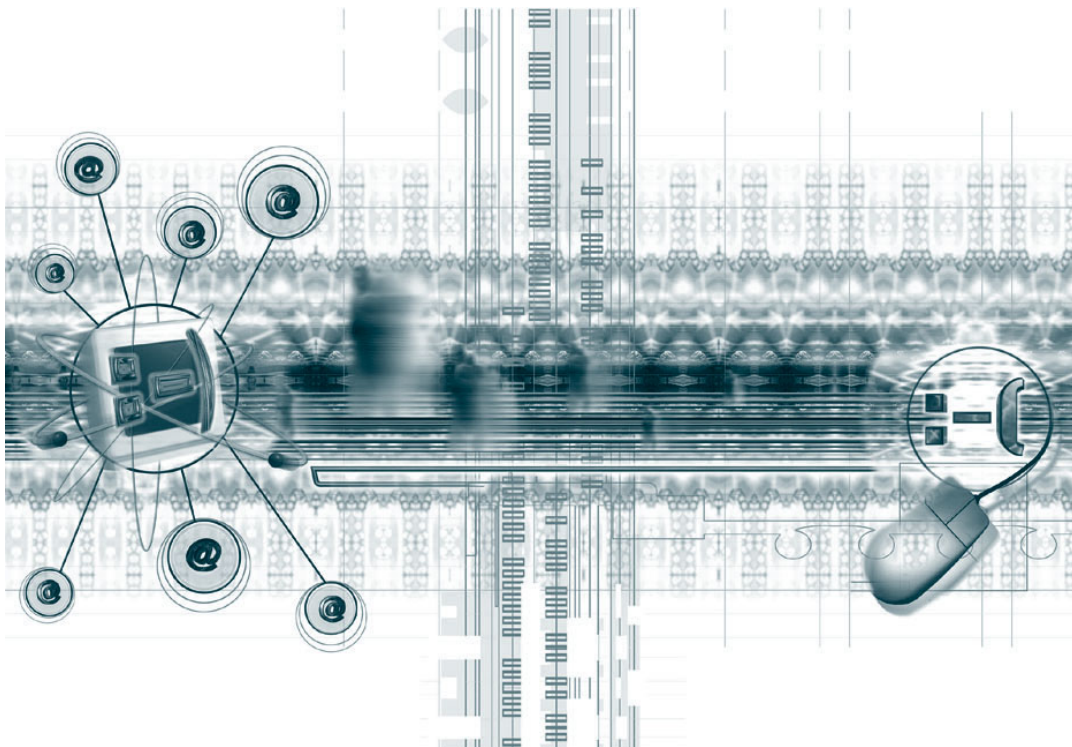


Ulvarudla

En vurdering av planlagt MSSR og vindpark



Eldar Aarholt

26.05.2006 v1.1

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	4
1.1 BAKGRUNN	4
1.2 FØRINGER FRA UTREDNINGSPROGRAMMET	4
1.3 OMRÅDEBESKRIVELSE	4
1.4 VURDERINGER FRA AVINOR.....	5
2 RADARENS FUNKSJON	5
3 ELEKTROMAGNETISKE BETRAKTNINGER	6
4 RADARVURDERINGER	7
4.1 OVERSIKT OVER DEN PLANLAGTE VINDPARKEN	7
4.2 RADARDEKNING FRA URDALSNIPA	8
4.3 GEOMETRISKE BEREGNINGER.....	9
4.3.1 <i>Vindparkens høyde</i>	9
4.3.2 <i>Tårnets helning</i>	10
4.3.3 <i>Radarantennens siktinkel</i>	10
4.4 SIGNALER FRA MSSR OG TRANSPONDER	11
5 EN VURDERING AV INNHOLDET I SINTEFS RAPPORT	12
6 AVBØTENDE TILTAK	14
6.1 OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER	14
7 KONKLUSJON	15
REFERANSER	16

Figurer

FIGUR 1. OVERSIKTSKART OVER DEN OMSØKTE VINDPARKEN OG NÆRLIGGENDE OMRÅDER	7
FIGUR 2. DETALJERT FRISIKT Kart 80 m OVER BAKKENIVÅ FRA PLANLAGT MSSR	8
FIGUR 3. ELEVASJONSVINKEL FRA RADAR TIL TOPPEN AV VINDTURBINTÅRNET.....	9
FIGUR 4. REFLEKTERT STRÅLINGSDIAGRAM (VERTIKAL KOMPONENT).....	10
FIGUR 5. SIGNALNIVÅ SOM EN FUNKSJON AV AVSTAND MELLOM RADAR OG VINDPARK	13
FIGUR 6. SIGNALNIVÅ SOM EN FUNKSJON AV HØYDEDIFFERANSE MELLOM RADAR OG VINDPARK ..	13

Tabeller

TABELL 1. TEKNISKE DATA FOR MSSR:.....	6
TABELL 2. VINDTURBINDATA VESTAS V90	7
TABELL 3. OVERSIKT OVER RESULTAT AV ANALYSEN I SINTEFS RAPPORT	12
TABELL 4. TALLMATERIALE FOR ULVARUDLA VINDPARK	12

Ulvarudla

En vurdering av planlagt MSSR og vindpark

Sammendrag

I forbindelse med den planlagte utbyggingen av Ulvarudla vindpark i Time, Bjerkreim og Gjesdal kommune, har Teleplan fått i oppdrag av utbygger å utføre en studie for å utrede hvorvidt vindparken vil påvirke Avinors planlagte radarsystem på Urdalsnipa.

Det er ikke avdekket alvorlige negative konsekvenser ved etablering av Ulvarudla vindpark i forhold til Avinors planlagte radarsystem på Urdalsnipa.

Følgende vurderinger gjelder for den planlagte vindparken:

- I forhold til Avinors planlagte MSSR på Urdalsnipa i nærheten av Ulvarudla vindpark, anser Teleplan at tiltaket ikke får negative konsekvenser av betydning. Dette inkluderer styrken på reflektert radarsignal og refleksjoner via vindturbintårn.
- Fordi både radar og fly forventningsvis vil være lokalisert høyere enn vindparken, betyr det at signaler reflektert av et vindturbintårn alltid blir reflektert nedover. Både ”uplink”- og ”downlink”-interferens ansees derfor å være et lite aktuelt problem i forhold til Ulvarudla vindpark.
- Det kan være mulig at et radarsignal reflektert fra et tårn trigger en flytransponder som befinner seg i en sektor på $\pm 2.2^\circ$ fra tårnet, er nærmere enn 5 km fra vindparken og flyr lavere enn 100 m høyde over bakken. Sannsynligheten for at det vil forekomme flyaktivitet i så lav høyde i dette området, og hvilke konsekvenser dette eventuelt kan få, bør vurderes av Avinor.

Ulvarudla

En vurdering av planlagt MSSR og vindpark

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det planlegges bygget en vindpark i Time, Bjerkreim og Gjesdal kommune; nærmere bestemt på Ulvarudla 300-400 moh. Vindparken vil – dersom den etableres – ligge i siktlinjen til Avinors planlagte MSSR radarsystem (Monopulse Secondary Surveillance Radar) lokalisert sydøst for vindparken i nærheten av Urdalsnipa.

I forbindelse med den planlagte vindparkutbyggingen har Teleplan fått i oppdrag av utbygger å utføre en studie for å utrede hvorvidt vindparken vil påvirke Avinors planlagte radarsystem.

Rapporten viser geografisk lokalisering av den planlagte vindparken understøttet av tekniske beregninger som viser radarens signalutbredelse ved planlagt utbyggingen av både vindpark og radar.

I denne studien har Teleplan benyttet flere refererte studier som beskriver interaksjon mellom radar, radio og vindturbiner.

1.2 Føringer fra utredningsprogrammet

Denne rapporten er utarbeidet på bakgrunn av føringer gitt i vindparkens utredningsprogram som sier at

”Tiltakets eventuelle påvirkning på omkringliggende radaranlegg, navigasjonsanlegg og kommunikasjonsanlegg for luftfarten skal beskrives kort¹”

1.3 Områdebeskrivelse

Vindparken er lokalisert i området Ulvarudla i Time, Bjerkreim og Gjesdal kommune hvor nærmeste radaranlegg vil være Avinors planlagte MSSR. Områdene ligger i fri sikt sett fra radarens planlagte posisjon i nærheten av Urdalsnipa; dvs. det er ingen hindringer av betydning som begrenser radarens dekningsområde i retning vindparken. En antydning for radaren er på Urdalsnipa hvor Norkring har en stor kringkastingsmast.

I forhold til radarens operative rekkevidde, er avstanden fra radar til vindparkområdet liten (fra 4 km til 10 km). Hvis radaren er lokalisert på høyeste punkt på Urdalsnipa, vil radarens antennesenter ligge på omtrent 576 moh, mens vindparken er planlagt fra 300 moh til 400 moh.

¹ Brev fra NVE, side 6, referanse NVE 200501582-25 kte/ang

1.4 Vurderinger fra Avinor

Det er gjennomført et møte med Avinor 24. mai 2006 hvor innholdet i denne rapporten ble diskutert og forhold relatert til radarens posisjon ble avstemt.

Avinor presiserte at valg av Urdalsnipa som lokalitet for deres radar var basert på en grundig vurdering for å oppnå radardekning både mot Ekofisk og mot innflyving til Sola lufthavn. Formålet er å lage et kontrollert luftrom for å redusere risiko for hendelser i Nordsjøen.

Det knytter seg fremdeles usikkerhet til hvor høyt i terrenget radaren vil bli plassert. Dette avhenger i stor grad av hvorvidt Shell vil bygge vindpark på Urdalsnipa og om Norkring vil øke høyden på sin kringkastingsmast på stedet. Radarens antennesenter vil tentativt ligge på fra 10 m til 55 m over bakkenivå.

Avinor har gjort analyser med programvare fra Sintef hvor det tyder på at den vestlige del av vindparken vil kunne være problemfylt med for sterke refleksjoner. Imidlertid knytter det seg noe usikkerhet til hvorvidt Sintefs programvare benytter hele mastehøyden eller bare en Fresnelsoner i analysen (se seksjon 4.3.3 og Figur 4). Hvis hele mastens høyde på 80 m benyttes i analysen blir beregnet signaleffekt omtrent 6 dB høyere enn hvis man benytter en Fresnelsoner på 20 m, noe som ville resultere i et for stort konfliktområde. Avinor vil avklare dette med Sintef.

2 Radarens funksjon

Avinor har planlagt en radarsensor beliggende i området; tentativt Urdalsnipa. Teleplan har i denne rapporten beregnet omfanget av en potensiell konflikt mellom radar og vindpark.

Avinors planlagte radar er en sekundærradar for fly, såkalt MSSR, som benyttes til å få identitet og posisjon på fly. Teknisk informasjon om et slikt radarsystem er tidligere innhentet fra Avinor for Gamlemsveten MSSR i forbindelse med vurderinger knyttet til den planlagte Havsul-utbyggingen på vestlandet. Sintefs² rapport inneholder også teknisk informasjon om Avinors planlagte MSSR på Urdalsnipa. Den tekniske informasjonen er benyttet i beregningene i denne rapporten. I møte 24. mai bekreftet Avinor radarens tekniske data.

Sekundærradaren bruker en direktiv antenne. Denne sender ut et signal som detekteres av en transponder om bord i fly. Flyets transponder dekodeer signalet og svarer med sitt eget sett med pulser som inneholder flyets identifikasjon eller høyde, avhengig av hva som er etterspurt.

Denne kommunikasjonen mellom radar og fly baserer seg på et direktesignal mellom sender og mottaker, omtrent som med en kommunikasjonsradio; dvs. ikke på bakgrunn av et tilbakespredt signal, som med en vanlig radar, hvor både sender og mottaker står på samme sted. Videre foregår kommunikasjonen mellom radar og fly på to forskjellige frekvenser; radaren sender sitt signal på en frekvens og mottar et annet signal på en annen frekvens. Radarens tekniske data er vist i Tabell 1.

² Sintef, Y Steinheim & S Petersen, Analysis of possible consequences of collocating Avinors Monopulse Secondary Surveillance Radar and wind turbines at Urdalsnipa, STF90 F04035, 16. april 2004, side 4

Tabell 1. Tekniske data for MSSR:	
Posisjon:	583800.0N-055717.6E
Høyde over havet:	552 m
Antennesenter høyde over bakken:	Tentativt 24 m (fra 10 m til 55 m)
Sender utgangseffekt (typisk):	>32 dBW (Σ) > 31,5 dBW (Ω)
Kabeltap (typisk):	-2 dB
Antennegain (typisk):	27 dBi
Antennens horisontale åpningsvinkel (-3 dB) (typisk):	2.2°
Antennens vertikale åpningsvinkel (typisk):	60°
Antennens mekaniske tilt (typisk):	-1.5°
Senderfrekvens (TX):	1030 MHz \pm 0.5 MHz
Mottakerfrekvens (RX):	1090 MHz \pm 0.5 MHz
EIRP: TX(Power) - Kabeltap + Antennegain	= 31 dBW – 2 dB + 27 dB = 56 dBW = 86 dBm = 398 kW

3 Elektromagnetiske betraktninger

I løpet av de senere år er det gjennomført flere internasjonale studier på elektromagnetisk interaksjon mellom radar, kommunikasjonssystemer og vindturbiner. I forbindelse med flere konsesjonssøknader på vindparker i 2004 og 2005 har det blitt fremsatt påstander som for eksempel at radartverrsnitt på et vindkrafttårn er så stort at det ødelegger radarens evne til å motta andre signaler, og at en vindpark fremstår som en ugjennomtrengelig vegg for radarsignaler. Dette er dokumentert feil med referanse til følgende internasjonale studier^{3, 4, 5}.

Med referanse til de ovenfor nevnte studiene, er representative målte elektromagnetiske verdier for vindturbinbetraktninger som følger:

- Hvis tårnsiden har en helningsvinkel på 0.8°, er tårnets radartverrsnitt omtrent 100 m², og det synker med økende helningsvinkel (eksempelvis 10 m² ved 2.7° vinkel)
- Skygevirkning fra en vindturbin er svært liten med en utstrekning på noen hundre meter rett bak tårnet og i en bredde som tilsvarende tårnets diameter (eksempelvis 5 meter)
- Det er tilstrekkelig å benytte frisikt propagasjonsmodeller når man opererer med avstander hvor man kan se vindparken optisk fra radarens posisjon.

En kan derfor konstatere at radarsystemer er laget for å håndtere den type signallivåer som kan bli reflektert fra en vindpark.

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

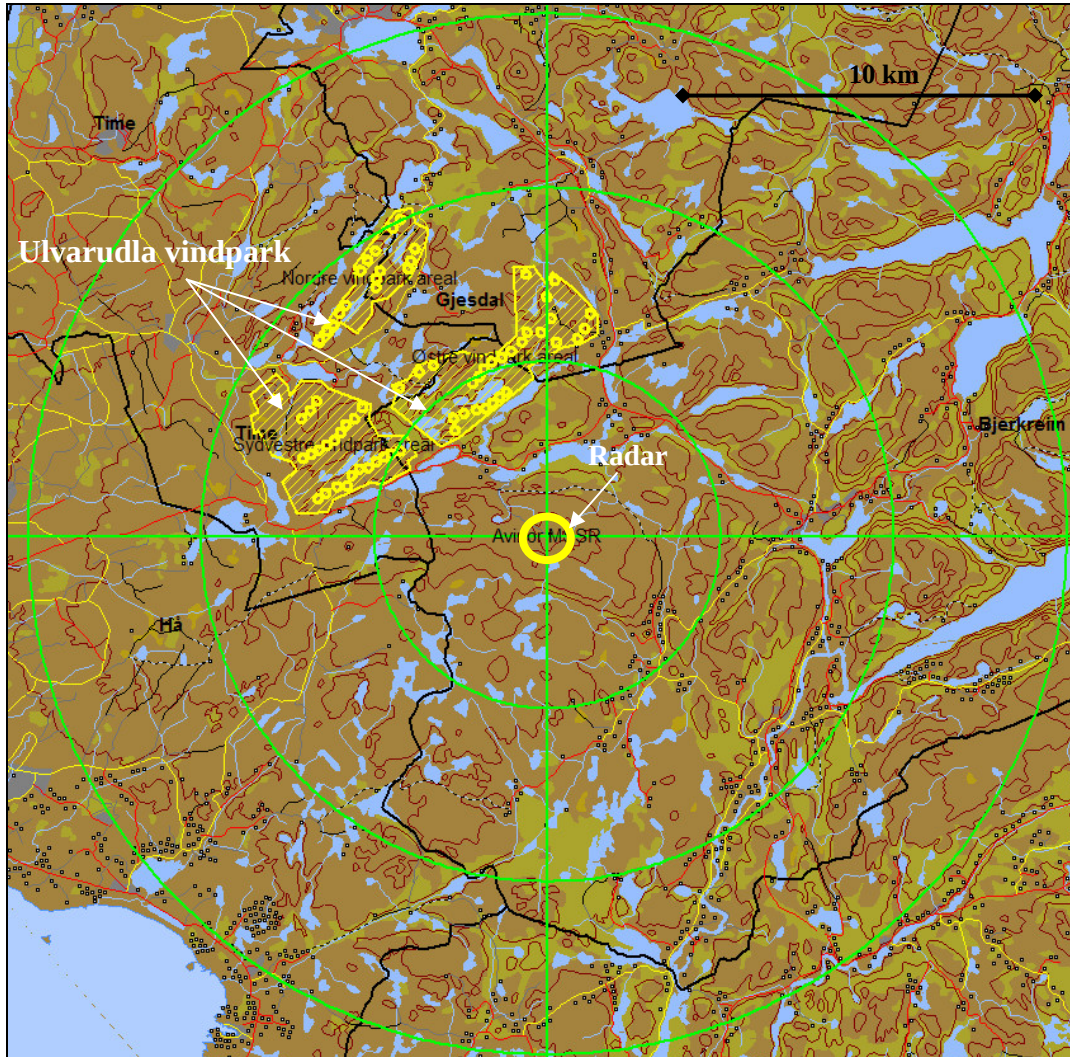
⁴ Qinetiq, Martin J Howard, Colin Brown, Results of electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by Qinetiq and the Maritime and Coastguard Agency, Qinetiq/03/00297/1.1, MCA MNA 53/10/366, 22. november 2004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

⁵ Meteo France report, Impact on wind turbines on weather radars, 31. mars 2005, side 6, siste avsnitt (radartverrsnitt)

4 Radarvurderinger

4.1 Oversikt over den planlagte vindparken

Figur 1 viser et oversiktskart over vindparkområdet og posisjon på Avinors planlagte radar inntegnet. Den planlagte vindparken består av tre vindparkområder med 16, 24 og 28 turbiner. Det grønne trådkorset plassert i radarens posisjon viser 5 km, 10 km og 15 km avstandsringer.



Figur 1. Oversiktskart over den omsøkte vindparken og nærliggende områder

Tabell 2. Vindturbindata ⁶ Vestas V90	
Rotor diameter:	95 m
Rotorhastighet:	10-15 rpm
Antall blader:	3
Effekt:	3.0 MW
Tårnhøyde:	70 m - 90 m

Det er ikke bestemt hvilken turbintype eller tårnhøyde de planlagte vindkrafttårnene skal ha, men forhåndsmeldingen indikerer tårnhøyder fra 70 m til 90 m med rotorblader i samme størrelsesorden. Effekten på turbinene er oppgitt å være fra 2 til 3 MW.

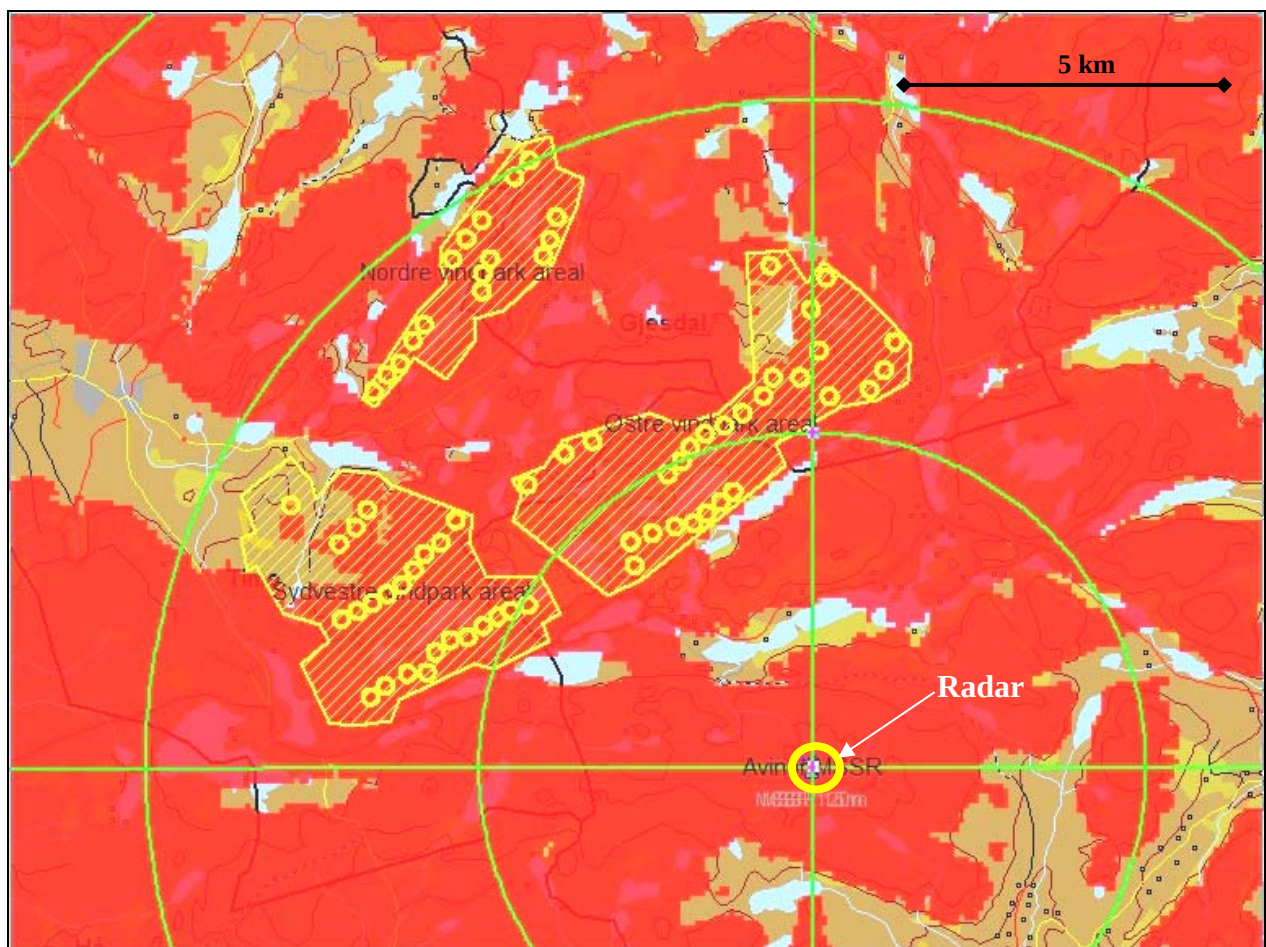
⁶ Turbindata fra Vestas Wind Systems AS, Danmark

I de etterfølgende analysene er Vestas V90 turbin (se Tabell 2) med en tårnhøyde på 80 m lagt til grunn for beregningene. Vestas V90 tårn har en helningsvinkel på omtrent 0.65° .

4.2 Radardekning fra Urdalsnipa

Figur 2 viser et detaljert frisiktskart⁷ over området med radar og vindpark inntegnet, og hvor den røde fargen illustrerer radarens signalutbredelse (frisikt 80 m over bakkenivå, noe som tilsvarer høyeste punkt på de planlagte vindturbintårnene) fra samme posisjon som Norkrings radiomast på Urdalsnipa. Vindparkområdet og turbinene er markert med gul farge. Avstand fra planlagt MSSR til vindparkområdet er fra 4 km til 10 km. Som det går fram av figuren, kan omtrent alle vindturbine observeres i 80 m høyde over bakkenivå fra planlagt MSSR posisjon.

I disse beregningene er radarens antennesenter plassert 24 m over bakkenivå, dvs. 576 moh. Det er fri sikt fra radar til vindparkområdet.



Figur 2. Detaljert frisiktskart 80 m over bakkenivå fra planlagt MSSR

⁷ Teleplan har benyttet Teleplans dekningsverktøy MARIA og ASTRIX til beregningene i denne rapporten.

4.3 Geometriske beregninger

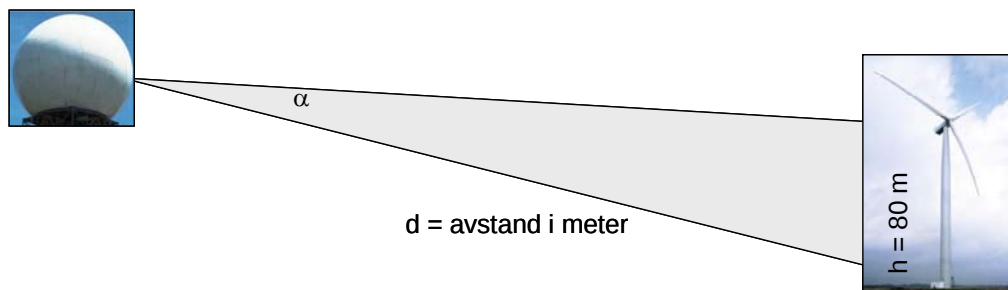
De etterfølgende geometriske beregningene tar for seg planlagt MSSR i sikretning av den planlagte vindparken.

4.3.1 Vindparkens høyde

Siktinkel fra radar mot vindparken kan ha betydning for det reflekterte radarsignalets styrke og retning.

Disse beregningene viser siktinkel fra radarposisjon til toppen av vindturbintårnet. Antennesenteret på Avinors planlagte MSSR er lokalisert på 576 moh mens vindparken er lokalisert på fra 300 moh til 400 moh. Vindparken ligger således fra 176 m til 276 m lavere i terrenget enn radaren. Minste avstand fra radar til vindparkområdet er 4 km og lengste avstand er 10 km.

Det er vindturbintårnet som i hovedsak bidrar til reflektert signal fra en radar. I vindparken er det planlagt benyttet turbinårn med en høyde på fra 70 m til 90 m. I denne rapporten er 80 m tårnhøyde lagt til grunn for beregningene.



Figur 3. Elevasjonsvinkel fra radar til toppen av vindturbintårnet

Elevasjonsvinkelen sett fra radar til toppen av vindturbintårnet er:

$$\tan \alpha = h / d = (h_{\text{vindturbintårn}} + h_{\text{differanse bakkenivå}}) / d$$

hvor α er elevasjonsvinkel (siktinkel) fra radar til toppen av vindparken, $h_{\text{vindturbintårn}}$ er vindparkens høyde (m), $h_{\text{differanse bakkenivå}}$ er høydeforskjell mellom radarposisjon og vindpark (m), og d er avstand fra radar til vindpark (m).

Basert på disse verdiene er det enkelt å beregne elevasjonsvinkelen sett fra radar til toppen av vindturbintårnet. Vindparkens bakkenivå varierer fra omtrent 300 moh til 400 moh.

Siktinkel fra planlagt MSSR radarposisjon laveste del av vindparkområdet:

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= (80 + (300 - 576)) \text{ m} / 4000 \text{ m} = -196 \text{ m} / 4000 \text{ m} = -0.049 \\ \alpha &= \tan^{-1} (-0.049) \leq -2.8^\circ \end{aligned}$$

Siktinkel fra planlagt MSSR radarposisjon mot høyeste del av vindparkområdet:

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= (80 + (400 - 576)) \text{ m} / 4000 \text{ m} = -96 \text{ m} / 4000 \text{ m} = -0.024 \\ \alpha &= \tan^{-1} (-0.024) \leq -1.4^\circ \end{aligned}$$

Siktinkel fra planlagt MSSR radarposisjon mot vindparkens bakkenivå er -1.1° større sammenliknet med øverste del av vindparken for et 80 m høyt tårn.

Siktinkelen fra planlagt MSSR radarposisjon til vindparken varierer derfor fra -1.4° til -3.9° for de nærmeste tårnene, mens vinkelen reduseres med fra -1° til -2° for tårnene lengst unna.

Hvis vindparken ble bygd opp med 90 m høye tårn i stedet for 80 m, må de beregnede siktvinklene justeres opp med $+0.1^\circ$. Med 70 m høye tårn, må de beregnede siktvinklene justeres ned med -0.1° .

I forhold til styrken på det reflekterte radarsignalet får disse siktvinglene ingen negative konsekvenser for radarens mottaker, siden radaren ikke mottar sitt eget tilbakespredte signal. Radaren sender på en frekvens og mottar signal fra flytransponder på en annen frekvens. Vinklene er også slik at et signal, som treffer vindparktårnene, blir reflektert nedover slik at de treffer bakken etter noen få km.

4.3.2 Tårnets helning

De planlagte vindturbintårnene⁸ er konisk formet som en kjegle med en helning på omtrent 0.65° fra normalen. Betydningen av dette kommer til uttrykk når man betrakter radarstrålens innfallsvinkel mot tårnet, og hvor reflektert energi vil få en tilsvarende utfallsvinkel.

4.3.3 Radarantennens siktvingel

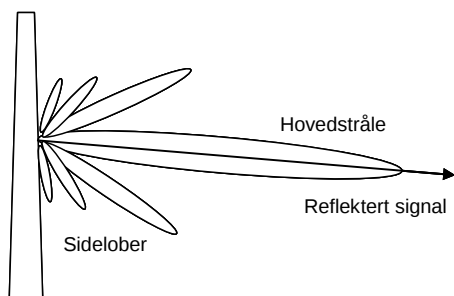
Radarantennens siktvingel (elevasjon) kan ha betydning⁹ for refleksjoner via siden på vindturbintårnet (innfallsvinkel er lik utfallsvinkel).

Radarens antennesenter er lokalisert på 576 moh mens vindparken er lokalisert på fra 300 moh til 400 moh. Dette betyr at radarsignalet vil – når det treffer et vindturbintårn – bli reflektert nedover.

På grunn av antennens åpningsvinkel vil signalet treffe vindparken med en vinkel i vertikalplanet omtrent som beregnet i seksjon 4.3.1. Vinkelen på det reflekterte signalet blir en funksjon av det utsendte radarsignalets retning mot vindparken (fra -1.4° til -3.9°) kompensert for tårnets helning ($+0.65^\circ$). Retningen på et signal reflektert fra et tårn blir derfor vinklet fra -0.75° til -3.25° nedover, avhengig av tårnets posisjon.

Dette betyr at radarsignal reflektert fra vindparken vil treffe bakken etter en viss tid. En tilnærming på signalutbredelse reflektert fra tårnene med en midlere vinkel på -2° , gir at signalets høyde over bakke reduseres med omtrent 35 høydemeter for hver 1 km horisontale distanse. Utenfor en radius på omtrent 5 km fra vindparken vil alle reflekterte signaler fra de nærmeste tårnene ha truffet bakken, mens tilsvarende radius for tårnene lengst unna er omtrent 10 km.

Det har vært antydning at Avinor muligens kommer til å plassere sin radar på toppen av en ny høy kringkastingsmast på Urdalsnipa. I så fall vil radarens antennesenter bli hevet til over 600 moh. Dette medfører en enda mer gunstig signalutbredelse med en midlere vinkel på i størrelsesorden -3° på signaler reflektert fra vindparktårnene. Et reflektert radarsignals høyde over bakke vil da reduseres med omtrent 50 høydemeter for hver 1 km horisontale distanse, noe som betyr at alle reflekterte signaler vil ha truffet bakken i løpet av noen få kilometers avstand fra vindparken.



Figur 4. Reflektert strålingsdiagram (vertikal komponent)

Det reflekterte signalet får en form som en vifte; meget bredt i horisontalplanet og meget smalt i vertikalplanet, siden signalet blir reflektert koherent¹⁰ (i fase) i tårnets lengderetning over en avstand tilsvarende en Fresnelzone. Utenfor dette området vil signalet reflekteres inkoherent og ikke bidra vesentlig i styrke.

⁸ Informasjon fra tiltakshaver

⁹ Wind Energy and Aviation Interests – interim guidelines – defence & civil aviation interest working group, 2002, side 16, avsnitt 3.5.2.4.1

¹⁰ Qinetiq, Martin J Howard, Gavin J Poupart, Colin R Brewitt-Taylor, Investigation of the impact of wind turbines on the MSSR installations at Dooncarton, Mt Gabriel and Woodcock Hill, Ireland. September 2004, A2.2 side 72

I tilfellet på Ulvarudla/Urdalsnipa tilsvarer en Fresnelsonen i størrelsesorden 20 m av tårnet ved en frekvens på 1 GHz, hvilket betyr at vertikal åpningsvinkel for det reflekterte signalet blir bare omtrent 1° med første sidelobe svært mye lavere enn hovedstrålen. Det vil således være mulig å predikere ganske nøyaktig hvor signalet vil propagere i vertikalplanet etter at det har truffet et tårn. Dette betyr også at kun hovedstrålen er tilstrekkelig sterk til å kunne trigge svar fra en flytransponder, og det kun i meget lav høyde.

4.4 Signaler fra MSSR og transponder

Når det gjelder sekundærradarer (MSSR), er det gjennomført analyser¹¹ som beskriver potensielle konflikter i forhold til vindturbiner. Det skiller her mellom signal fra radar til flyets transponder (uplink interrogation), og signal fra flyets transponder til radar (downlink reply).

Resultatet fra disse analysene viser at ”uplink”-signalene fra radar til fly er mer følsomme for interferens fra strukturer som vindturbintårn fordi radaren benytter spesielle filtre på ”downlink”-signalene som fjerner uønsket interferens. Flyene har ikke disse filtrene.

Ifølge Qinetiqs rapport er områdene, hvor turbiner kan forårsake ”downlink”-interferens, begrenset til omtrent 5 km avstand fra radaren. Avstanden fra radar til vindparken på Ulvarudla er fra 4 km til 10 km, hvilket betyr at ”downlink”-interferens teoretisk kan forekomme fra de nærmeste tårnene. Imidlertid vil flyene alltid befinne seg høyere enn vindparken, og fordi vindparken er lokalisert lavere enn radaren, vil transpondersignaler fra et fly reflektert via et vindturbintårn alltid treffe bakken før det når fram til radaren.

Rapporten¹² sier videre at utenfor en avstand av 5 km er det bare mulig å få ”uplink”-interferens hvis ”downlink”-svaret kommer direkte fra transponderen. Dette betyr at både transponderen og vindturbinen begge må være i radarens hovedstråle samtidig; dvs. at flyet må være innenfor en sektor på $\pm 2.2^\circ$ (2x radarantennens horisontale åpningsvinkel) fra tårnet som forårsaker interferensen. I forhold Ulvarudla vindpark og Avinors planlagte MSSR er dette mulig innenfor en relativt stor sektor, men kun i meget lav høyde; dvs. kun hvis flyet er lavere enn omtrent 100 m over bakkenivå.

Fordi både radar og fly forventningsvis vil være lokalisert høyere enn vindparken, betyr det at signaler reflektert av et vindturbintårn alltid blir reflektert nedover. Både ”uplink”- og ”downlink”-interferens ansees derfor å være et lite aktuelt problem i forhold til Ulvarudla vindpark.

¹¹ Qinetiq, Martin J Howard, Gavin J Poupart, Colin R Brewitt-Taylor, Investigation of the impact of wind turbines on the MSSR installations at Dooncarton, Mt Gabriel and Woodcock Hill, Ireland. September 2004

¹² Qinetiq, Martin J Howard, Gavin J Poupart, Colin R Brewitt-Taylor, Investigation of the impact of wind turbines on the MSSR installations at Dooncarton, Mt Gabriel and Woodcock Hill, Ireland. September 2004, side 2, siste avsnitt

5 En vurdering av innholdet i Sintefs rapport

Sintef¹³ har gjennomført en analyse på oppdrag av Avinor om mulige konsekvenser med å samlokalisere Avinors MSSR på Urdalsnipa og vindturbiner lokalisert til Urdalsnipa, Eikeland, Gravdal og Høgjæren.

I følge Sintefs rapport er de operative oppgavene til en MSSR på Urdalsnipa å gi radardekning for flyledelse mellom Sola og Ekofisk offshore installasjoner, og for radar ”backup” for innflying til Sola lufthavn.

Ekofisk er lokalisert omtrent 430 km sydvest for Urdalsnipa, mens Ulvarudla vindpark er lokalisert i en annen siktretning 4-10 km nordvest for Urdalsnipa. Sola lufthavn ligger 33 km nordvest for Urdalsnipa.

Konklusjonene fra Sintefs rapport er som følger:

- ”Refleksjoner fra vindturbintårn, som får flytranspondere til å svare mens flyet er utenfor hovedstrålen til radaren, er vurdert å være den mest alvorlige faren i forbindelse med samlokalisering av en MSSR og store vindturbiner
- Hvis flytransponderen blir trigget til å svare, vil det resultere i et signalnivå ved mottakeren som er høyere enn deteksjonsterskelen for et mål, noe som mest sannsynlig vil resultere i et falskt mål i et MSSR-system som planlagt installert ved Urdalsnipa.
- Analysen viser at dette kan skje hvis vindparken er for nær og uten tilstrekkelig forskjell i høyde sammenliknet med radarantennen”.

Tabell 3 gir en oversikt over resultatet av analysen i Sintefs rapport hvor det fremgår at høydeforskjell mellom antennesenter og vindparkens posisjon er en viktig faktor. Hvis høydeforskjellen er liten, kan det medføre sterke signalrefleksjoner i lav høyde. Tabell 4 viser sammenlignbare tallverdier for avstand og høydeforskjell mellom Ulvarudla vindpark og radar.

Sted	Avstand fra radar til vindpark	Høydedifferanse mellom tårnets posisjon og radarantennens posisjon	Resultat fra Sintefs rapport
Urdalsnipa	2.2 km	-90 m	Problem nær vindparken hvis flyet er lavere enn 300 m over bakkenivå (1000 fot)
Eikeland	5.4 km	-300 m	Ingen problem
Gravdal	7.9 km	-340 m	Ingen problem
Høgjæren	13.4 km	-400 m	Problem nær vindparken hvis flyet er lavere enn 150 m over bakkenivå (500 fot)

Tabell 3. Oversikt over resultat av analysen i Sintefs rapport

Ulvarudla	4 km - 10 km	-176 m til -276 m	Sammenliknbar med forholdene ved Eikeland og Gravdal; dvs. ingen problem
-----------	--------------	-------------------	--

Tabell 4. Tallmateriale for Ulvarudla vindpark

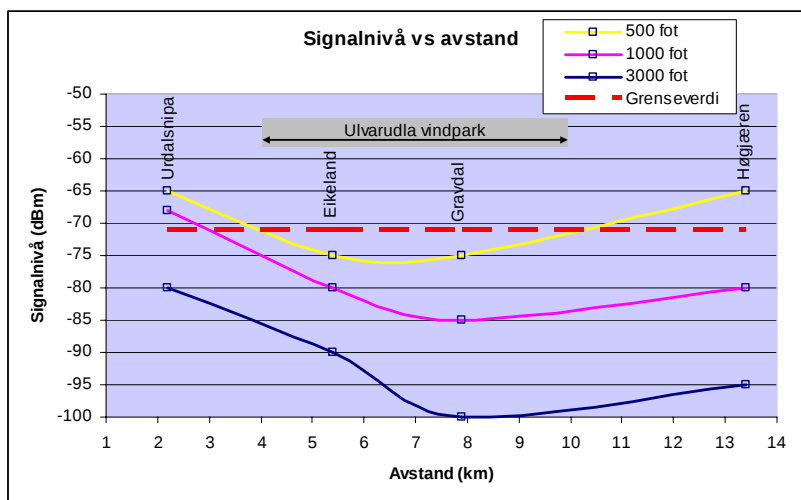
¹³ Sintef, Y Steinheim & S Petersen, Analysis of possible consequences of collocating Avinors Monopulse Secondary Surveillance Radar and wind turbines at Urdalsnipa, STF90 F04035, 16. april 2004, side 4

Som det går fram av analysen i Sintefs rapport er det en grenseverdi for signalstyrke på -71 dBm som avgjør hvorvidt et reflektert signal kan trigge en respons i en radiomottaker.

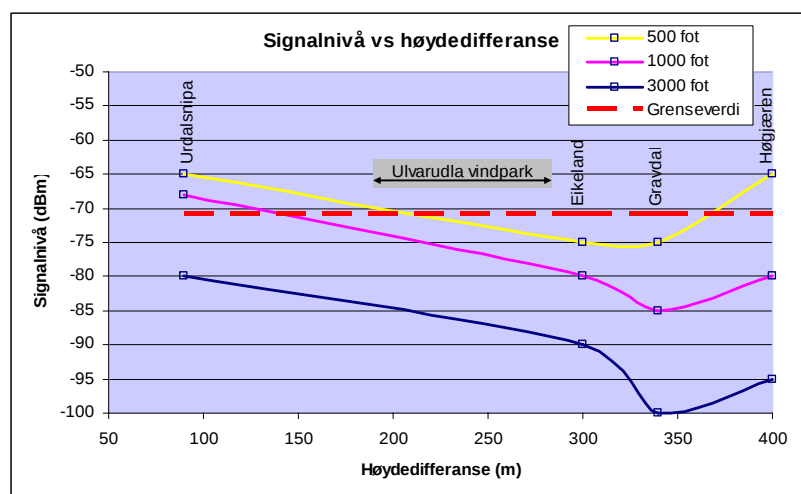
Det er ikke kjent hvilken utstrekning i avstand og høydeforskjell de forskjellige vindparkene i Sintefs rapport har, men det er oppgitt at avstand fra radar til Urdalsnipa vindpark er 2.2 km, mens forhåndsmeldingen på vindparken tilsier at avstanden er fra 250 m til 3.4 km. En vindpark vil alltid ha en horisontal utstrekning på noen kilometer, og den vil også variere i høyde. Det kan derfor se ut som middelverdier for avstand er benyttet i Sintefs analyse.

Figur 5 viser signalnivå som en funksjon av avstand mellom radar og vindparker. Ulvarudla vindpark, som er tegnet inn i figuren, får da et signalnivå og utstrekning som er sammenliknbar med Eikeland vindpark og Gravdal vindpark i Sintefs analyse. Figur 6 viser signalnivå som en funksjon av høydedifferanse mellom radar og vindparker. Ulvarudla vindpark har en høydeforskjell på fra 176 m til 276 m sammenliknet med radarens antennesenter. Signalnivåene er igjen sammenliknbare med Eikeland vindpark og Gravdal vindpark hvor det ikke medfører problem.

Man kan derfor konkludere med at resultatene fra Sintefs analyse ikke taler negativt for en utbygging av Ulvarudla vindpark, snarere tvert i mot.



Figur 5. Signalnivå som en funksjon av avstand mellom radar og vindpark



Figur 6. Signalnivå som en funksjon av høydedifferanse mellom radar og vindpark

6 Avbøtende tiltak

For de som jobber med problemstillinger relatert til sensorinterferens og lokalisering av vindparker, vil det være fornuftig å ha tilgang til og ta i bruk en ”verktøykiste for vindparker” som inneholder forslag til løsning, samtidig som man erkjenner at et enkelt tiltak ikke nødvendigvis er tilstrekkelig.

AMS¹⁴ har identifisert noen konkrete avbøtende tiltak i sin verktøykiste:

1. Utforme vindparken slik at den blir ”sensorvennlig”; eksempelvis ved å utvise omtanke ved plassering av vindpark, justere posisjon og/eller avstand mellom turbinene og tiltak for å redusere radartverrsnitt ved hjelp av fysisk utforming, radioabsorberende maling eller matter.
 - a. Et tiltak, som kan vurderes iverksatt på Ulvarudla, hvor radarens posisjon er høyere enn vindparken, er å benytte tårn som har tilnærmet samme diameter oppe som nede. Dette medfører at et radarsignal, som reflekteres fra et vindturbintårn, vil treffe bakken enda tidligere enn beregnet i seksjon 4.3.3.
 - b. Et annet tiltak, som kan vurderes iverksatt er å begrense høyden på tårnene. Det vil være fordelaktig å benytte lavere tårn i vindparken enn høyere tårn, siden det vil begrense konflikthøyden i eventuelle influenssoner.
 - c. Et tredje tiltak, som kan vurderes iverksatt på de mest utsatte tårnene, er å benytte radioabsorberende maling på de deler av tårnet som bidrar mest til å reflektere et signal fra radaren.
 - d. Et fjerde tiltak, som kan vurderes iverksatt, er - i den grad det er mulig - å plassere tårnene etter hverandre i samme siktlinje fra radaren, slik at kun det nærmeste tårnet er synlig fra radarens posisjon.
2. Modifisere sensorsystemets operasjonsparametere slik at man oppnår optimal ytelse
3. Modifisere sensorsystemet med justert programvare og ekstra filtrering
4. Skjerme vindparken i retning av sensorsystemet
5. Forsterke dekning fra andre sensorsystemer (datafusjon)
6. Modifisere rutiner for flyledelse
7. Benytte ekspertise for å løse gjenstående problemer

I forhold til Ulvarudla vindpark er det ikke avdekket behov for å iverksette konkrete avbøtende tiltak. Imidlertid er det alltid fornuftig å ha en ”føre var” holdning slik at vindparken fremstår som ”sensorvennlig” også i fremtiden.

6.1 Oppfølgende undersøkelser

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

Det ansees ikke nødvendig med oppfølgende undersøkelser med mindre man ønsker å utrede andre sensor- eller kommunikasjonssystemer i nærheten av vindparkområdene.

¹⁴ Radar and Wind Farm Solutions, AMS (www.amsjv.com) - BAE Systems, England, IEA konferanse London, 17.-18. mars 2005

7 Konklusjon

Det er ikke avdekket alvorlige negative konsekvenser ved etablering av Ulvarudla vindpark i forhold til Avinors planlagte radarsystem på Bjerkreim.

Følgende vurderinger gjelder for den planlagte vindparken:

- I forhold til Avinors planlagte MSSR på Urdalsnipa i nærheten av Ulvarudla vindpark, anser Teleplan at tiltaket ikke får negative konsekvenser av betydning. Dette inkluderer styrken på reflektert radarsignal og refleksjoner via vindturbintårn.
- Fordi både radar og fly forventningsvis vil være lokalisert høyere enn vindparken, betyr det at signaler reflektert av et vindturbintårn alltid blir reflektert nedover. Både ”uplink”- og ”downlink”-interferens ansees derfor å være et lite aktuelt problem i forhold til Ulvarudla vindpark.
- Det kan være mulig at et radarsignal reflektert fra et tårn trigger en flytransponder som befinner seg i en sektor på $\pm 2.2^\circ$ fra tårnet, er nærmere enn 5 km fra vindparken og flyr lavere enn 100 m høyde over bakken. Sannsynligheten for at det vil forekomme flyaktivitet i så lav høyde i dette området, og hvilke konsekvenser dette eventuelt kan få, bør vurderes av Avinor.

Referanser

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

Meteo France, Impact on wind turbines on weather radars, 31. mars 2005

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, mai 2005

Qinetiq, Gavin J Poupart, Wind farm impact on radar aviation interests – final report, DTI/Pub URN 03/1294, september 2003

Qinetiq, Martin 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

Qinetiq, Martin J Howard, Gavin J Poupart, Colin R Brewitt-Taylor, Investigation of the impact of wind turbines on the MSSR installations at Dooncarton, Mt Gabriel and Woodcock Hill, Ireland. Sustainable Energy Ireland (SEI), september 2004

Sintef, Y Steinheim & S Petersen, Analysis of possible consequences of collocating Avinors Monopulse Secondary Surveillance Radar and wind turbines at Urdalsnipa, STF90 F04035, 16. april 2004

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

Forkortelser

Forkortelser	Beskrivelse
Downlink	Signal fra fly til radar
dB	DeciBell
MHz	MegaHertz (1 000 000 Hz)
moh	Meter over havet
MSSR	Monopulse Secondary Surveillance Radar
MW	MegaWatt
RPM	Rotasjoner pr minutt
RX	Receiver (mottaker)
SID	Standard Instrument Departure
TX	Transmitter (sender)
Uplink	Signal fra radar til fly