinene radaren vil kunne se ved den planlagte utbyggingen. Videre beskrives mulige konsekvenser i forhold til radarenes funksjon samt avbøtende tiltak.

1.2 Radarutrustning i området

1.2.1 Kvitsøy radar

Kvitsøy trafikksentral har seks radarsystem tilknyttet trafikkovervåkingssentralen på Kvitsøy lokalisert sydvest for de planlagte vindturbinene. Radarutrustningen er moderne magnetronbaserte pulsradarer produsert av STN Atlas Elektronik¹ i Tyskland.

Radaren benytter ikke Doppler, noe som betyr at radaren ikke blir påvirket av hastighetsinformasjon fra vindturbinbladene, kun av vindturbinenes radartverrsnitt.

Radarens posisjon er sentralt plassert på Kvitsøy på ca 20 moh. Radarantennen er montert på en 40 m høy mast med fri sikt i alle asimutretninger (360°).

Radarens frekvensområde² er X-bånd; 9.375 GHz. Antennen, som er ca 3.6 m bred, er fast montert i elevasjon og gir en hovedstråle med en -3dB åpningsvinkel på 0.6° med antennevinning på omtrent 48.5 dB.

Radarens maksimale sendereffekt er oppgitt å være 25 kW. Imidlertid er det en ca 40 m lang bølgeleder fra senderen til antennen, noe som reduserer sendereffekten til under 10 kW (bølgeledertapet er i størrelsesorden 0.1 til 0.2 dB pr meter).

¹ www.atlas-elektronik.com

² Informasjon fra Kvitsøy trafikksentral

Følgende informasjon gjelder for Kvitsøy radar:

Posisjon Kvitsøy radar (WGS84 lat/lon (d.s.))	590339.0N-0052358.0E
Posisjon Kvitsøy radar (WGS89 UTM32)	32V 0293564 6552424
Bakkehøyde	20 moh
Antennesenter	60 moh
Radarbånd	X-bånd (9.375 GHz)
Sendereffekt	25 kW
Antennens åpningsvinkel (-3dB)	0.6°

Tabell 1. Kvitsøy radar data

1.2.2 Sensorer tilknyttet Kvitsøy trafikksentral

Kvitsøy trafikksentral er tilknyttet flere type sensorer og informasjonssystem for å bistå i trafikkovervåkingen, eksempelvis radarer, automatisk identifikasjonssystem (AIS), videoovervåking og VHF kommunikasjonssystemer.

Radar	Posisjon WGS84 Lat / Lon
Kvitsøy radar	590339.0N-0052358.0E
Vigdel radar	590339.0N-0052358.0E
Våganeset radar	591341.0N 0052947.0E
Hemnes radar	591211.0N 0051016.0E
Duehammaren radar	591749.0N 0052016.0E
Røvær	592622.7N 0050459.2E

Tabell 2. Posisjon på radarsystemene tilkopleet Kvitsøy trafikksentral

1.2.3 Informasjon fra Kvitsøy trafikksentral

Kvitsøy trafikksentral har en egen forskrift for overvåking av området.

Kvitsøy trafikksentral er opptatt av at Kvitsøy radar ikke blir skadelidende ved etablering av vindturbiner nord på Kvitsøy.

Til enhver tid er tre av de seks radarene tilknyttet trafikksentralen synkronisert og viser radarmål i ett felles radarbilde. Data fra de andre radarene vises i andre radarskjermer; ett radarbilde pr skjerm.

- Trafikksentralen er svært god kjent med hvilken dekning de forskjellige radarene har.
- Ved normal bruk er ikke Våganeset radar en av de tre radarene som vises i et felles radarbilde.
- Radarbildene viser prosesserte data; dvs. plott av identifiserte mål på sjøen. Råvideo benyttes ikke.
- Radaren har tre forskjellige bruksmodi; kort, medium og lang rekkevidde. Normalt operasjonsmodus er medium rekkevidde.

- Radarens pulslengde kan varieres avhengig av rekkevidde; 80 ns, 300 ns og 1000 ns for henholdsvis kort, medium og lang rekkevidde.
- Avstandsnøyaktigheten er en funksjon av båndbredden som benyttes. En radarpuls på 300 ns tilsvarer en avstandsnøyaktighet på omtrent 45 m. Radarens evne til å separere to mål er typisk 1.5 ganger avstandsnøyaktigheten; dvs. omtrent 67 m.
- Radaren sender ut pulser enten ved 500 p/s eller 1000 p/s. Til vanlig benyttes TBD p/s
- Antall avstandsintervall innenfor radarens dekningsområde er TBD.

Den flytende vindturbinen Hywind (2.3 MW effekt, 65 m høy med 80 m diameter turbinblader) er lokalisert i fri sikt omtrent 22 km (12 nautiske mil) nordvest for Kvitsøy trafikksentral.

2 Metode og datagrunnlag

2.1 Elektromagnetisk interaksjon

I løpet av de senere år er det gjennomført flere internasjonale studier på elektromagnetisk interaksjon mellom radar, kommunikasjonssystemer og vindturbiner. Følgende internasjonale studier^{3, 4, 5, 6} belyser forhold relatert til radartverrsnitt på vindkrafttårn, skyggevirkning og blokkering av radarsignaler.

Med referanse til disse studiene, er representative målte elektromagnetiske verdier for vindturbinbetragtninger som følger:

- Hvis tårnsiden har en helningsvinkel på 0.8° , blir tårnets radartverrsnitt omtrent 100 m^2 , og det synker med økende helningsvinkel (eksempelvis 10 m^2 ved 2.7° vinkel)
- Turbinbladene gir et mye svakere radarsignal enn tårnet (i størrelsesorden 30 dB svakere).
- Blokkering og skyggevirkning⁷ fra en vindturbin er svært liten med en utstrekning på noen hundre meter rett bak tårnet og i en bredde som tilsvarer tårnets diameter (omtrent 5 meter).

En kan derfor konstatere at radarsystemer er laget for å håndtere den type signalnivåer som kan bli reflektert fra vindturbiner.

2.2 Radardeteksjon

Det er ingen tvil om at en radar kan detektere en vindturbin når den ser rett på vindturbinen. Den eneste måten man kan være helt sikker på at en radar ikke vil bli påvirket av en vindpark, er å unngå fri sikt mellom radar og vindpark.

Imidlertid er en radar laget for nettopp å detektere forskjellige typer mål og objekter, slik at det å kunne se en vindpark i seg selv ikke burde være en alvorlig begrensning for radaren.

³ Qinetiq, Gavin J Poupart, Wind farm impact on radar aviation interests – final report, side 60, seksjon 7.3.4.2 (radartverrsnitt) og side B-12, seksjon B.5 (skyggevirkning), 2003

⁴ Qinetiq, Martin J Howard, Colin Brown, Results of electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by Qinetiq and the Maritime and Coastguard Agency, Qinetiq/03/00297/1.1, MCA MNA 53/10/366 (radartverrsnitt, skyggevirkning, kommunikasjonssystemer, navigasjonssystemer), 22. November 2004

⁵ Maritime and Coastguard Agency, Colin Brown, Offshore wind farm helicopter search and rescue trials undertaken at the North Hoyle wind farm, MCA Contract MSA 10/6/239 (blokkering, skyggevirkning, deteksjonsevne), 26. mai 2005

⁶ Radar and Wind Farm Solutions, AMS, England, IEA London, 17-18 mars 2005

⁷ US-DoD The effect of windmill farms on military readiness, Report to the congressional defense committees, Office of the Director of Defense Research and Engineering, side 52, 2006

En vindturbin består i hovedsak av tre komponenter som radaren kan detektere med varierende signalstyrke; disse er tårnet, motorhuset øverst på tårnet og turbinbladene.

Kystvaken i England har gjennomført eksperimenter med marine landbaserte radarsystem som viser at fartøy detekteres svært lett inne i og bak en vindpark⁸.

Det ble rapportert om en negativ effekt som ble observert hvis et stort fartøy befant seg i kort avstand (under 1 km) med bredsiden til bak en vindturbin. Da kan det oppstå signalrefleksjoner mellom fartøyet og turbintårnet som fremstår som et falskt mål i radarbildet.

2.3 Signalstyrke

Når en radar belyser en vindturbin, vil de kraftigste radarrefleksjonene komme fra selve tårnet. Dette signalet kan bli veldig sterkt hvis tårnet står vinkelrett på radarens siktretning og avstand mellom radar og tårn er kort. Da kan andre reflekterte signaler – som ankommer fra omtrent samme avstand og i omtrent samme posisjon – ikke detekteres. Imidlertid er det svært sjelden at man får en speilende refleksjon i turbintårnet fordi det heller med omtrent 0.6° , noe som medfører et mye svakere reflektert signal.

Fordelen med et vindturbintårn er imidlertid at det ikke forflytter seg; det står i samme posisjon år ut og år inn, og reflekterte radarsignaler er kun lokalisert til der hvor vindturbinen står. Dette betyr igjen at objektet – representert ved vindturbinen – er meget godt kjent for radaroperatøren. Ofte er vindparken utstyrt med AIS slik at den vises i radardisplay uavhengig av radarens deteksjon.

2.4 Avstandsnøyaktighet

Radarens avstandsnøyaktighet er omvendt proporsjonal med båndbredden til radarsignalet, mens antennens åpningsvinkel regulerer radarens nøyaktighet i asimut. Pulsbredden på dagens radarsystemer er kort (dvs. høy båndbredde), noe som gir en meget god avstandsnøyaktighet over radarens operasjonsområde. En vindpark påvirker ikke radarens avstandsnøyaktighet.

2.5 Blindsone

En metode for å unngå at et signal slipper inn i radarens mottaker er å lukke denne for et gitt avstandsintervall når radaren ser i retning av kjente radarmål, eksempelvis en fjellkjede, et stort industribygg eller et vindturbintårn. Alle moderne radarsystem er utstyrt med en slik funksjonalitet som kalles blindsone ("*range-gate*"). Dette betyr at radaren ikke vil motta noen signaler i en bestemt siktretning og avstandsintervall mens radarmottakeren er lukket. Noe avhengig av radartypen vil radaren heller ikke motta noen signaler i en utstrekning på opp til noen hundre meter foran og bak et slikt område. Imidlertid vil radaren fungere som normalt på hver side av dette området⁹. På moderne radarsystem kan en slik blindsone lett implementeres i radarens programvare hvis man ønsker å fjerne sterke signaler fra et kjent radarmål.

2.6 Skyggevirkning

I løpet av årene 2007-2009 har det blitt gjennomført flere eksperimenter¹⁰ for å måle radarskyggen bak en vindturbin i siktretning fra et radarsystem. Radarskyggen er målt til å være i størrelsesorden 2 dB redusert signalnivå i noen hundre meter avstand bak vindturbinen i turbintårnets bredde (typisk 4-5 m). Radarskyggen er nesten ikke målbar for lengre avstander.

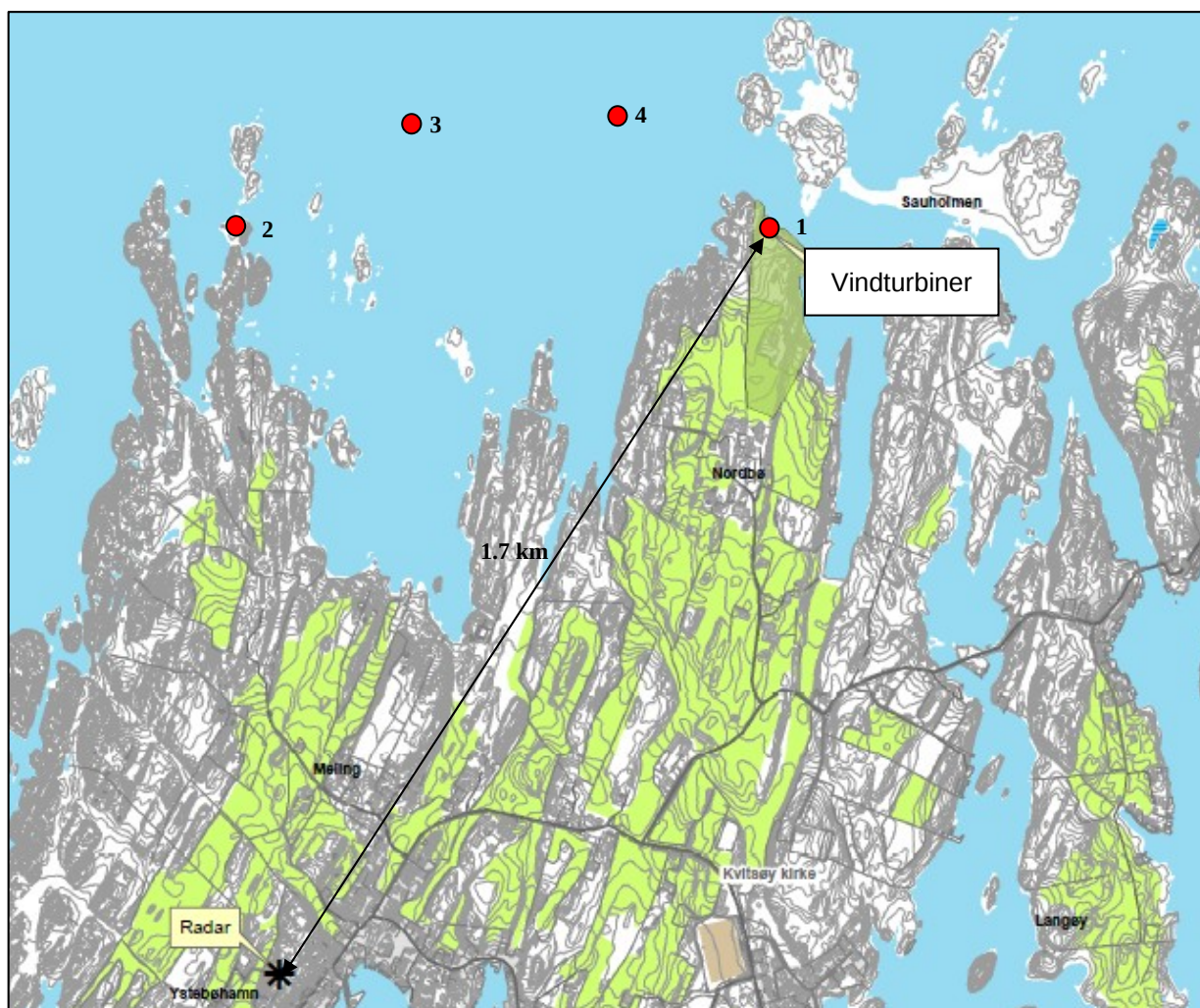
⁸ Maritime and Coastguard Agency, UK and QinetiQ, Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm, sammendrag side 74, 22. november 2004

⁹ QinetiQ, Gavin J Poupart, Wind farm impact on radar aviation interests – final report, side 60, seksjon 7.3.4.2 (radartverrsnitt) og side B-12, seksjon B.5 (skyggevirkning), 2003

¹⁰ IEA topical expert meeting on radar, radio and wind turbines, Amsterdam 18-19 november 2009

3 Områdebeskrivelse

Figur 1 viser et oversiktskart over Kvitsøy radar og de planlagte vindturbinene nord på øya.



Figur 1. Oversiktskart over de planlagte vindturbinene og nærliggende områder

Tiltakshaver har planlagt å plassere inntil fire vindturbiner i planområdet nord på Kvitsøy; to på land og to i sjøen. Effekten på hver vindturbin er i størrelsesorden 3 MW, og innbyrdes avstand mellom vindturbinene er 350-400 meter.

Turbin #	Posisjon UTM 32V	Posisjon Lat Lon	Avstand til Kvitsøy radar
1	0294490 6553828	590426.9N-0052450.9E	1700 m
2	0293491 6553818	590424.9N-0052348.3E	1410 m
3	0293821 6554106	590434.7N-0052408.0E	1720 m
4	0294173 6554094	590435.0N-0052430.1E	1790 m

Tabell 3. Vindturbinenes planlagte plassering

De planlagte vindturbintårnene er oppgitt å være opp til 100 m høye med turbinblader med diameter opp til 120 m. Største høyde over bakkenivå blir således fra 160 m. Tårnene er konisk formet med helningsvinkel på omtrent 0,6°.

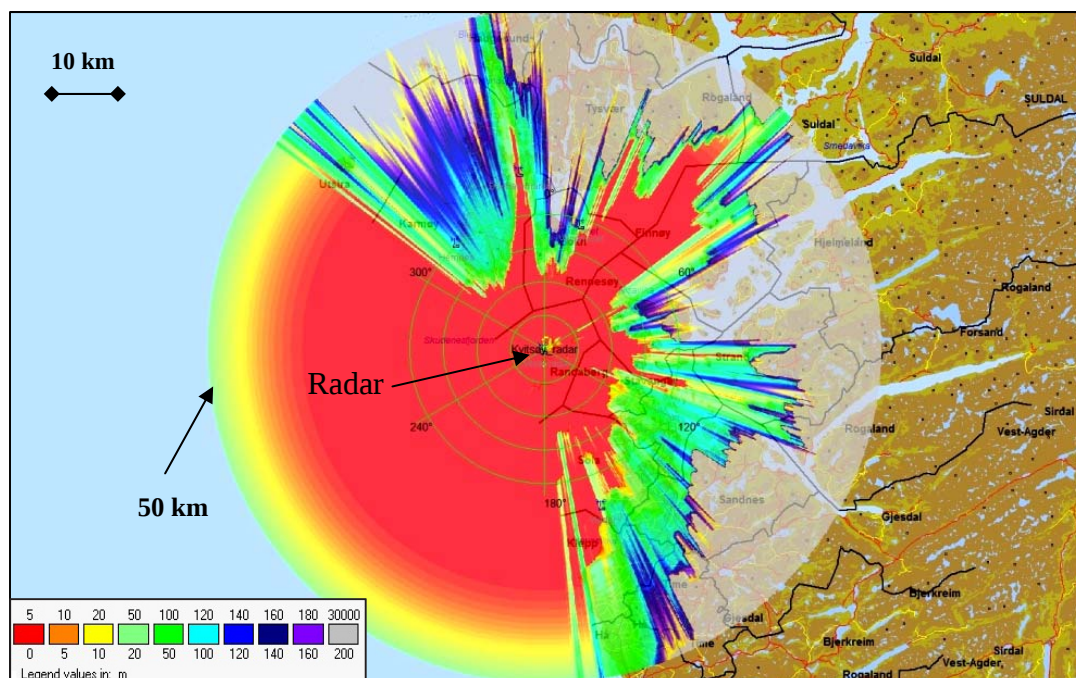
Komponent	3 MW
Tårn	Konisk rør i stål
Navhøyde	100 m
Rotordiameter	120 m
Største høyde over bakke	160 m
Tårndiameter ved bakke	6 m
Tårndiameter i 80 m høyde	4,5 m
Rotoromdreining	~15 omdr/min

Tabell 4. Vindturbindata benyttet i beregningene

3.1 Radardekning

Figur 2 viser et oversiktskart¹¹ over området rundt Kvitsøy radar hvor fargene illustrerer radardekning; dvs. i hvilken høyde over havet et mål må være for at radaren kan kunne observere det. Rød farge tilsvarer 0-5 moh, oransje 5-10 moh, osv. Radaren er plassert ved trafikksentralen på Kvitsøy på en 40 m høy mast med et beregnet antennesenter på 60 moh.

Som det går fram av Figur 2 og Figur 3 er det god dekning helt ned til havnivå i store deler av dekningsområdet med unntak av noen få sektorer grunnet naturgitte omstendigheter.



Figur 2. Beregnet radardekning ut til 50 km fra Kvitsøy radar med antennesenter 60 moh

¹¹ Teleplan har benyttet Teleplans kartverktøy MARIA til beregningene gjennomført i denne rapporten. Refraksjonskoeffisient benyttet er 1.3.

4 Kvitsøy radar

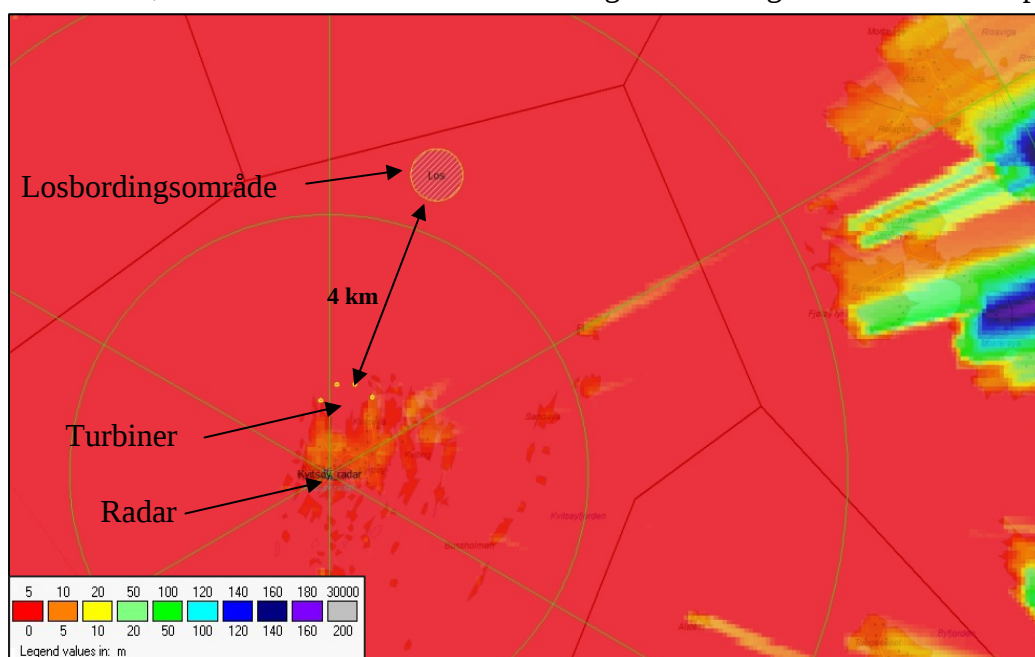
4.1 Operativ bruk av radar

Et forhold av betydning for Kystovervåkingen var at plasseringen av vindturbinene ikke påvirket radardekning i sikretretning det området hvor losen border fartøyer (se Figur 3).

#	Posisjon UTM 32V	Posisjon Lat Lon	Avstand til Kvitsøy radar
Turbin #1	0294490 6553828	590426.9N-0052450.9E	1700 m
Losbordingsområde ¹²	0295964 6558053	590645.8N-0052609.1E	5700 m

Tabell 5. Posisjon på turbinområde og losbordingsområde

Skyggedekning bak en turbin, som beskrevet i seksjonene 2.1 og 2.6, er i størrelsesorden noen hundre meter direkte bak vindturbinen. Avstand fra vindturbinområdet til losbordingsområdet er omtrent 4000 m, noe som innebærer at radardekning i losbordingsområdet ikke blir påvirket.



Figur 3. Radardekning i sikretretning mot vindturbinene og losbordingsområdet

4.2 Vindturbiner og nærhet til radarsystem

Den planlagte plasseringen av vindturbinene på Kvitsøy ligger fra omtrent 1.4 km til 1.8 km fra Kvitsøy radar. I Danmark ligger det en vindpark like i nærheten av innflyvningen til København lufthavn, og i Norge ligger Mehuken vindpark bare 3 km fra Forsvarets radar på Heida, uten at Forsvaret etter flere års drift ikke har kunnet dokumentere¹³ noen problemer med bakgrunn i vindturbinenes nære lokalisering. I den nye vindparken Sheringham Shoal¹⁴ på østkysten av England er det planlagt en overvåkingsradar¹⁵ inne i selve vindparken med fri sikt til 25 vindturbiner, den nærmeste bare 600 m unna.

¹² Posisjon for losbordingsområdet er hentet fra Garmin Bluechart Atlantic v9.5

¹³ Møte mellom Statkraft, Forsvaret og OED, Olje- og Energidepartementet, 13. og 27. oktober 2005

¹⁴ Sheringham Shoal Offshore Wind Farm i regi av Statoil, www.scira.co.uk

¹⁵ Gapfiller concept solution, Sheringham Shoal Offshore Wind Farm, Statoil, IEA Amsterdam, 18-19. november 2009

Det foreligger lite dokumentasjon på at en moderne radars nærhet til en vindpark alene er problematisk.

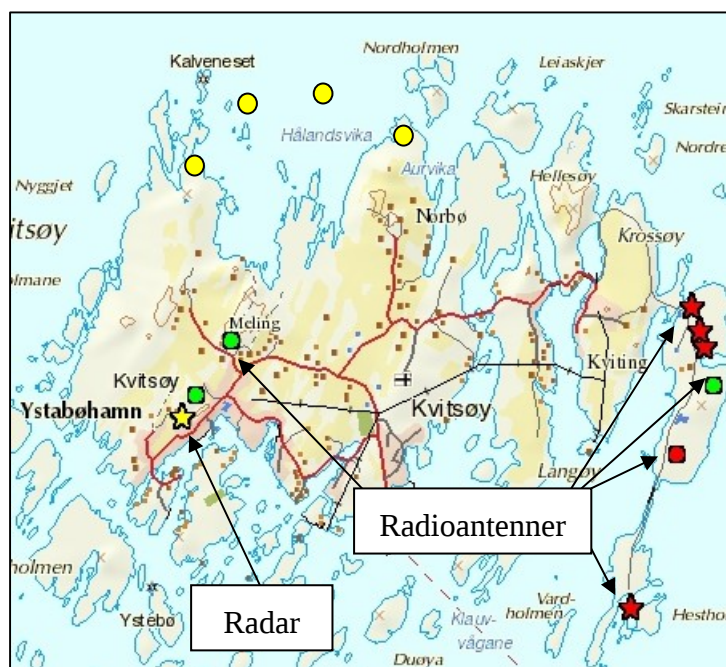
4.3 Eksisterende luftfartshindre på Kvitsøy

Kvitsøy har i flere tiår vært benyttet til å formidle radiosendinger over hele verden. Det finnes flere store radiomaster opp til 135 moh (se Tabell 6 og Figur 4); alle i en avstand av omtrent 2400 m fra Kvitsøy radar. Det er også en radiomast (53 moh) lokalisert bare 400 m fra Kvitsøy radar, og Kvitsøy fyr (51 moh) står bare 135 m fra Kvitsøy radar.

Det skulle således være god mulighet til å teste ut om de store antennemastene påvirker Kvitsøy radar. Hvis det ikke er tilfelle, er det en meget god indikasjon på at etableringen av de planlagte vindturbinene blir uproblematisk i forhold til Kvitsøy radar.

Radiomast #	Posisjon Lat Lon	Mastehøyde [moh]	Avstand til Kvitsøy radar
KB	590400.3N-0052622.0E	60 m + 4 m	2400 m
KB1	590403.6N-0052621.7E	131 m + 4 m	2425 m
KB2	590406.8N-0052618.8E	131 m + 3 m	2400 m
KB3	590356.2N-0052628.1E	29 m + 2 m	2450 m
KB4	590344.8N-0052621.0E	63 m + 3 m	2300 m
KB5	590321.6N-0052616.4E	115 m + 3 m	2275 m
Mast 38	590351.9N-0052408.3E	38 m + 15 m	400 m
Kvitsøy fyr	590343.1N-0052400.7E	28 m + 21 m	135 m

Tabell 6. Eksisterende luftfartshindre på Kvitsøy



Figur 4. Luftfartshindre¹⁶ på Kvitsøy avmerket av Statkart

¹⁶ Nasjonalt register over luftfartshindre, http://www.statkart.no/nor/Land/Fagomrader/Nasjonalt_register_over_luftfartshindre/

5 Oppsummering

I dette kapittel beskrives vurderinger gjort vedrørende lokalisering av de planlagte vindturbinene på Kvitsøy i forhold til Kvitsøy radar.

5.1 Radarens funksjon

Radaren vil detektere vindturbinene i den posisjon de befinner seg (se seksjon 2.2). Hvis radaren ser direkte mot en vindturbin, vil den få et sterkt reflektert signal (se seksjon 2.3).

Et radarsystem har en begrensning på hvor godt det kan skille mellom to objekter som befinner seg i kort avstand fra hverandre; eksempelvis vil ikke radaren på Kvitsøy kunne se forskjell på to fartøy som kommer nærmere hverandre enn ca 100 m. Dette er en funksjon av radarens pulslengde og antennens åpningsvinkel. På samme måte vil det ikke være mulig for Kvitsøy radar å skille mellom et fartøy og et turbintårn, eller et fartøy og en fjellvegg hvis de er nærmere enn omtrent 100 m fra hverandre. Radaren vil imidlertid fungere som normalt foran, bak og mellom vindturbinenes posisjon (se seksjon 2.3 og 2.4).

For å kunne følge fartøy i kystnære strøk, er fartøy utstyrt med AIS som uavhengig av radaren formidler posisjonen til trafikksentralen. Posisjonen til fartøy kan derfor alltid følges fra trafikksentralen selv når det er kort avstand mellom fartøyene eller hvis et fartøy nærmer seg et annet objekt som eksempelvis en fjellvegg eller et turbintårn.

Det vil være en svak radarskygge noen hundre meter i bakkant av hver vindturbin i en bredde som er omtrent like bred som vindturbintårnet. Det er svært lite sannsynlig at et fartøy kan "gjemme seg" i denne radarskyggen (se seksjon 2.6).

Radaren benytter seg ikke av Doppler hastighetsinformasjon. Hastigheten på turbinbladene vil derfor ikke påvirke radarens funksjon.

I forhold til de planlagte vindturbinene på Kvitsøy oppfattes det ikke å være nødvendig å implementere noen spesielle avbøtende tiltak.

5.2 Undersøkelser og avbøtende tiltak

5.2.1 Innledende undersøkelse

Kvitsøy trafikksentralen bør så snart som mulig teste om de eksisterende store radioantennene på Kvitsøy påvirker radardekningen til Kvitsøy radar. Hvis de ikke gjør det, er det en god indikator på at vindturbinene heller ikke vil gjøre det.

5.2.2 Oppfølgende undersøkelser

Etter fullføring av en vindturbininstallasjon vil sensoreier vanligvis gjennomføre en test av eksisterende sensorsystem for å verifisere at det fungerer som ønsket.

5.2.3 Avbøtende tiltak

Hvis det allikevel skulle vise seg at Kvitsøy radar blir negativt påvirket i området bak vindturbinene, vil et avbøtende tiltak være å innfase Våganaset radar og samtidig oppgradere programvaren i Kvitsøy trafikksentral til å motta radardata fra fire radarsystem i stedet for fra tre som i dag.

Referanser

International Energy Agency Workshop, IEA Expert Meeting on Radar, Radio, Radio Links and Wind Turbines”, London, 17.-18. mars 2005

International Energy Agency Workshop, IEA Expert Meeting on Radar, Radio and Wind Turbines”, Oxford, 29.-30. mars 2007

International Energy Agency Workshop, IEA Expert Meeting on Radar, Radio and Wind Turbines”, Amsterdam, 18.-19. november 2009

Kvitsøy trafikksentral, møte 5. november 2009

Maritime and Coastguard Agency, UK and Qinetiq, Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm, 22. november 2004

Maritime and Coastguard Agency, Colin Brown, Offshore wind farm helicopter search and rescue trials undertaken at the North Hoyle wind farm, MCA Contract MSA 10/6/239, 26. mai 2005

Qinetiq, Gavin J Poupart, Wind farm impact on radar aviation interests – final report, 2003

Qinetiq, Martin J Howard, Colin Brown, Results of electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by Qinetiq and the Maritime and Coastguard Agency, Qinetiq/03/00297/1.1, MCA MNA 53/10/366, 22. november 2004

US-DoD, The effect of windmill farms on military readiness, Report to the congressional defense committees, Office of the Director of Defense Research and Engineering, 2006

Wind Energy and Aviation Interests – interim guidelines – defence & civil aviation interest working group, DTI/Pub URN 02/1287, 2002

Forkortelser

Forkortelser	Beskrivelse
AIS	Automatic identification system
X-bånd	Frekvensbånd for radar (9.75 GHz)
dB	desiBell (måleenhet for signalstyrke)
GHz	Giga Hertz (radarfrekvens, 10^9 Hz)
IEA	International Energy Agency
moh	meter over havet
MW	Mega Watt (turbineffekt, 10^6 Watt)
ns	nanosekund (10^{-9} sekund)
VHF	Very high frequency (radiokommunikasjonssystem)