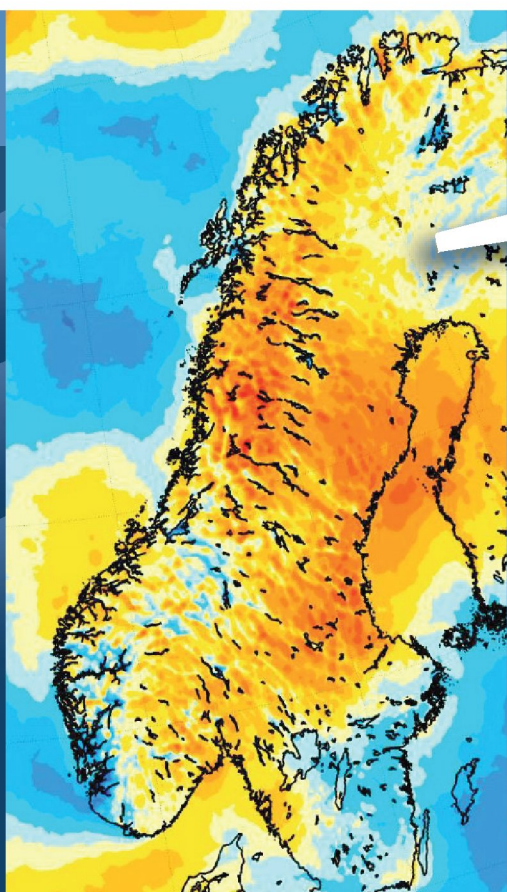




# Vindkraft - Produksjon i 2013

20  
2014

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T



# Rapport nr 20/2014

## Vindkraft - Produksjon i 2013

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Redaktør:** Karen Nybakke

**Forfatter:** David E. Weir

**Forsidefoto:** Kjeller Vindteknikk AS

**ISBN:** 978-82-410-0968-6

**ISSN:** 1501-2832

**Sammendrag:** Dette er den årlige rapporten om vindkraftproduksjonen i Norge. Rapporten publiseres i februar hvert år, med data for det foregående året.

Data er hentet inn fra aktørene, og sammenstillingen er gjort i Ressursseksjonen i Energiavdelingen.

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Februar 2014

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Vindkraftproduksjon i Norge</b> .....	<b>6</b>
1.1 Vindkraftverk i Norge .....	6
1.2 Produksjonsstatistikk for 2013 .....	7
<b>2 Vindforhold i 2013</b> .....	<b>8</b>
2.1 Vind- og produksjonsindekser .....	8
<b>3 Analyser av produksjon</b> .....	<b>11</b>
<b>4 Vedlegg:</b> .....	<b>14</b>

# Forord

Vindkraft står for en stadig større del av norsk energiproduksjon, samtidig som det ventes videre utvikling de neste årene i forbindelse med klimamålene for 2020. Vindkraft som teknologi har utviklet seg, og læringskurven har vært bratt også i Norge. Det er stor interesse for informasjon om vindkraft i Norge, ikke minst om dens bidrag i den norske kraftbalansen. NVE foretar en årlig innsamling av produksjonsdata fra vindkraftprodusentene. Denne rapporten gir en sammenstilling av de innrapporterte dataene for 2013 og drøfter disse i lys av beregnede vind- og produksjonsindekser for det samme året.

Oslo, februar 2014



Håvard Hamnaberg  
Seksjonssjef



David E. Weir  
Rådgiver



# Sammendrag

Samlet installert ytelse [MW]	811
Produksjon [GWh]	1898
Antall turbiner	356
Gjennomsnittlig turbinstørrelse [MW]	2,3
Brukstid	2555
Kapasitetsfaktor [%]	29
Produksjonsindeks [%]	101
Tilgjengelighet [%]	96,3

**Tabell 1** Produksjon av vindkraft 2013

I 2013 ble det idriftsatt 97,5 MW ny vindkraft på Midtfjellet i Fitjar kommune i Hordaland. Det ble samtidig satt produksjonsrekord med en samlet kraftproduksjon fra vindkraft på 1,9 TWh, tilsvarende 1,4 % av Norges elektrisitetsproduksjon.

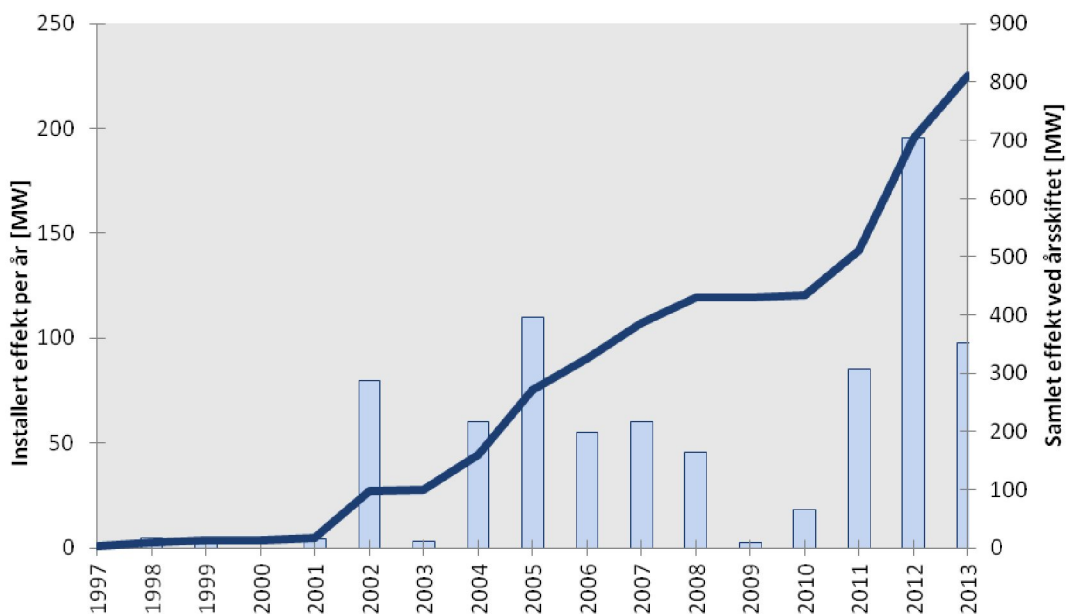
2013 var et nokså vanlig vindår i vindkraftsammenheng, med en produksjonsindeks på 101 %. En produksjonsindeks på 101 % betyr at vindkraftproduksjonen i 2013 kan forventes å være cirka 1 % høyere enn normalforventningen ut ifra vindforholdene i det samme året. Den nasjonale produksjonsindeksen er basert på vindkraftverk som var i normal drift i 2013.

Brukstiden for vindkraft var 2555 fullasttimer, tilsvarende en kapasitetsfaktor på 29 %. Dette er noe lavere enn for 2012 men dette er forventet siden produksjonsindeksen var høyere i 2012 enn 2013. Turbintilgjengeligheten for vindparker i normal drift nådde en ny rekordverdi i på 96,3 % i 2013, noe som indikerer mer effektiv drift av vindkraftverkene i Norge.

# 1 Vindkraftproduksjon i Norge

## 1.1 Vindkraftverk i Norge

Figur 1 viser utviklingen i vindkraftutbyggingen i Norge de senere år. I 2013 ble det i driftsatt 97,5 MW ny vindkraft på Midt fjellet. Det ble også satt i gang byggearbeid på Raggovidda vindpark i Finnmark. Samlet installert effekt var ved utgangen av 2013 811 MW.



**Figur 1** Installert vindkraft i Norge. Søylene og aksene til venstre viser installert effekt per år. Aksene til høyre og grafen viser samlet installert effekt ved årsskiftet hvert år.

## 1.2 Produksjonsstatistikk for 2013

I 2013 ble det produsert 1,9 TWh fra vindkraftverk i Norge. Samlet installert ytelse er nå 811 MW fordelt på 356 vindturbiner. Vindkraften stod for 1,4 prosent av landets samlede kraftproduksjon, sammenlignet med 1,1 % i 2012. 2013 var et nokså vanlig vindår nasjonalt sett med vind- og produksjonsindekser innen 4 % av normalen for samtlige norske vindkraftverk, og ca. 1 % over normalen for norske vindparker sett under ett. Dette er drøftet videre i kapittel 2. Den rekord høye produksjonen i 2013 er stort sett på grunn av de nye vindkraftverkene som har blitt satt i drift i 2012 og 2013.

Vindkraftverk	Eier	I drift år	Antall turbiner	Installert ytelse [MW]	Rapportert produksjon [GWh]
Andøya	Andøya Energi AS	1991	1	0,4	0,59
Hovden	Vesterålskraft Produksjon AS	1991	1	0,4	0,60
Vikna	Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	1991	2	0,9	1,48
Fjeldskår	Norsk Miljø Energi AS	1998	5	3,75	7,34
Harøy, Sandøy	Sandøy Energi AS	1999	5	3,75	8,26
Mehuken I&II	Kvalheim Kraft	2001	13	22,65	67,91
Smøla I&II	Smøla Vind AS (Statkraft)	2002	68	150,4	305,7
Havøygavlen	Arctic Wind AS	2002	16	40,5	88,49
Utsira I&II	Solvind Prosjekt AS	2004	2	1,2	3,51
Hitra	Hitra Vind AS (Statkraft)	2004	24	55,2	132,5
Nygårdsfjellet I&II	Nordkraft Vind AS	2005	14	32,2	86,52
Kjøllefjord	Kjøllefjord Vind AS (Statkraft)	2006	17	39,1	119,2
Valsneset	TrønderEnergi Kraft AS	2006	5	11,5	29,66
Bessakerfjellet	TrønderEnergi Kraft AS	2008	25	57,5	160,71
Hywind	Statoil ASA	2009	1	2,3	8,28
Høg-Jæren I&II	Jæren Energi	2011	32	73,6	224,64
Åsen II	Solvind Åsen AS	2012	2	1,6	3,89
Fakken	Troms Kraft AS	2012	18	54	128,4
Ytre Vikna	Sarepta Energi AS	2012	17	39,1	103,85
Lista	Lista Vindkraftverk AS	2012	31	71,3	208,25
Annen vindkraft*			57	149,5	208,27
sum			356	811	1 898

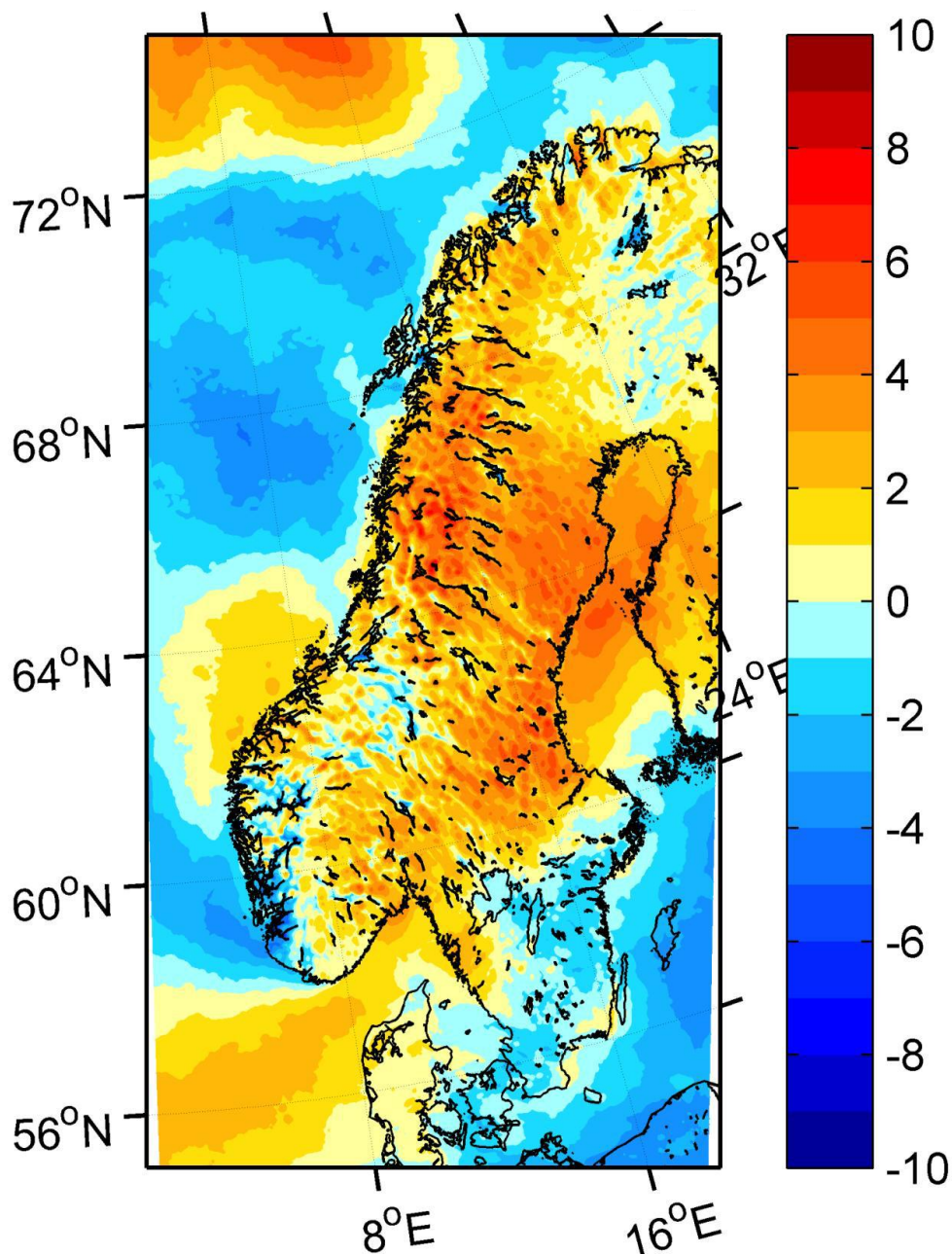
\*Vindkraftverk som ikke var under normal drift i 2013 (Hundhammerfjellet, Valsneset testsenter, Midtfjellet)

**Tabell 2** Innrapportert produksjon for idriftsatte vindkraftverk i Norge ved utgangen av 2013. Vindkraftverk som ikke var under normal drift i 2013 er summert under posten annen vindkraft.

## 2 Vindforhold i 2013

Vindkraftproduksjon varierer betydelig fra år til år avhengig av vindforholdene. NVE har engasjert Kjeller Vindteknikk AS (KVT) til å etablere et modellert datasett over vindforholdene i årene 2000-2013. Perioden 2000 – 2011 er valgt som en referanseperiode og de gjennomsnittlige vindforholdene i denne perioden er brukt for å sette normalverdier for middelvind og produksjon. Sammenligning av vindforholdene i 2013 med denne referanseperioden gjør det mulig å beregne vind- og produksjonsindekser som beskriver hvordan vindforhold og produksjon i 2013 avviker fra normalen.

### 2.1 Vind- og produksjonsindekser



Figur 2 Avvik i middelvind i gitt i prosent for 2013 sammenlignet med referanseperioden 2000-2011.

Figur 2 viser avvik i middelvind i 2013 i forhold til referanseperioden 2000-2011 over hele Norge i prosent. Figuren viser at det var tydelige variasjoner i vindindeksen over hele landet. De fleste områder lå over normalen for middelvind i 2013, særlig i Nordland, men det var også områder som lå under normalen, særlig på sørvestlandet.

Med sterkere vind forventes en høyere årsproduksjon, men i praksis viser det seg at den resulterende produksjonsøkningen også er avhengig av vindregimet, det vil si hvordan vinden fordeler seg på de ulike vindstyrker over året. Dette har sammenheng med at kraftverkene effektkurver ikke er lineære, og at kraftverkene ikke er i stand til å utnytte energien i ekstremvindene (vindstyrke over f.eks. 25 m/s).

For å beskrive endringene i vindregimet fra år til år er det funnet hensiktsmessig å definere både en *vindindeks* og en *produksjonsindeks*. Vindindeksen er basert kun på middelvind mens produksjonsindeksen tar hensyn til en rekke andre faktorer som også reflekterer hvordan årets vindforhold påvirker produksjonsforutsetningene i det enkelte vindkraftverk.

$$\text{Vindindeks [\%]} = \frac{\text{Middelvind 2013}}{\text{Middelvind i et normalår}}$$

$$\text{Produksjonsindeks [\%]} = \frac{\text{Estimert kraftproduksjon}}{\text{Produksjon i et normalår}}$$

På grunnlag av datasettet som er etablert for vindforholdene i 2013 har KVT beregnet vind- og produksjonsindekser for hvert enkelt idriftsatt vindkraftverk i Norge (se tabell 3). Produksjonsindeksene er beregnet ved at det for hvert kraftverk beregnes en årsproduksjon for et modellert kraftverk på samme sted. Det er brukt to forskjellige metoder for ulike vindkraftverk; en avansert metode for vindkraftverk over 5 MW og en forenklet metode for vindkraftverk under 5 MW.

Metodene er beskrevet i detalj i vedlegg A. Hovedforskjellen mellom metodene er at den avanserte tar hensyn til lokale variasjoner i vinden i parken både på grunn av terrenget og påvirkning av vinden fra andre turbiner. Ved å sammenligne et kraftverks beregnede produksjon i 2013 med kraftverkets normalproduksjon basert på referanseperioden, beregnes det hvor stor produksjon, relativt til normalproduksjonen, en teoretisk sett kunne vente i året 2013. Dette blir dermed en *produksjonsindeks* for det enkelte kraftverket basert på vindforholdene i det aktuelle året.

Tabell 3 viser at samtlige vindkraftverk hadde vind- og produksjonsindekser innen 4 % av normalen, noe som tilsier at 2013 var et ganske normalt vindår ved norske vindkraftverk. For alle kraftverkene sett under ett er produksjonsindeksen beregnet til ca. 101 %, det vil si at landets samlet vindkraftproduksjon kan forventes å være cirka 1 % høyere enn normalt for 2013. Nasjonalverdien er beregnet ved å ta et kapasitetsvektet gjennomsnitt av de enkelte produksjonsindeksene ved norske vindparker som var under normal drift i 2013. Dette gjør at produksjonsindeksen ved større vindparker har større betydning for den nasjonale produksjonsindeksen enn for små vindparker.

Vindkraftverk	Vindindeks [%]	Produksjonsindeks [%]
Andøya	98,5	97,5
Hovden	98,9	99,3
Vikna	100,6	100,7
Fjeldskår	98,8	98,5
Harøy, Sandøy	101,7	102,6
Mehuken I&II	101,5	103,7
Smøla I&II	102,4	104
Havøygavlen	99,2	98,5
Utsira I&II	97,3	94,9
Hitra	102,6	101,5
Nygårdsfjellet I&II	99,5	98,8
Kjøllefjord	101,6	102,2
Valsneset	101,5	101,7
Bessakerfjellet	100	100,9
Hywind	97,1	95,3
Høg-Jæren I&II	96,2	96,6
Åsen II	96,1	94,4
Fakken	100,8	102,2
Ytre Vikna	100,7	100,6
Lista	98,5	97,1
Vektet gjennomsnitt	100,4	100,7

**Tabell 3** Vind- og produksjonsindekser for 2013 er beregnet for de enkelte vindkraftverkene. Gjennomsnittsverdier vektet etter installert effekt.

### 3 Analyser av produksjon

Det er foretatt noen enkle analyser av produksjonen fra vindkraftverkene i Norge som var i normal drift i 2013. Kraftverk som har vært i en oppstartsfase i 2013 eller vært utsatt for ekstraordinære tekniske problemer er holdt utenfor. Dette gjelder Midtfjellet, Hundhammerfjellet og Valsneset testsenter. Det er mye informasjon om produksjon på parknivå som ikke kommer frem når man jobber med årlige produksjons- og tilgjengelighetstall, men det er fortsatt interessant å følge med på utviklingen i de årlige produksjonstallene og å sammenligne virkelig produksjon med produksjonsindeksene og estimert normalårsproduksjon. Estimert normalårsproduksjon er oppgitt av produsentene sammen med den årlige produksjonsrapporteringen.

Tabell 4 viser rapportert produksjon, oppgitt normalårsproduksjon og i siste kolonne rapportert produksjon dividert med produksjonsindeks. Sistnevnte kan sies å være en grov beregning av normalårsproduksjon med utgangspunkt i produksjonserfaringer og vindforholdene i 2013. Sammenligning av oppgitt normalårsproduksjon med denne verdien tyder på at oppgitt normalårsproduksjon trolig er for høy for mange norske vindkraftverk.

Vindkraftverk	Rapportert produksjon [GWh]	Opgitt normalårsproduksjon [GWh]	Rapportert produksjon dividert med produksjonsindeks for 2013 [GWh]
Andøya	0,6	1,0	0,6
Hovden	0,6	1,0	0,6
Vikna	1,5	2,4	1,5
Fjeldskår	7,3	8,5	7,4
Harøy, Sandøy	8,3	10,0	8,0
Mehuken I&II	67,9	65,0	65,5
Smøla I&II	305,7	356,0	293,9
Havøygavlen	88,5	100,0	89,8
Utsira I&II	3,5	3,5	3,7
Hitra	132,5	138,0	130,5
Nygårdsfjellet I&II	86,5	104,0	87,6
Kjøllefjord	119,2	119,0	116,6
Valsneset	29,7	35,0	29,2
Bessakerfjellet	160,7	175,0	159,3
Hywind	8,3	8,0	8,7
Høg-Jæren I&II	224,6	222,1	232,5
Åsen II	3,9	4,9	4,1
Fakken	128,4	139,0	125,6
Ytre Vikna	103,9	127,0	103,2
Lista	208,3	220,0	214,5

**Tabell 4** Oppgitt normalårsproduksjon, rapportert produksjon og rapportert produksjon [GWh] dividert med produksjonsindeksen.

Produksjonsresultatene i Tabell 5 er normalisert til både fullasttimer og energi per sveipt areal. Dette for å lettere kunne sammenligne kraftverkernes produksjon med hverandre, uavhengig av kraftverkernes størrelse. Fullasttimer er definert som følger:

$$\text{Fullasttimer} = \frac{\text{Årlig produksjon [MWh]}}{\text{Installert ytelse [MW]}}$$

Trenden i Norge har vært at antall fullasttimer har hatt en positiv utvikling i de senere årene etter hvert som både teknologien og kunnskapsnivået i bransjen har utviklet seg. Fullasttimer er avhengig av teknologi, ressurs og effektiv drift av vindkraftverket. Noen av de viktigste parametrene som gir mange fullasttimer er stor rotordiameter, liten generatoreffekt og høy middelvind i vindparken.

Det er også hensiktsmessig å sammenligne kraftverkernes produksjon ved å se på produsert energi per sveipt areal:

$$\text{Energi per sveipt areal} = \frac{\text{Årlig produksjon vindkraftverk [kWh]}}{(\text{antall turbiner}) \times \pi \times (0,5 \times \text{rotordiameter [m]})^2}$$

Dette er en annen type produksjonsnormalisering som også er bestemt hovedsakelig av teknologi og ressurs, men i motsetning til fullasttimer er det nå *liten* rotordiameter og *stor* generatoreffekt som gir høye verdier (i tillegg til vindressursen og effektiv drift av parken). Trenden i bransjen har gått mot større og større rotordiameter etter hvert som teknologien har gjort det mulig. Dette slår som regel positivt ut i form av mange fullasttimer fordi turbiner med større rotor i forhold til installert effekt får flere fullasttimer per år. Man får imidlertid en mer nyansert forståelse ved å også studere vindkraftverkernes produksjon ved å ta hensyn til energi per sveipt areal, siden det forholdstallet representerer en vurdering av parkstørrelsen opp mot den energien som er produsert.



Vindkraftverk	I drift år	Fullasttimer	Energi per sveipt areal [kWh/m <sup>2</sup> ]
Andøya	1991	1478	651
Hovden	1991	1495	622
Vikna	1991	1643	703
Fjeldskår	1998	1957	691
Harøy, Sandøy	1999	2202	913
Mehuken I&II	2001	2998	1606
Smøla I&II	2002	2033	882
Havøygavlen	2002	2185	1061
Utsira I&II	2004	2925	1397
Hitra	2004	2400	1035
Nygårdsfjellet I&II	2005	2687	954
Kjøllefjord	2006	3049	1328
Valsneset	2006	2579	1873
Bessakerfjellet	2008	2795	1624
Hywind	2009	3601	1568
Høg-Jæren I&II	2011	3052	1272
Åsen II	2012	2431	1075
Fakken	2012	2378	1121
Ytre Vikna	2012	2656	1543
Lista	2012	2921	989
vektet gj.snitt		2555	1158

**Tabell 5** Fullasttimer og energi produsert per sveipt areal for vindkraftverk som var i normal drift i 2013. Gjennomsnittsverdiene er vektet etter parkstørrelse.

Brukstiden for alle kraftverkene sett under ett er 2555 timer, som tilsvarer en kapasitetsfaktor på 29 %. Brukstiden varierte mellom 1478 og 3601 timer for kraftverk i normal drift. Energi per sveipt areal varierte mellom 622 og 1873. De tre vindkraftverkene som hadde lavest brukstid er også de eldste og nærmer seg slutten av sin tekniske levetid.

Med tilgjengelighet menes andel av tiden et vindkraftverk har vært driftsklart. Alle vindturbiner er tidvis utilgjengelig for produksjon på grunn av vedlikehold, tekniske feil og andre uregelmessigheter. Hvis et kraftverk består av flere turbiner beregnes gjennomsnittlig tilgjengelighet for vindturbinene. En vindturbin regnes i denne sammenheng som tilgjengelig også når den står stille som følge av for svak eller for sterk vind. Årstilgjengelighet sier med andre ord noe om den tekniske driftsstabiliteten til vindkraftverket, men intet om vindforholdene.

Årstilgjengeligheten for kraftverk i normal drift varierte i 2013 mellom 91 % og 99 %. Vektet etter parkstørrelse er gjennomsnittlig tilgjengelighet for vindkraftverk i normal drift på 96,3 %. Dette er noe høyere enn tidligere år og reflekterer trolig en læringseffekt og høyere kompetanse i driften av norske vindkraftverk.

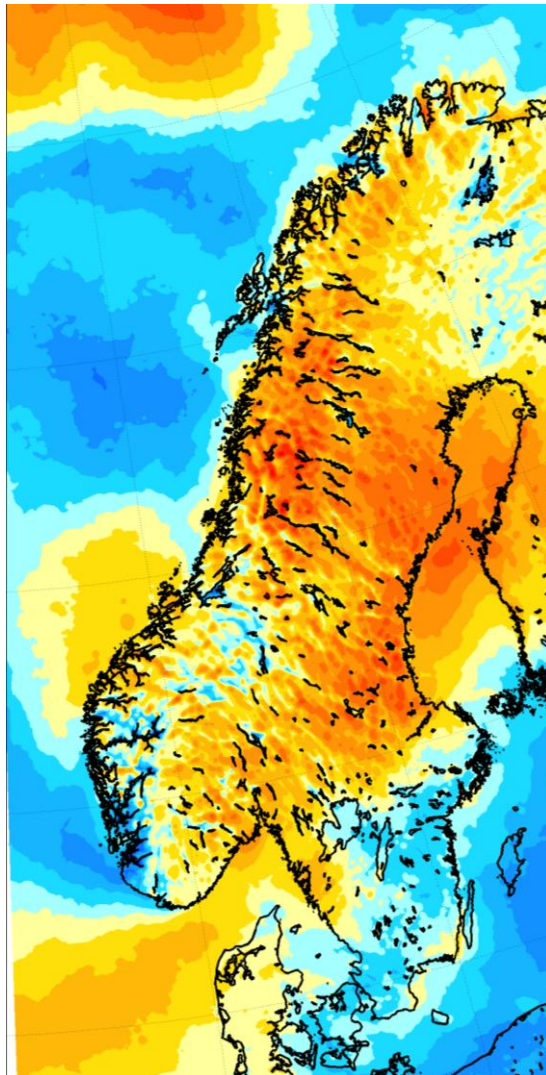
## 4 Vedlegg:

A: Vind- og produksjonsindekser for Norge 2013



# Vind- og produksjonsindekser for Norge 2013

Rapport nr: KVT/2014/R007/REB



Rapportnummer <b>KVT/REB/2014/007</b>	Dato 21.01.2014
<b>Vind- og produksjonsindekser for Norge 2013</b>	Klassifisering Åpen
	Utgave nummer. 0
Kunde <b>Norges vassdrags- og energidirektorat</b>	Antall sider 13 + appendiks
Kundens referanse <b>David Weir</b>	Status Endelig

**Sammendrag**


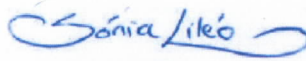
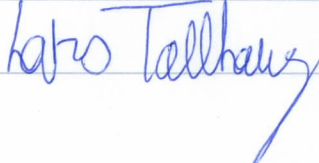
Denne rapporten beskriver vind- og produksjonsindeksene for vindparkene i Norge for 2013. Indeksene er fremstilt med basis i timevise data for vindhastighet, vindretning, temperatur og trykk fra en meteorologisk modell. Vindhastigheten fra modellen er korrigert for lokalt terreng ved hvert enkelt vindkraftverk. Under beregning av produksjon er det tatt hensyn til at vindkraftverk skygger for hverandre avhengig av vindhastighet og retning.

I 2013 var det en del geografiske variasjoner i vindindeksen, men de store avvikene i middelvind fra normalen uteble for de norske vindparkene. Den høyeste produksjonsindeksen finner man for Smøla vindpark. For Smøla er produksjonsindeksen 104.0 % med en vindindeks på 102.4 %. I Nord-Norge har vindkraftverkene Fakken og Kjøllefjord hatt høyest produksjonsindeks, begge med en produksjonsindeks på 102.2 %. Av de større vindparkene er det Høg Jæren vindpark på sørvestlandet som har den laveste vindindeksen med 96.2 %. Dette ga en produksjonsindeks på 96.6 %.

**Forbehold**

Selv om det i arbeidet med denne rapporten, så langt vi kjenner til, er benyttet oppdaterte analysemetoder, og vi i vårt arbeid forsøker å gi et så godt resultat som mulig, kan Kjeller Vindteknikk AS ikke holdes ansvarlig for resultatene i rapporten eller for framtidig bruk av denne, og heller ikke for eventuelle direkte eller indirekte tap som skyldes eventuelle feil i rapporten.

Revisjonshistorie				
Utgave	Dato	Antall eksemplar	Kommentar	Distribusjon
0	21.01.2014		Endelig	Elektronisk

	Navn	Dato	Signatur
Utført av	Rolv E. Bredesen	21.01.2014	
Kontrollert av	Sónia Liléo	21.01.2014	
Godkjent av	Lars Tallhaug	21/1-2014	

# Innhold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DATAGRUNNLAG</b> .....	<b>5</b>
	2.1 WRF	5
	2.1.1 NCEP/FNL inngangsdata.....	5
	2.2 BEREGNEDE DATASET	5
	2.3 EFFEKTKURVER	6
	2.4 TURBINPOSISJONER	7
	2.5 TERRENG OG RUHETSDATA	7
<b>3</b>	<b>METODIKK</b> .....	<b>8</b>
	3.1 TIDSSERIER FOR VINDHASTIGHET, VINDRETNING OG TETTHET	8
	3.2 TIDSSERIER FOR BRUTTO ENERGIPRODUKSJON	8
	3.2.1 Produksjonsindekser beregnet med parkeffektkurver (metode 1) .....	9
	3.2.2 Produksjonsindekser beregnet med forenklet metodikk (metode 2) .....	9
<b>4</b>	<b>VIND- OG PRODUKSJONSINDEKSER 2013</b> .....	<b>10</b>
	4.1 RESULTAT FOR 2013	10
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFI</b> .....	<b>13</b>
	APPENDIKS A EFFEKTKURVER FOR TURBINENE .....	
	APPENDIKS B KART OVER OMRÅDENE.....	
	APPENDIKS C EFFEKTKURVER FOR VINDPARKENE.....	

# 1 Innledning

---

Indekser for årlig vind og vindenergiproduksjon er levert av Kjeller Vindteknikk til Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) siden 2006. Metodikken har endret seg underveis i denne perioden ettersom tilgangen på vinddata har blitt bedre. I denne rapporten har vi benyttet samme teknikk som er presentert i Bredesen og Kravik (2013) og NVE Rapport 13 2013.

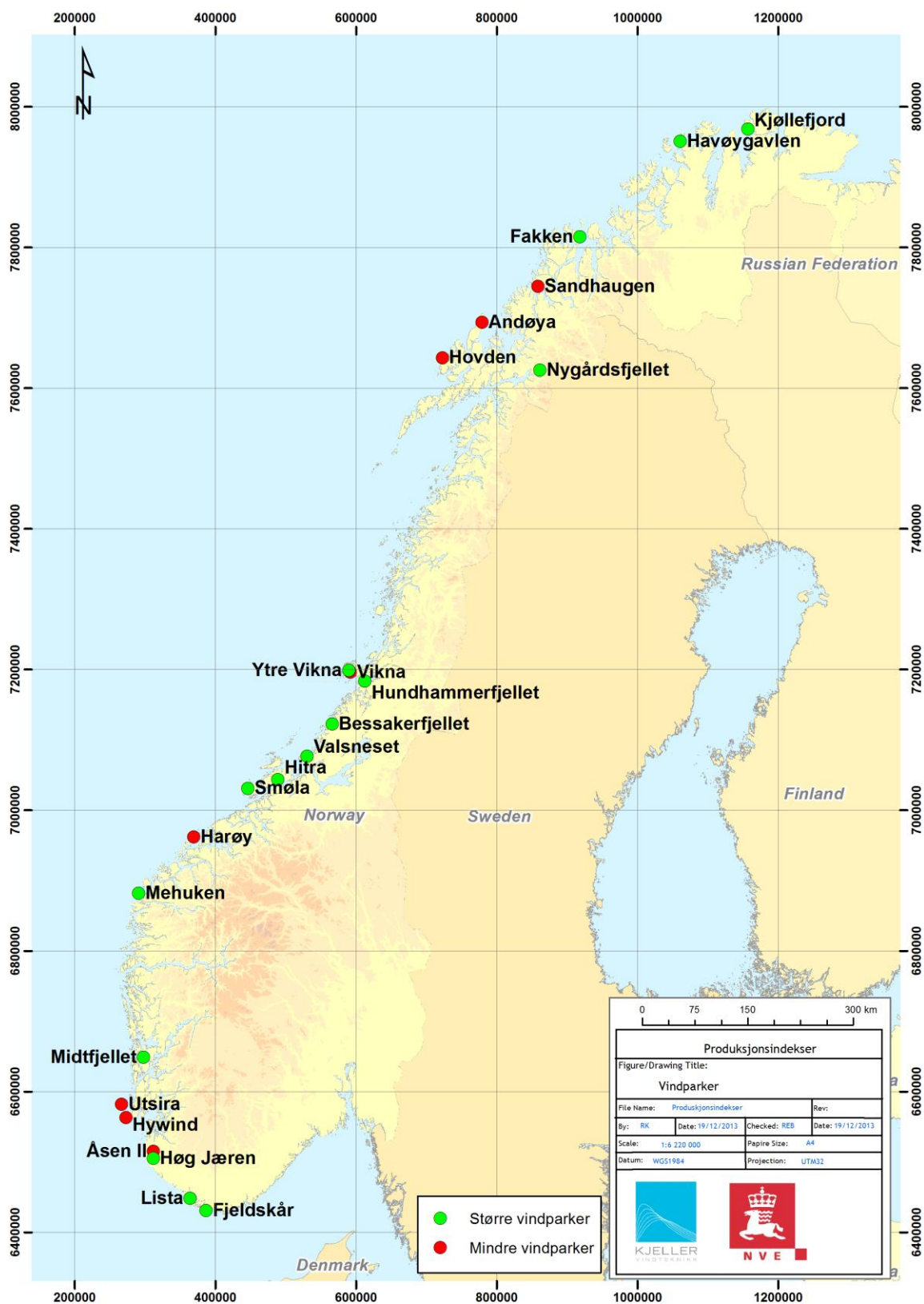
I denne rapporten beskrives det hvordan vind- og produksjonsindeksene har blitt laget, samt en presentasjon av parkeffektkurvene som har blitt brukt. En oversikt over alle parkene er gitt i Figur 1-1. Parkeffektkurvene for de nå ferdigbygde parkene Høg Jæren, Fakken, Ytre Vikna, Midtfjellet, og Lista ble laget i Bredesen og Kravik (2013) og benyttet her.

For å lage vind- og produksjonsindeksene har det blitt benyttet data laget med værvarslingsmodellen WRF. Denne modellen er tidligere kjørt med en oppløsning på 1 km x 1 km for 2005 (Byrkjedal, Ø., & Åkervik, E. (2009)) for å lage Vindkart for Norge. Disse dataene har her blitt brukt sammen med data fra en WRF langtidssimulering på grovere skala (4 km x 4 km) for å lage en syntetisert tidsserie av vindstyrke, vindretning og tetthet for hver park for perioden 2000-2013.

For hver park har det også blitt benyttet informasjon om eksakte turbinposisjoner og turbinetype for å lage parkeffektkurver. Disse parkeffektkurvene, som tar hensyn til vaken bak hver enkelt turbin og til topografien i parken, anvendes på tidsseriene av lufttetthet, vindstyrke og retning for å lage brutto tidsserier av energiproduksjon i hver enkelt vindpark.

I rapporten er datagrunnlaget beskrevet i kapittel 2, metodikk i kapittel 3, mens vind- og produksjonsindeksene er gitt i kapittel 4.





Figur 1-1 Vindparker i Norge. Større vindparker der pareffektkurver er benyttet i beregning av produksjonstidsserier er gitt i grønn, mens mindre vindparker der en enkel metodikk er benyttet i beregningen av produksjonstidsserier er gitt i rødt.

## 2 Datagrunnlag

For å beregne vind- og produksjonsindekser er det benyttet en meteorologisk modell (WRF) som beregner vindhastighet og vindretning for hver time i et grid som dekker Norge. Data for det nærmeste gridpunkt til hver vindpark er benyttet i denne analysen.

### 2.1 WRF

Weather Research and Forecast (WRF) modellen er en mesoskala numerisk værvarslingsmodell som benyttes både for værvarsling og til forskningsformål. En beskrivelse av modellen finnes på siden <http://www.wrfmodel.org/>.

Versjon 3.0.1 ble benyttet for utarbeidelse av Vindkart for Norge (Byrkjedal & Åkervik, 2009). Versjon 3.2.1 er benyttet i dette arbeidet for å generere langtidsseriene. Modellen er beskrevet i Skamarock et al. (2008). Øvrig informasjon angående modellens oppbygging, numeriske rutiner og fysiske detaljer er beskrevet i for eksempel Klemp et al. (2000) og Michalakes et al. (2001). Utvikling av modellen gjøres i hovedsak av ulike forsknings- og akademiske organisasjoner i USA. Modellen har et stort antall brukere, noe som blant annet skyldes at modellen representerer state-of-the-art innen mesoskala modellering, modellen er godt dokumentert og at programvaren er åpen.

De viktigste inngangs parametrene til modellen er geografiske og meteorologiske data. De geografiske dataene er fra National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Disse dataene inkluderer topografi og albedo. Markslag er hentet fra N50 data fra Statens kartverk i Norge og fra GSD Markttakce fra Landmåteriet for områder i Sverige. Disse parametrene er spesielt viktig for vindhastighetene i beregningslagene nærmest bakken. Meteorologiske data brukes som initial- og grensebetingelser. De ulike kildene av meteorologiske data som anvendes i denne leveransen presenteres under.

#### 2.1.1 NCEP/FNL inngangsdata

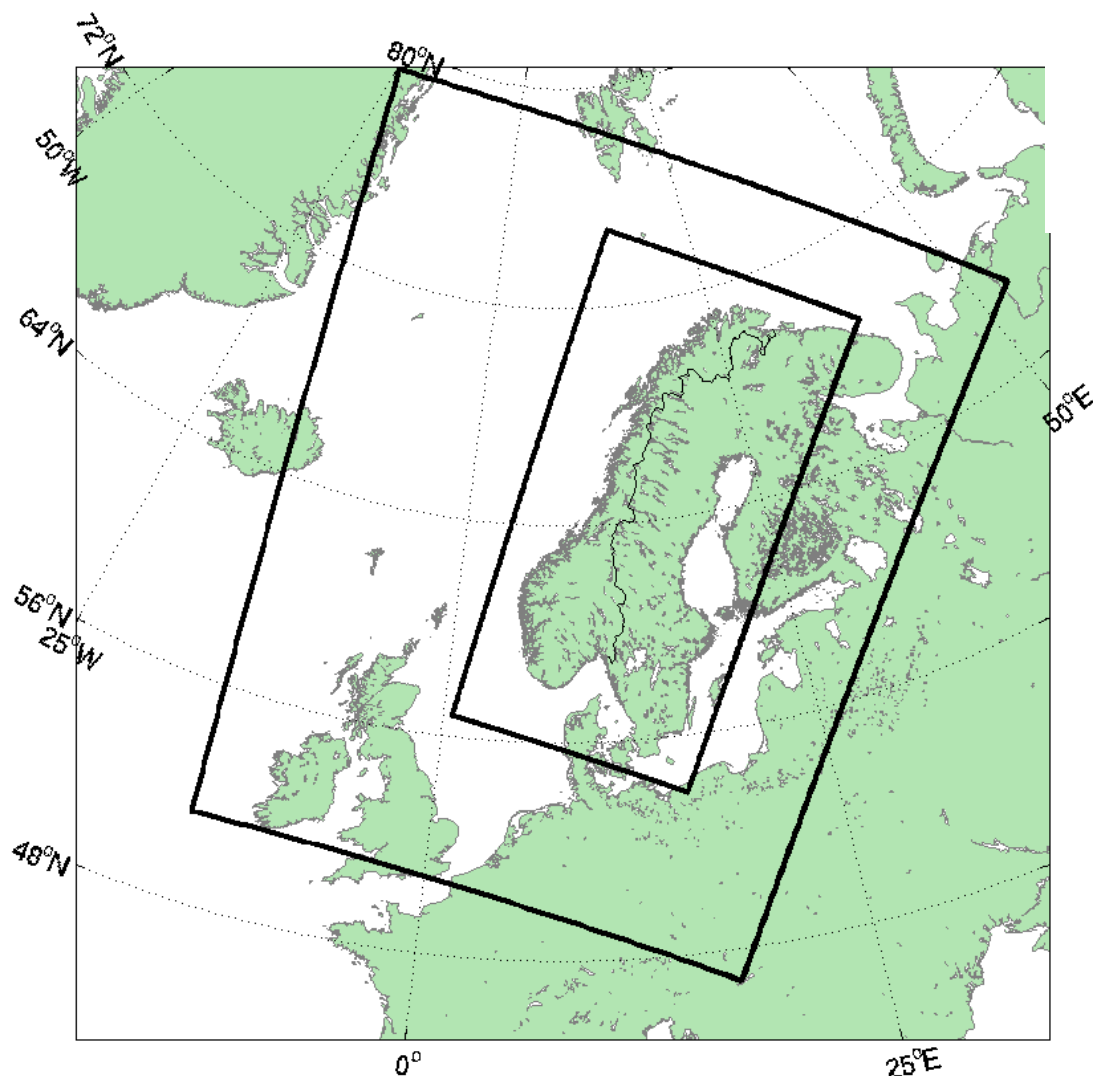
NCEP/FNL er ett globalt analysedatasett med oppløsning på 1° og seks timer gitt fra National Centers for Environmental Prediction (NCEP) tilgjengelig for perioden 2000 till dagens dato. Dette globale meteorologiske datasettet består av mange observasjoner, både fra værstasjoner på bakkenivå, vertikalprofilmålinger basert på radiosonder, luftfartøy og satellitter. Alle observasjonene samles i en modell, og man oppnår da et godt bilde av situasjonen i atmosfæren fire ganger per døgn. Ytterligere informasjon angående datasettet finnes på siden <http://www.emc.ncep.noaa.gov/gmb/para/parabout.html>.

### 2.2 Beregnede datasett

Vinddata fra mesoskala modellen WRF med en horisontaloppløsning på 1 km x 1 km for 2005 er beskrevet i Byrkjedal & Åkervik (2009). Byrkjedal & Åkervik, (2009), gir også en detaljert beskrivelse av WRF modellen. Her er NCEP/FNL data blitt anvendt som inngangsdata til modellen. Også alle resultatene som er presentert i NVE Rapport 13 2013 er basert på NCEP/FNL inngangsdata. For å lage produksjonstidsserier for hele referanse perioden er det imidlertid nødvendig med lengre tidsserier. Det er derfor for Norge kjørt en WRF simulering med 4 km x 4 km horisontal oppløsning for perioden 2000-2013 basert på NCEP/FNL inngangsdata. Beregningsområdene er vist i Figur 2-1. Det er også tatt ut trykk- og



temperaturdata fra kjøringene for å beregne tetthet for vindparkene. Dataene fra WRF modellen har en oppløsning i tid på 1 time.



Figur 2-1 Modeloppsett for WRF modellen. Det innerste rektangelet viser modeloppsettet med 4 km x 4 km horisontal oppløsning som er kjørt for perioden 2000-2013.

## 2.3 Effektkurver

Turbintypene som er benyttet i de 15 større vindparkene i Norge er gitt i Tabell 2-1. For Åsen II er effektkurven for Enercon E48 0.8 MW gitt av NVE og blitt benyttet i analysen. For de resterende små vindparkene har vi som i NVE Rapport 13 2013 anvendt en tilpasset effektkurve basert på en Siemens 2.3 MW klasse I turbin skalert til 1 MW. Denne tilpassede effektkurven som brukes i forenklet beregning av parkproduksjon inkluderer et totalt vaketap på ca 5 % før skalering. Effektkurvene til de ulike vindturbinene er gitt i appendiks og er hentet fra WindPRO (EMD, May, 2012) sin database. For Hundhammerfjellet vindpark er det ikke funnet en effektkurve for de tidligere 3.0 MW SCANWIND turbinene. Kjeller Vindteknikk har derfor valgt å benytte en Vestas V90 3.0 MW turbin i alle posisjonene på Hundhammerfjellet. For Smøla 1 er det ikke funnet effektkurve for Bonus 2.0 MW turbinen, og effektkurven som er benyttet for disse turbinene er en nedskalert Bonus 2.3 MW som også er benyttet i Smøla 2. Effektkurvene for de ulike turbinene er hentet fra WindPRO og er vedlagt i Appendiks A.

Tabell 2-1 Turbintype i de 15 største vindparkene i Norge. Steg 1 og 2 indikerer om en park har blitt bygd i flere etapper med forskjellige turbiner under bygging (steg 1) og under en eventuell utvidelse (steg 2).

Vindpark	Steg 1	Steg 2
Smøla	Bonus 2.0 MW 76	Bonus 2.3 MW 82
Høg Jæren	Siemens SWT 2.3 MW 93	
Bessakerfjellet	Enercon E71 2.3 MW	
Hitra	Bonus 2.3 82	
Kjøllefjord	Siemens 2.3 MW 82	
Havøygavlen	Nordex N80 2.5 MW	Siemens SWT 3.0 MW 101
Nygårdsfjellet	Siemens SWT 2.3 MW 82	Siemens SWT 2.3 MW 93
Mehuken	Vestas V52 0.85	Enercon E71 2.3 MW
Valsneset	Enercon E71 2.3 MW	
Hundhammerfjellet	Vestas V90 3.0 MW*	
Lindesnes	Wind World W4800/750	
Fakken	Vestas V90 3.0 MW	
Ytre Vikna	Enercon E-70 2.3 MW	
Midtfjellet	Nordex N90 2.5 MW Nordex N100 2.5 MW	
Lista	Siemens SWT 2.3 MW 93	

\*Valgt pga manglende effektkurve for turbinene i vindparken

## 2.4 Turbinposisjoner

Posisjonen til turbinene i vindparkene Fakken, Ytre Vikna, Midtfjellet, Høg Jæren, Lista, og Åsen II er gitt fra NVE. De resterende parkene er som i NVE Rapport 13-2013. En oversikt over vindparkene i Norge er gitt i Figur 1-1. En oversikt over turbinposisjonene i de 15 største vindparkene er gitt i Appendiks B.

## 2.5 Terreng og ruhetsdata

Ruheten til terrenget i og rundt vindparkene er vurdert, og tegnet manuelt for bruk i WindPRO beregningene av parkeffektkurver. Ruhetsklassifiseringen som er brukt for prosjektene er gitt i Tabell 2-2. Høydekoter med ekvidistanse 20 meter er tatt ut av N50 databasen for områdene i og rundt vindparkene, og disse er brukt i beregningene i WindPRO.

Tabell 2-2 Oversikt over valgte ruhetsklasser for beregning av parkeffektkurver for norske vindparker.

Type område	Ruhetslengde [m]
Sjø/vann	0.0002
Bart fjell	0.03
Jordbruksområde	0.1
Skog	0.6

## 3 Metodikk

### 3.1 Tidsserier for vindhastighet, vindretning og tetthet

Metoden for fremstilling av produksjonsseriene er basert på det som er gjort i NVE rapport 13 2013 og Bredesen & Kravik (2013). Referanseperioden er den tidligere brukte perioden 2000-2011. I dette prosjektet kombinerer vi to ulike datasett.

- 1) WRF basert på NCEP/FNL for perioden 2000-2013 med 4 km x 4 km oppløsning. Dette datasettet dekker hele Norge.
- 2) WRF basert på NCEP/FNL for kalenderåret 2005. Dette datasettet har 1 km x 1 km oppløsning og ble fremstilt for NVE i forbindelse med vindkart for Norge.

Vi kombinerte datasettet i pkt 2 med datasettet i pkt 1. Dataseriene ble kombinert på en slik måte at resultatet ble en syntetisk tidsserie for hver park for hele perioden 2000-2013. Ved å gjøre det slik fikk vi en lang tidsserie med mange av de samme egenskapene som om vi hadde kjørt WRF med 1 km x 1 km oppløsning tilbake til 2000.

I kombinasjonen av datasettene har U&N metoden blitt benyttet til å lage en syntetisert tidsserie av vind og retning. U&N metoden benyttes til å generere langtids tidsserier (Liléo et al., 2013), der hovedfokus er å overføre statistikken i en kort serie på site til en lang tidsserie som er gyldig i samme lokalitet. I metodikken er samtidighet blitt nedprioritet, og man gjør individuelle sorteringer av både retning og hastighet basert på et samtidig datasett (Q-Q metodikk). Med denne metodikken kan man derfor fange opp ikke lineære sammenhenger i hastighet og retning.

Tidsseriene for tetthet er beregnet fra referansetidsseriene ved hjelp av linjær regresjon mot 1 km dataene.

### 3.2 Tidsserier for brutto energiproduksjon

Tidsserier for brutto energiproduksjon er beregnet ved å kombinere tidsseriene av vind med parkeffektkurve beregnet for hver enkelt park som beskrevet i NVE rapport 13. Fordi vi tar ut samme modellpunkt for hver park som i tidligere beregninger kan vi anvende de matrisene som er gitt i NVE rapport 13 2013 for å finne effekt i hver vindpark gitt vindhastighet og vindretning. Dette er gjort for hver time for perioden 2000 - 2013. I denne prosessen tok vi også hensyn til luftens tetthet. På kalde dager med høy tetthet produserer vindkraftverk mer ved en gitt hastighet enn på en varm dag med lavere tetthet ved samme vindhastighet. Luftens tetthet har vi tatt hensyn til ved å beregne ekvivalent vindhastighet med en referansetetthet gitt for hver parkeffektkurve. Ekvivalent vindhastighet på et gitt tidsskritt beregnes etter IEC 61400-12-1 slik:

$$V_{eq} = V \left( \frac{\rho_{air}}{\rho_{std}} \right)^{1/3}$$

Lufttettheten ( $\rho_{air}$ ) blir brukt til å justere den modellerte vindhastigheten ( $V$ ) til den ekvivalente vindhastigheten ( $V_{eq}$ ) med en gitt standard lufttetthet ( $\rho_{std}$ ) for å representere den samme vindenergien.

### 3.2.1 Produksjonsindekser beregnet med parkeffektkurver (metode 1)

Det er utarbeidet et WindPRO prosjekt for hver enkelt vindpark for å beregne parkeffektkurvene til de ulike vindparkene. WindPRO prosjektene består av høydekoter og ruhetslengde til terrenget i og rundt vindparkene, langtidskorrigerede vindforhold i vindparken, turbinposisjoner og turbintype. Ved å benytte disse parametrene i WindPRO ble det beregnet retningsspesifikke effektkurver (12 sektorer) og en effektkurve som antar en uniform vindretningsfordeling. Disse effektkurvene tar hensyn til effektkurven til hver enkelt turbin, topografien i vindparken og vakeeffektene mellom turbinene. Øvrige tap påvirker ikke indeksen, og er derfor utelatt. De retningsspesifikke effektkurvene (12 sektorer) og effektkurven som antar en uniform vindretningsfordeling er presentert i Appendiks C. Parkeffektkurvene for Høg Jæren, Fakken, Ytre Vikna, Midtfjellet, og Lista er nye i forhold til tidligere leveranse av vind- og produksjonsindekser. De øvrige effektkurvene er hentet fra NVE rapport 13 2013.

Ut fra de retningsspesifikke effektkurvene er det beregnet produksjonsindekser for 2013 basert på timesdata av vind, trykk og temperatur.

### 3.2.2 Produksjonsindekser beregnet med forenklet metodikk (metode 2)

For de resterende små vindparkene har det som tidligere blitt anvendt en forenklet metodikk med en normalisert effektkurve. Denne metoden er beskrevet i NVE Rapport 13 2013. For disse vindparkene er det benyttet en normalisert effektkurve basert på en Siemens 2.3 MW turbin med 5 % vaketap. Vaketapene i de små vindparkene påvirker energiproduksjonen mindre enn i større vindparker med flere rekker med vindturbiner. Den normaliserte effektkurven og timesdata av vind og tetthet er benyttet for å beregne produksjonsindekser for 2013.

## 4 Vind- og produksjonsindekser

---

Det er beregnet produksjonsindekser for 2013 i forhold til en langtidsserie på 12 år, 2000-2011. Langtidsreferansen på 12 år er valgt for å kunne sammenligne resultatene fra tidligere år.

### 4.1 Resultat for 2013

Det er beregnet vind- og produksjonsindekser for 2013 for alle vindparkene i Norge, og disse er presentert i Tabell 4-1. Parkeffektkurvene for Høg Jæren, Fakken, Ytre Vikna, Midtfjellet, og Lista er nye i forhold til tidligere leveranse av vind- og produksjonsindekser. Effektkurven til Åsen II er også ny.

Figur 4-1 viser avvik i middelvind for hele Norge sammenlignet med referanseperioden 2000 - 2011. En kan se fra figuren at det i 2013 var høyere vind enn normalt i store deler av Norge. sørvestlandet og indre Sør-Trøndelag hadde mindre vind enn normalt. Det var en del geografiske variasjoner i vindindeksen, men de store avvikene i middelvind fra normalen uteble.

For vindparkene, Tabell 4-1, ser en at det er elleve vindparker (av tjuetre) som har lavere middelvind enn normalt. Når det gjelder produksjonsindeksen er det her de samme elleve vindparkene som også produserer lavere enn normalt.

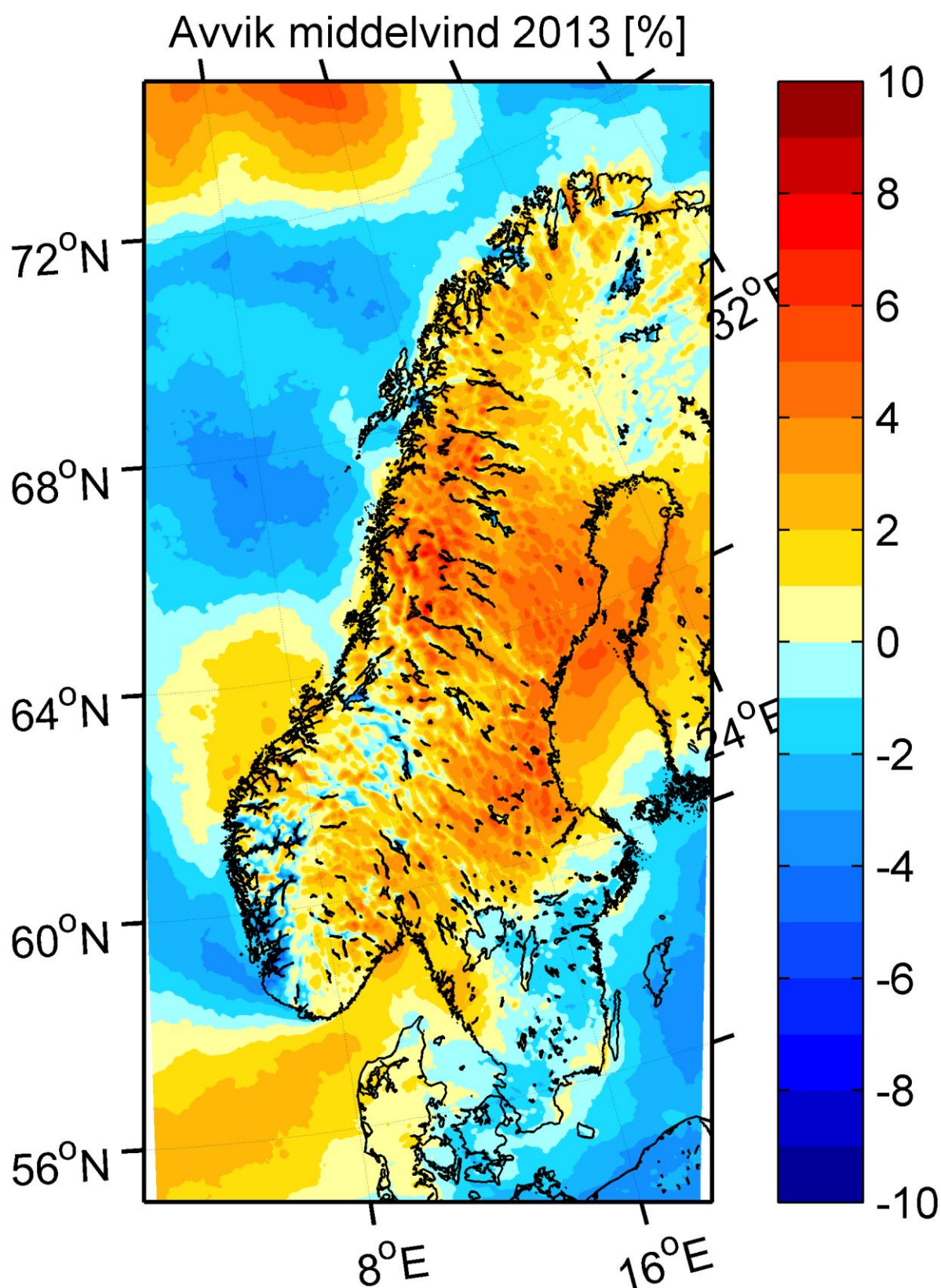
Den høyeste produksjonsindeksen finner man for Smøla vindpark. For Smøla er produksjonsindeksen 104.0 % med en vindindeks på 102.4 %. I Nord-Norge har vindkraftverkene Fakken og Kjøllefjord hatt høyest produksjonsindeks, begge med en produksjonsindeks på 102.2 %. Av de større vindparkene er det Høg Jæren vindpark på sørvestlandet som har den laveste vindindeksen med 96.2 %. Dette ga en produksjonsindeks på 96.6 %.

For flere av vindparkene er imidlertid vindindeksen høyere enn produksjonsindeksen. Dette skyldes at andre forhold enn middelvinden har betydning for energiproduksjonen. Dette kan blant annet være fordelingen av vindhastigheter, retningsvise vaketap, turbinplassering, turbintype og tetthet.

Tabell 4-1 Vind og produksjonsindeks for vindparkene i Norge 2013. Referanse periode er 2000-2011. Mørk skygge indikerer nye eller oppdaterte parkeffektkurver. Forenklet beregning er gjort med en forenklet effektkurve skalert til 1 MW. For Åsen II er effektkurven Enercon E48 0.8 MW gitt fra NVE og benyttet i analysen. Vindhastighet er middelvind i navhøyde. For Åsen II er 60 m navhøyde valgt.

Navn på vindpark	Forenklet beregning	Vindindeks 2013 [%]	Produksjonsindeks 2013 [%]
Andøya	x	98.5	97.5
Hovden i Vesterålen	x	98.9	99.3
Vikna I & II	x	100.6	100.7
Harøy Sandøy	x	101.7	102.6
Sandhaugen	x	102.7	103.8
HYWIND	x	97.1	95.3
Fakken		100.8	102.2
Ytre Vikna		100.7	100.6
Utsira	x	97.3	94.9
Mehuken		101.5	103.7
Smøla		102.4	104.0
Havøygavlen		99.2	98.5
Hundhammerfjellet		102.1	103.4
Høg Jæren		96.2	96.6
Eldsfjellet Hitra		102.6	101.5
Fjeldskaar Lindesnes		98.8	98.5
Gartefjellet Kjøllefjord		101.6	102.2
Nygaardsfjellet		99.5	98.8
Valsneset		101.5	101.7
Bessakerfjellet		100.0	100.9
Midtfjellet		98.5	97.4
Lista		98.5	97.1
Åsen II	x	96.1	94.4





Figur 4-1 Avvik i middelvind i % for 2013 sammenlignet med en referanseperiode fra 2000 til 2011.

## 5 Bibliografi

---

Bredesen, R.E, Kravik, R. (2013): «Tidsserier for produksjon for norske vindparker for perioden 1981-2010.» KVT/REB/2013/R095. Kjeller Vindteknikk 2013.

Byrkjedal, Ø., & Åkervik, E. (2009). Vindkart for Norge. 9/2009: NVE.  
EMD. (May,2012). *WindPRO 2.8 User Guide. 1. Edition.* EMD International AS.

Klemp, J. B., Skamarock, W. C., & Dudhia, J. (2000). *Conservative split-explicit time integration methods for the compressible non-hydrostatic equations.* see <http://www.wrf-model.org/>.

Liléo, S., Berge, E., Undheim, O., Klinkert, R., & Bredesen, R. E. (2013). *Long-term correction of wind measurements. State-of-the-art, guidelines and future work.* Elforsk report 13:18.

Michalakes, J., Chen, S. D., Hart, L., Klemp, J., Middlecoff, J., & Skamarock, W. (2001). *Development of a Next Generation Regional Weather Research and Forecast Model.* Singapore: Eds. Walter Zwiefelhofer and Norbert Kreitz. World Scientific.

NVE Rapport 13 2013. Vindkraft- produksjon i 2012. Norges vassdrags- og energidirektorat  
[http://webby.nve.no/publikasjoner/rapport/2013/rapport2013\\_13.pdf](http://webby.nve.no/publikasjoner/rapport/2013/rapport2013_13.pdf)

Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Barker, D. M., Duda, M. G., et al. (2008). *A Description of the Advanced Research WRF Version 3.* Boulder, U.S.: NCAR.



## Appendiks A Effektkurver for turbinene

---

Effektkurvene for alle vindturbintypene for vindparkene i Norge er hentet ut fra WindPRO. En oversikt over turbintypene i de norske vindparkene er gitt i Tabell 2-1. For Hundhammerfjellet vindpark er det ikke funnet en effektkurve for de tidligere 3.0 MW SCANWIND turbinene. Kjeller Vindteknikk har derfor valgt å benytte en Vestas V90 3.0 MW turbin i alle posisjonene på Hundhammerfjellet. For Smøla 1 det ikke funnet effektkurve for Bonus 2.0 MW turbinen, og effektkurven som er benyttet for disse turbinene er en nedskalert Bonus 2.3 MW. De ulike effektkurvene er listet opp under.

Wind speed [m/s]	Vestas V52 850 [kW]	Windworld W-4800 750 [kW]	Siemens SWT 2.3MW 82 [kW]	Vestas V90 3.0MW [kW]	Siemens SWT 2.3MW 93 [kW]	Bonus 2.3MW 82 [kW]
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	26	17	75	77	98	52
5	67	48	159	190	212	148
6	125	93	291	353	385	288
7	203	157	473	581	625	476
8	304	242	714	886	941	729
9	425	349	1020	1273	1350	1055
10	554	467	1390	1710	1835	1419
11	671	574	1772	2145	2223	1769
12	759	650	2083	2544	2297	2041
13	811	703	2243	2837	2299	2198
14	836	736	2291	2965	2300	2267
15	846	747	2299	2995	2300	2291
16	849	748	2300	3000	2300	2298
17	850	740	2300	3000	2300	2300
18	850	727	2300	3000	2300	2300
19	850	713	2300	3000	2300	2300
20	850	699	2300	3000	2300	2300
21	850	687	2300	3000	2300	2300
22	850	679	2300	3000	2300	2300
23	850	676	2300	3000	2300	2300
24	850	677	2300	3000	2300	2300
25	850	681	2300	3000	2300	2300

Wind speed [m/s]	Siemens SWT 3.0MW 101 [kW]	Enercon E70 2.3 MW [kW]	Bonus 76 2.0MW	
			skalert fra Bonus 2.3MW 82 [kW]	Enercon E48 0.8 MW
1	0	0	0	0
2	0	2	0	0
3	48	16	0	5
4	128	53	45	25
5	263	121	129	60
6	469	230	250	110
7	757	383	414	180
8	1138	596	634	275
9	1620	866	917	400
10	2189	1212	1234	555
11	2697	1580	1538	671
12	2933	1885	1775	750
13	2991	2077	1911	790
14	2999	2262	1971	810
15	3000	2300	1992	810
16	3000	2310	1998	810
17	3000	2310	2000	810
18	3000	2310	2000	810
19	3000	2310	2000	810
20	3000	2310	2000	810
21	3000	2310	2000	810
22	3000	2310	2000	810
23	3000	2310	2000	810
24	3000	2310	2000	810
25	3000	2310	2000	810

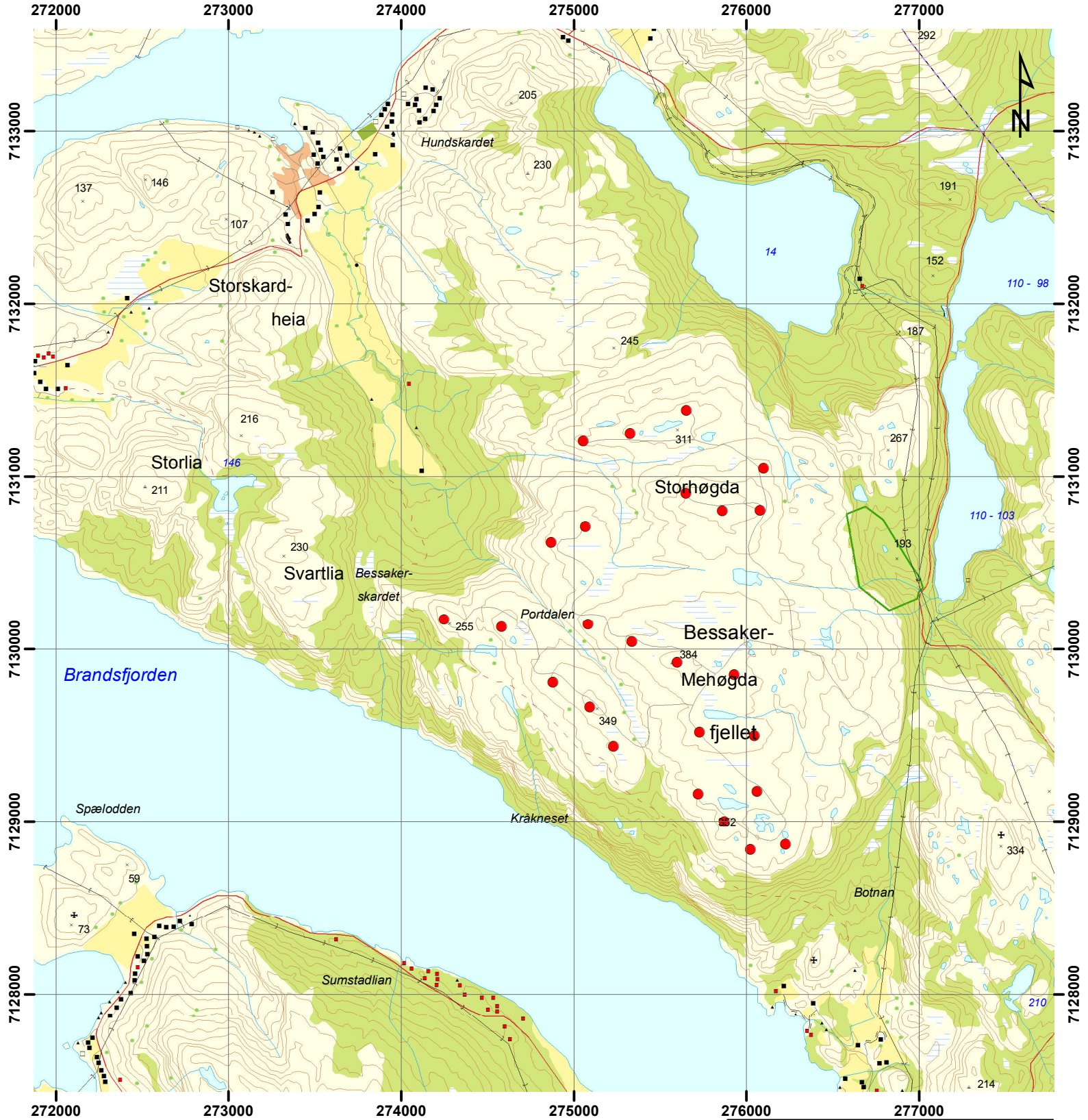
---

Wind speed [m/s]	Nordex N80 2.5 MW [kW]	Nordex N100 2.5 MW	Nordex N90 2.5 MW HS
3	1	3	1
3.5	24	46	29
4	60	101	76
4.5	105	171	136
5	160	256	207
5.5	225	356	292
6	302	472	390
6.5	392	608	504
7	496	765	635
7.5	615	945	787
8	749	1148	958
8.5	896	1372	1147
9	1055	1615	1352
9.5	1222	1877	1570
10	1396	2108	1799
10.5	1573	2282	2036
11	1752	2401	2231
11.5	1931	2473	2368
12	2100	2498	2454
12.5	2237	2500	2496
13	2340	2500	2500
13.5	2416	2500	2500
14	2465	2500	2500
14.5	2492	2500	2500
15	2500	2500	2500
15.5	2500	2500	2500
16	2500	2500	2500
16.5	2500	2500	2500
17	2500	2500	2500
17.5	2500	2500	2500
18	2500	2500	2500
18.5	2500	2500	2500
19	2500	2500	2500
19.5	2500	2500	2500
20	2500	2500	2500
20.5	2500	2500	2500
21	2500	2500	2500
21.5	2500	2500	2500
22	2500	2500	2500
22.5	2500	2500	2500
23	2500	2500	2500
23.5	2500	2500	2500
24	2500	2500	2500
24.5	2500	2500	2500
25	2500	2500	2500

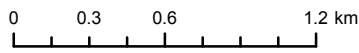
---

# Appendiks B Kart over områdene

---



● Vindturbiner



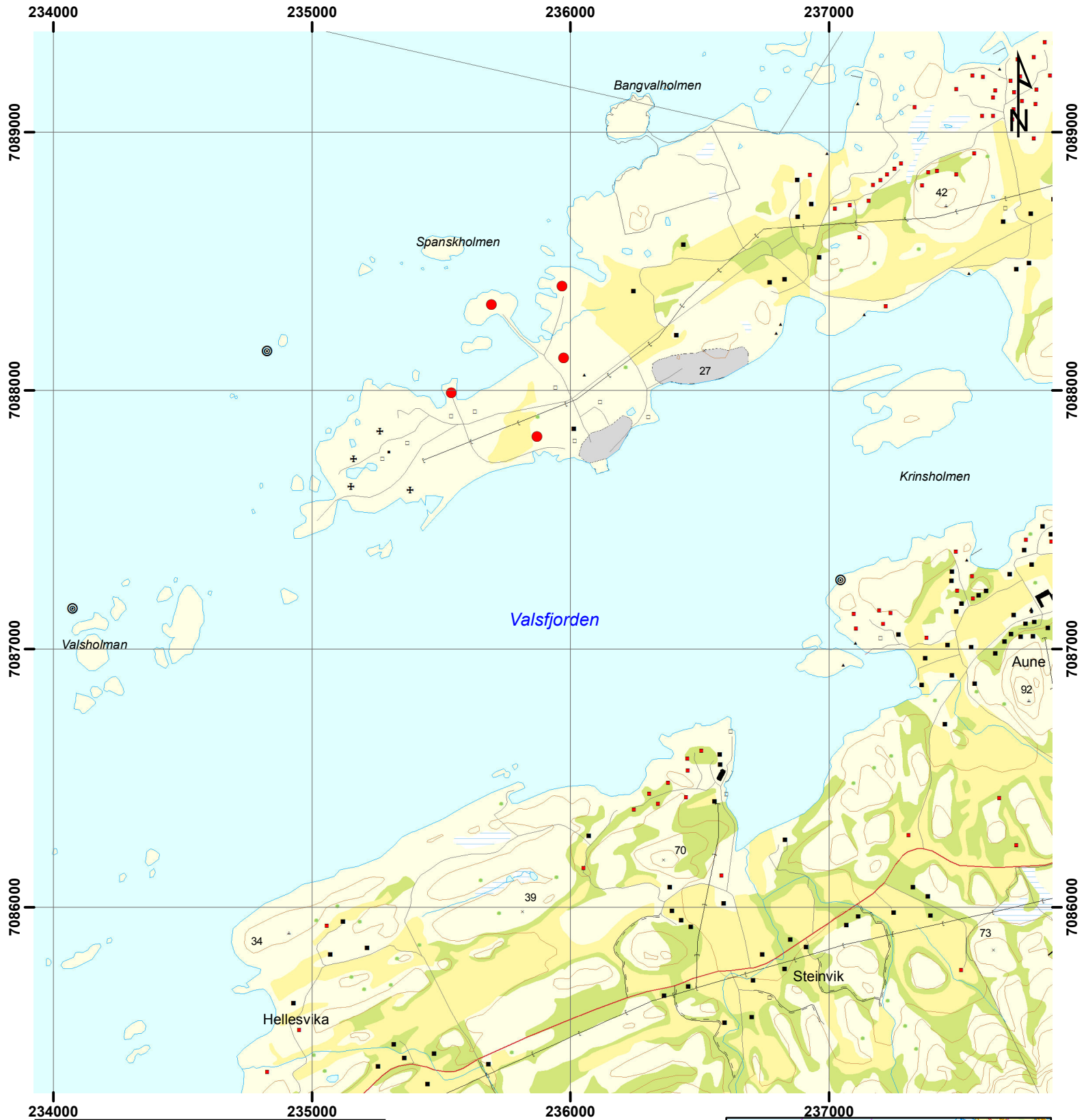
### Bessakerfjellet

Figure/Drawing Title:  
Turbinplassering

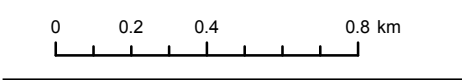
File Name: <a href="#">Turbinplassering Bessakerfjellet</a>		Rev: 0	
By:RK	Date:29/08/2012	Checked:EB	Date:29/08/2012
Scale: 1:30 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM33	







● Vindturbiner



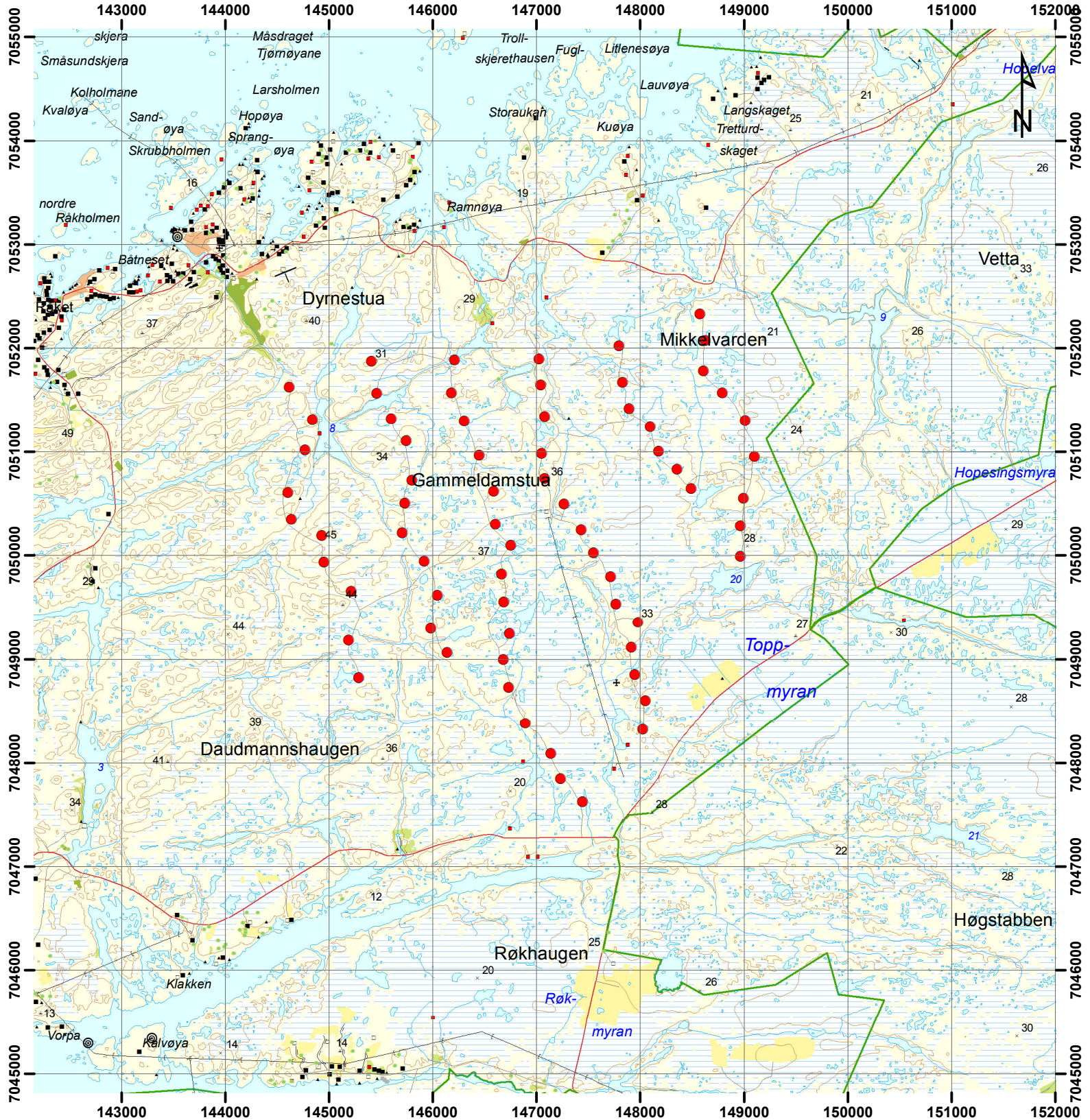
<b>Valsneset</b>			
Figure/Drawing Title: <b>Turbinplassering</b>			
File Name: <a href="#">Turbinplassering Valsneset</a>		Rev: 0	
By: RK	Date: 30/08/2012	Checked: EB	Date: 30/08/2012
Scale: 1:20 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM33	

**KJELLER**  
VINDTEKNIKK

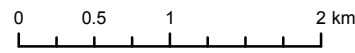
NVE







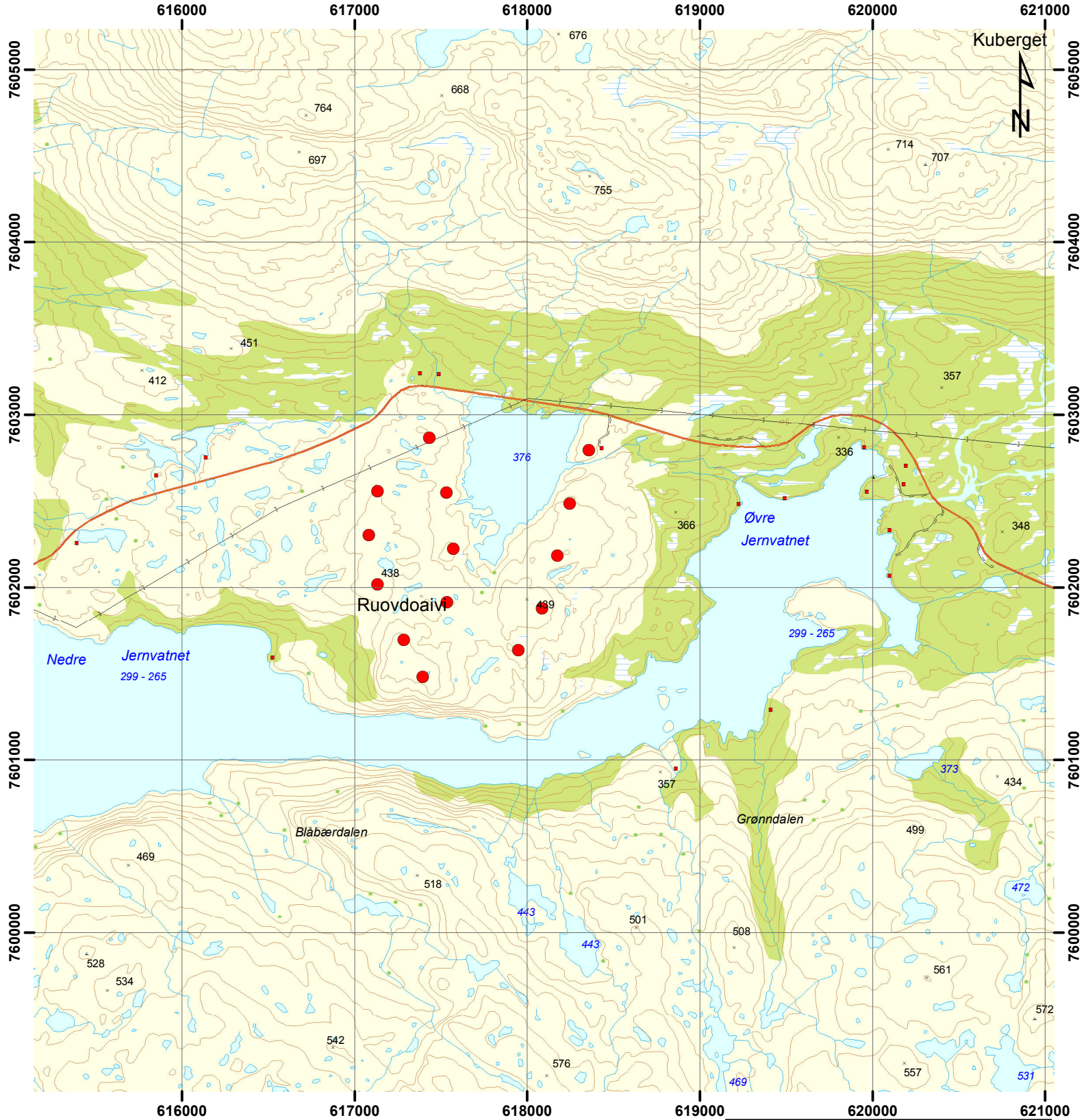
● Vindturbiner



Smøla			
Figure/Drawing Title: Turbinplassering			
File Name: Turbinplassering Smøla		Rev: 0	
By:RK	Date:30/08/2012	Checked:EB	Date:30/08/2012
Scale: 1:50 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM33	







● Vindturbiner

0 0.3 0.6 1.2 km

### Nygårdsfjellet

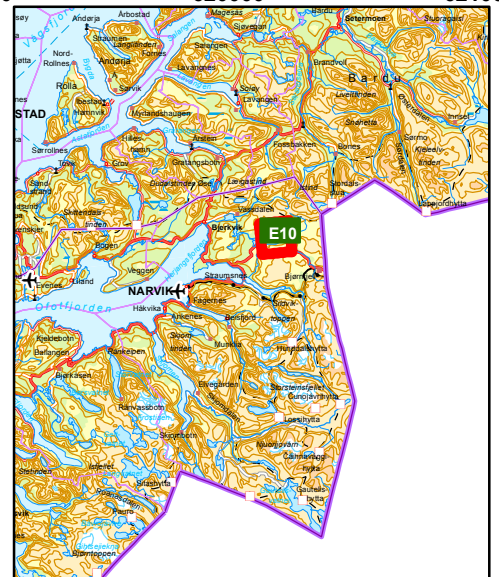
Figure/Drawing Title:  
Turbinplassering

File Name: <a href="#">Turbinplassering Nygårdsfjellet</a>		Rev: 0	
By: RK	Date: 30/08/2012	Checked: EB	Date: 30/08/2012
Scale: 1:30 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM33	

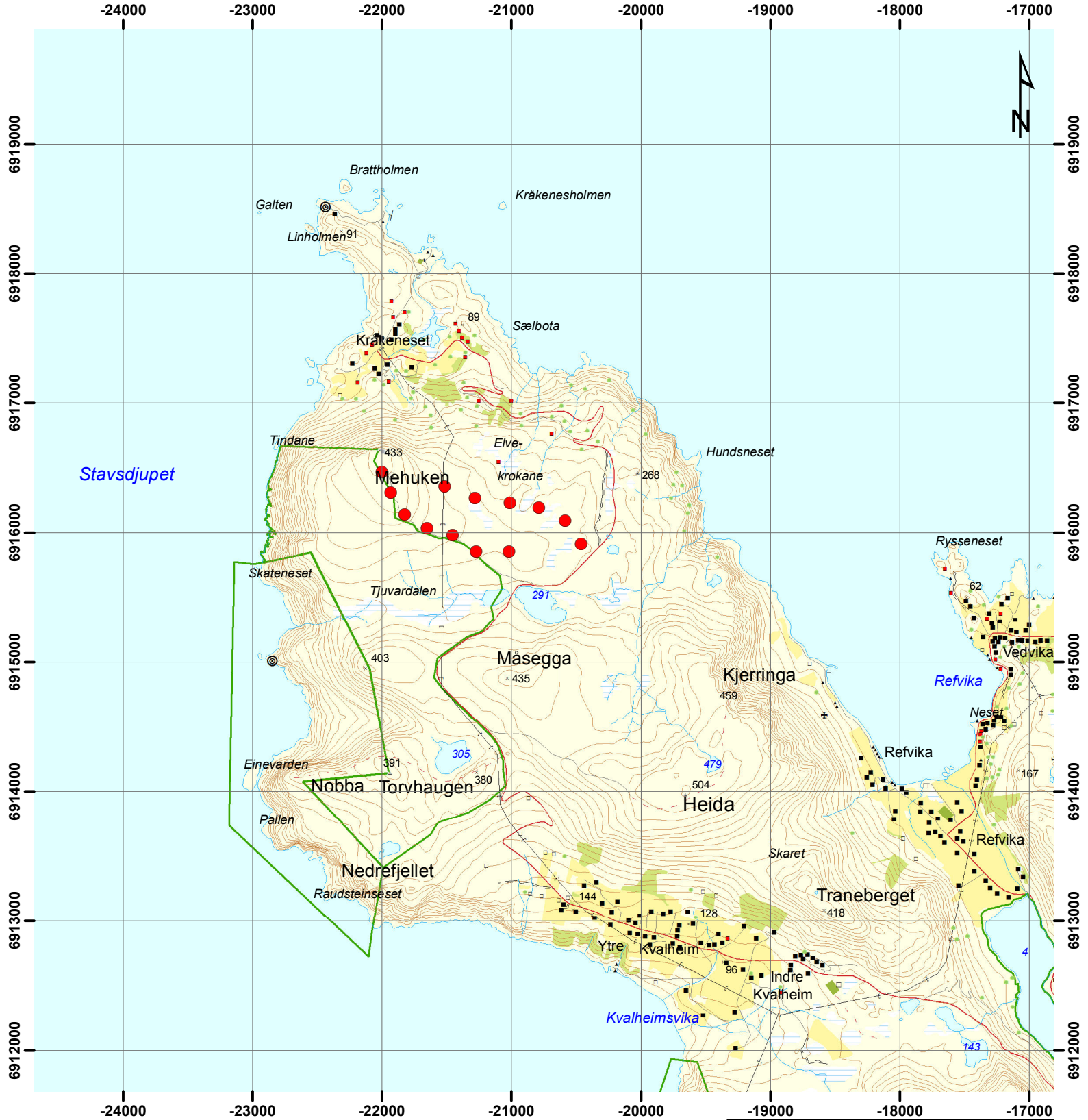
**KJELLER**  
VINDTEKNIKK



NVE







● Vindturbiner

0 0.425 0.85 1.7 km

### Mehuken

Figure/Drawing Title:

Turbinplassering

File Name: Turbinplassering Mehuken

Rev: 0

By:RK

Date:30/08/2012

Checked:EB

Date:30/08/2012

Scale: 1:40 000

Papire Size: A4

Datum: WGS1984

Projection: UTM33



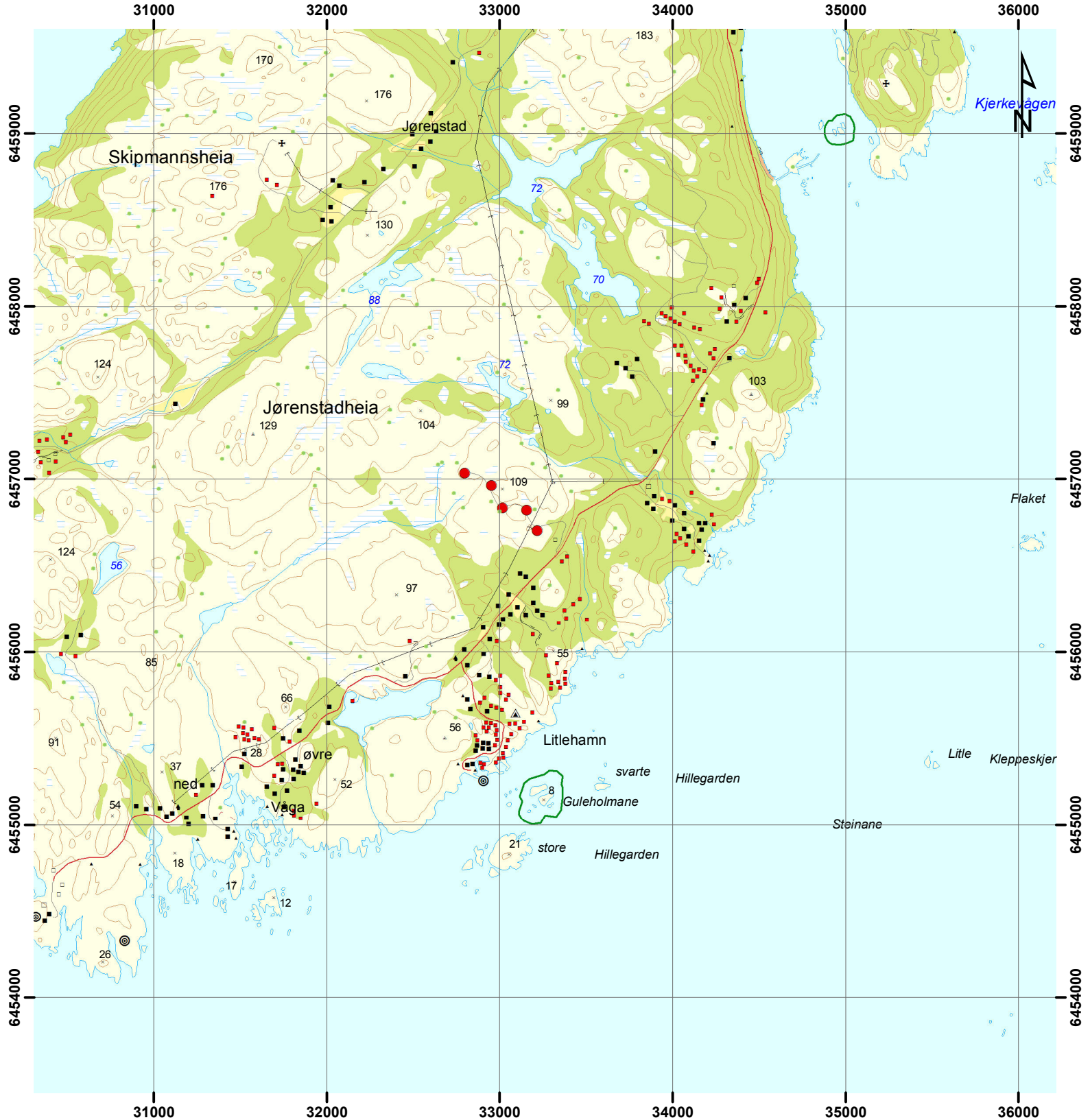
**KJELLER**  
VINDTEKNIKK



NVE







● Vindturbiner

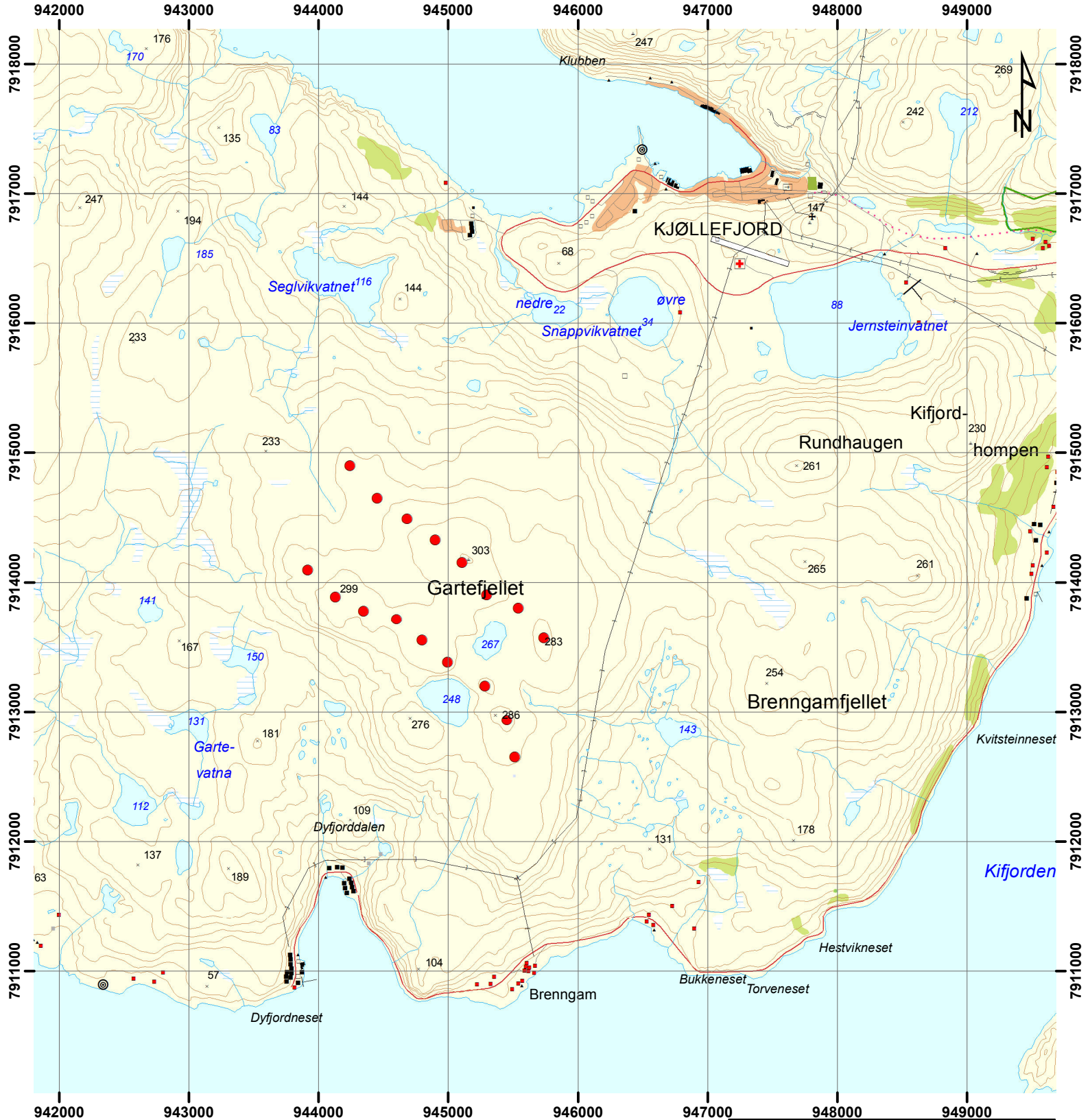
0 0.3 0.6 1.2 km

<b>Lindesnes</b>			
Figure/Drawing Title: <b>Turbinplassering</b>			
File Name: <b>Turbinplassering Lindesnes</b>			Rev: <b>0</b>
By: <b>RK</b>	Date: <b>30/08/2012</b>	Checked: <b>EB</b>	Date: <b>30/08/2012</b>
Scale: <b>1:30 000</b>		Papire Size: <b>A4</b>	
Datum: <b>WGS1984</b>		Projection: <b>UTM33</b>	

**KJELLER**  
VINDTEKNIKK







● Vindturbiner

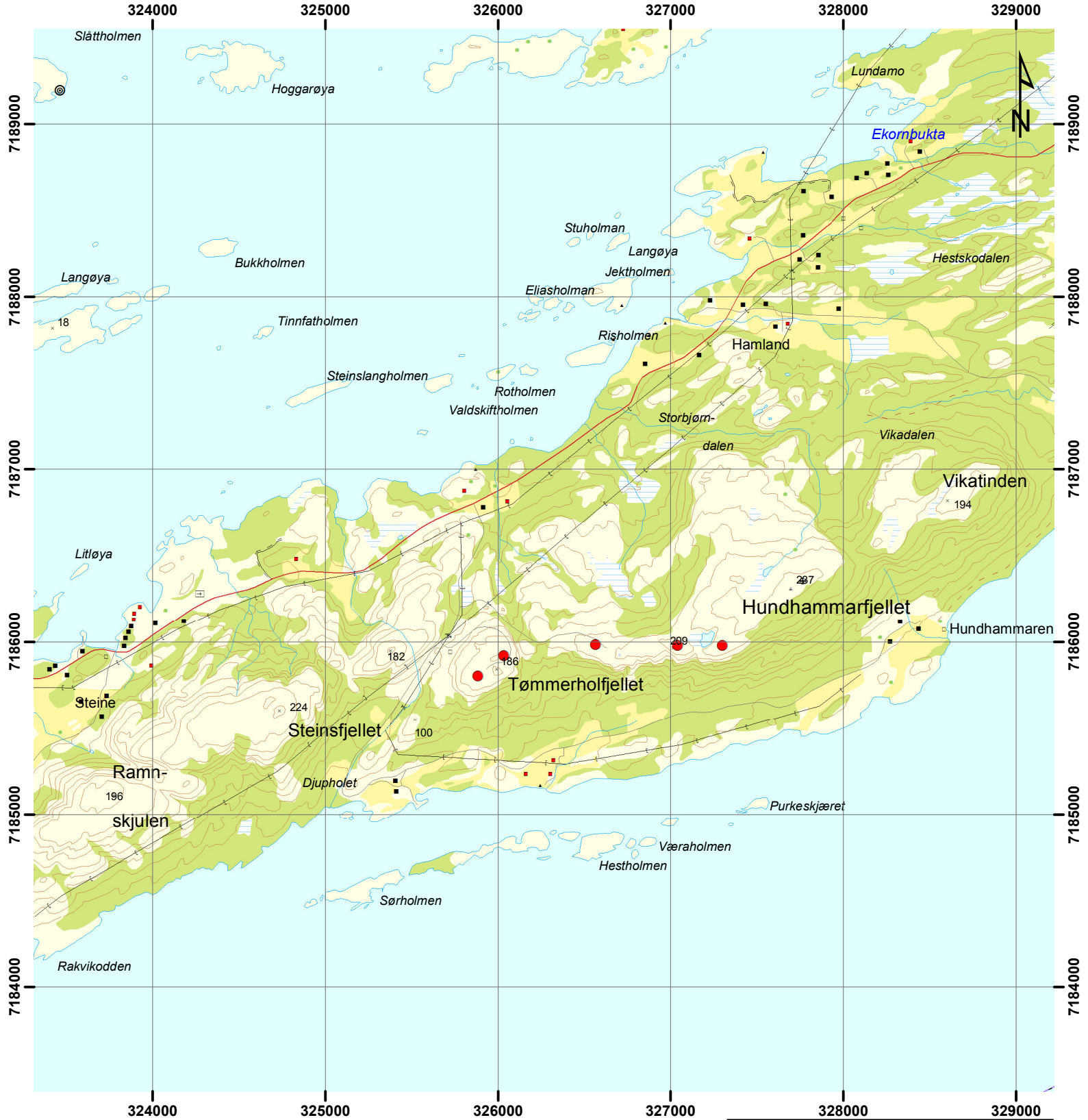
0 0.425 0.85 1.7 km

Kjøllefjord			
Figure/Drawing Title: Turbinplassering			
File Name: Turbinplassering Kjøllefjord		Rev: 0	
By:RK	Date:30/08/2012	Checked:EB	Date:30/08/2012
Scale: 1:40 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM33	

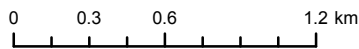
**KJELLER**  
VINDTEKNIKK







● Vindturbiner



### Hundhammerfjellet

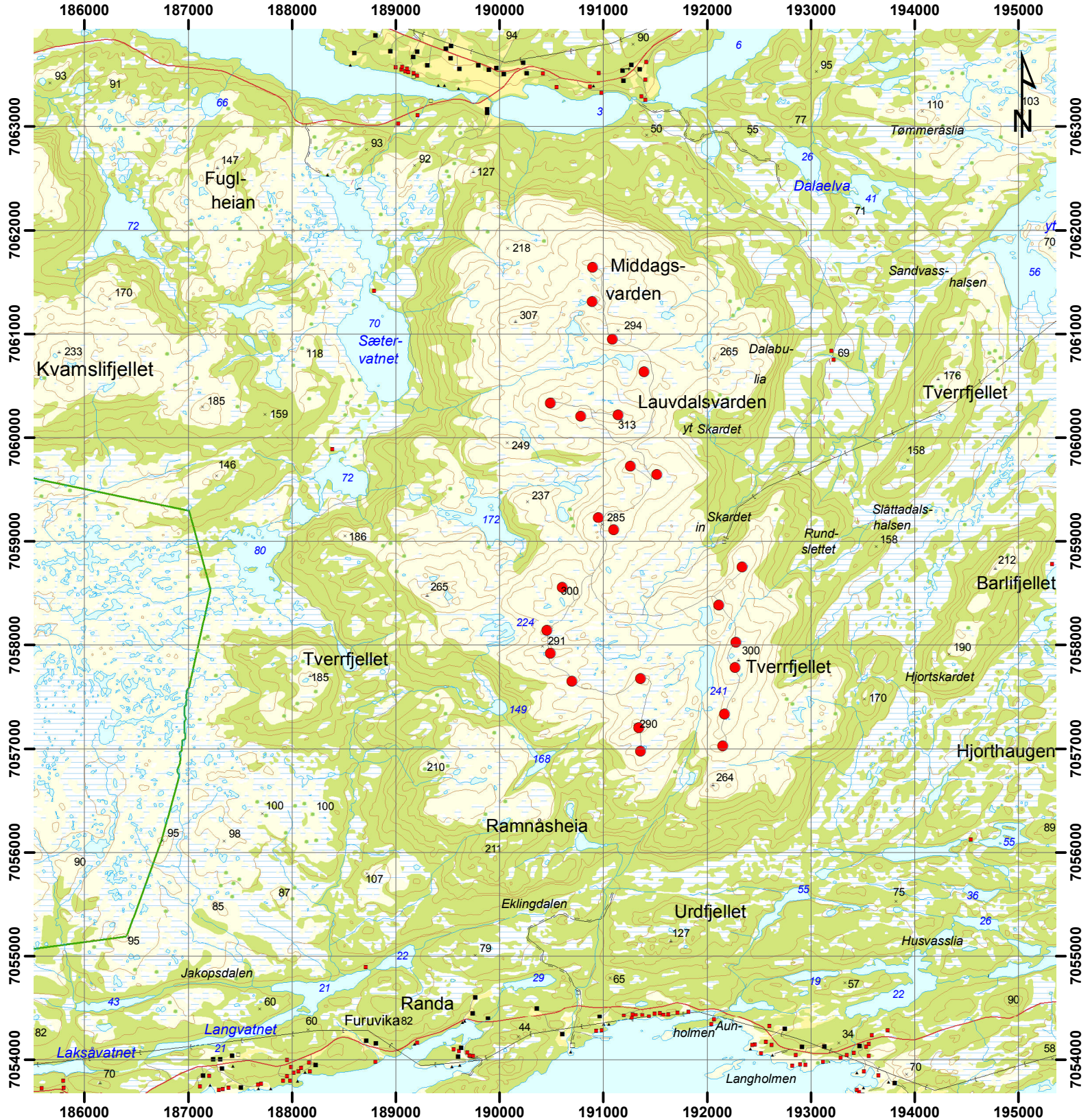
Figure/Drawing Title:  
Turbinplassering

File Name: Turbinplassering Hundhammerfjellet		Rev: 0	
By:RK	Date:30/08/2012	Checked:EB	Date:30/08/2012
Scale: 1:30 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM33	

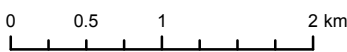
**KJELLER**  
VINDTEKNIKK







● Vindturbiner

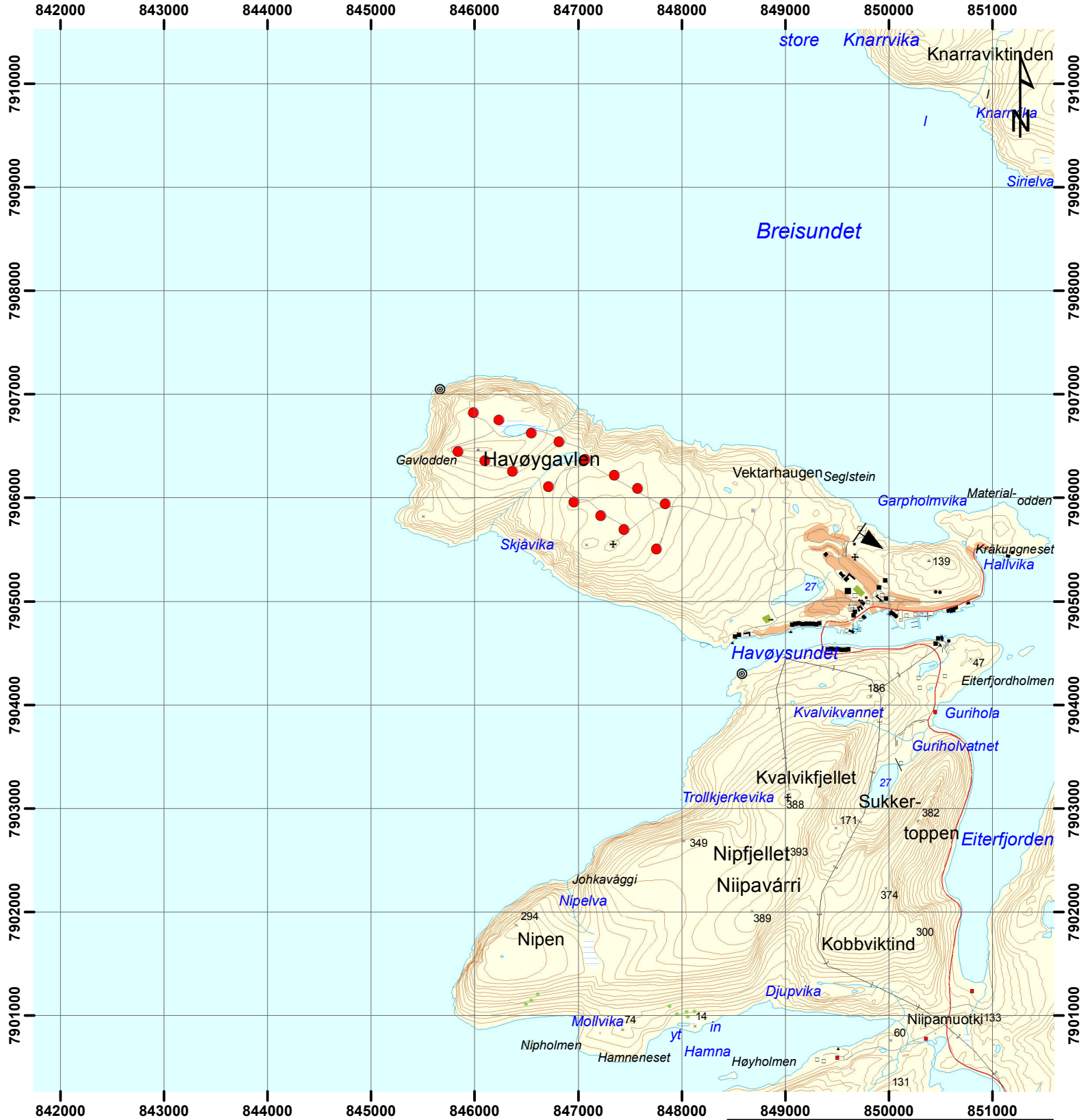


<b>Hitra</b>			
Figure/Drawing Title: <b>Turbinplassering</b>			
File Name: <b>Turbinplassering Hitra</b>		Rev: <b>0</b>	
By: <b>RK</b>	Date: <b>30/08/2012</b>	Checked: <b>EB</b>	Date: <b>30/08/2012</b>
Scale: <b>1:50 000</b>		Papire Size: <b>A4</b>	
Datum: <b>WGS1984</b>		Projection: <b>UTM33</b>	

**KJELLER**  
VINDTEKNIKK





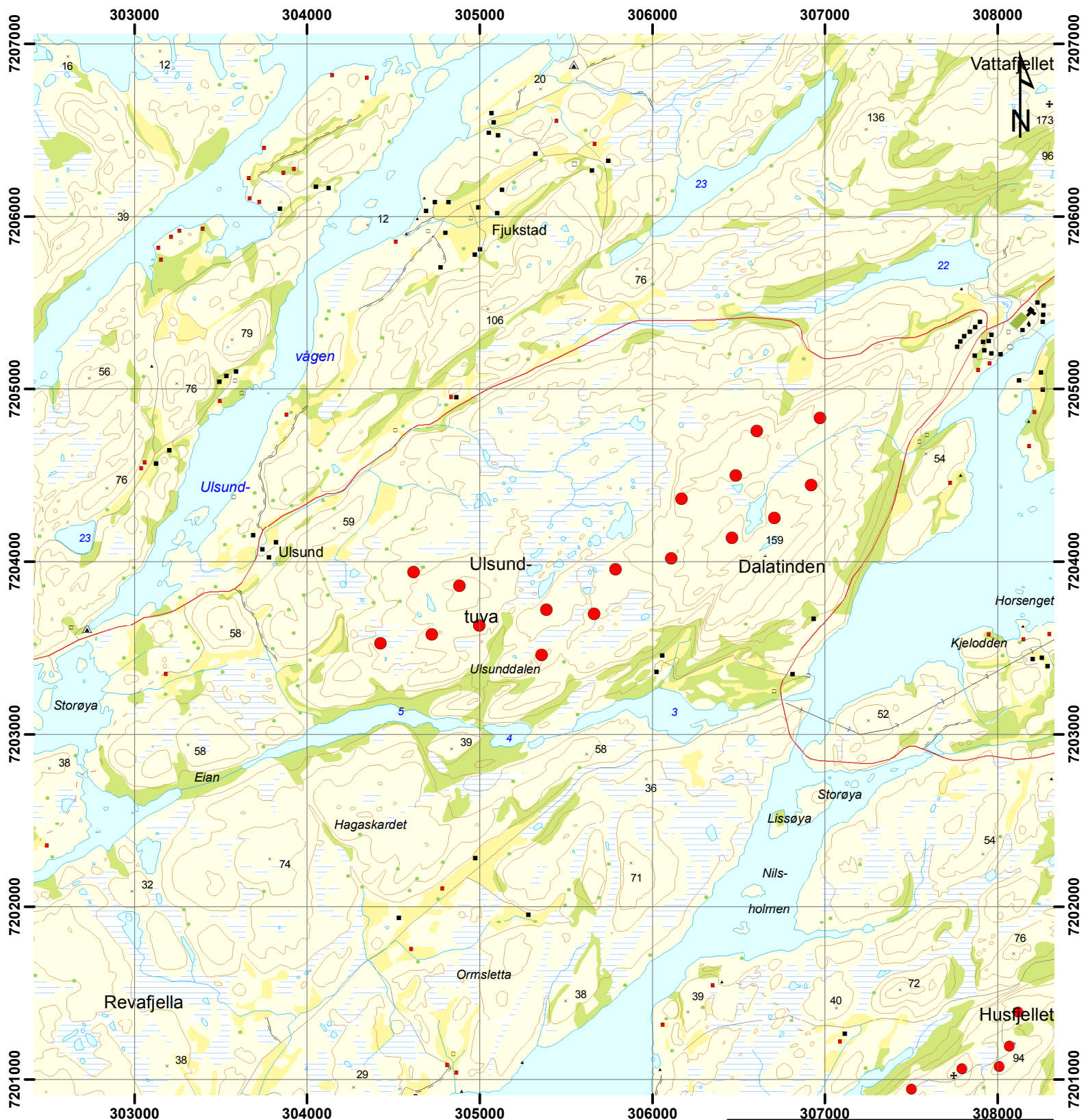


● Vindturbiner

0 0.5 1 2 km

Havøygavlen			
Figure/Drawing Title: Turbinplassering			
File Name: <a href="#">Havøygavlen turbinplassering</a>		Rev: 0	
By: RK	Date: 30/08/2012	Checked: EB	Date: 30/08/2012
Scale: 1:50 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM33	





# Legend

● Vindturbiner

0 0.3 0.6 1.2 km

## Ytre- Vikna

Figure/Drawing Title:

Turbinlayout

File Name: Turbinlayout Ytre Vikna Rev: 0

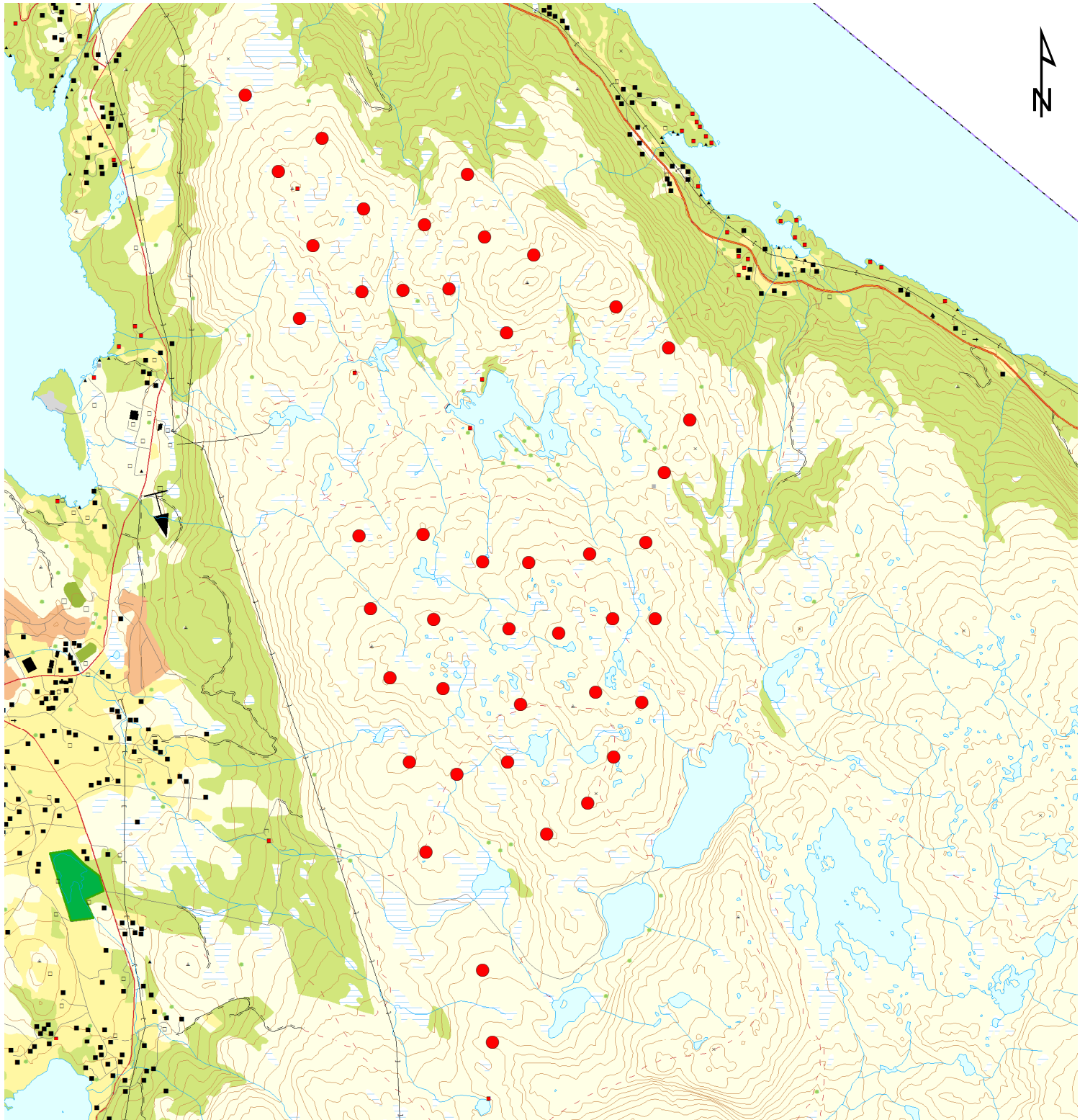
By:RK Date:17/12/2013 Checked:REB Date:17/12/2013

Scale: 1:30 000 Papire Size: A4

Datum: WGS1984 Projection: UTM33

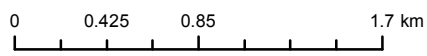






## Legend

- Vindturbiner



### Midtfjellet

Figure/Drawing Title:

Midtfjellet oversikt

File Name: Midtfjellet Rev: 0

By:RK Date:17/12/2013 Checked:REB Date:17/12/2013

Scale: 1:35 000 Papire Size: A4

Datum: WGS1984 Projection: UTM32

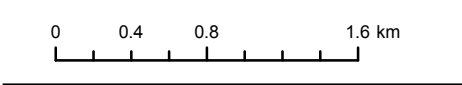






**Legend**

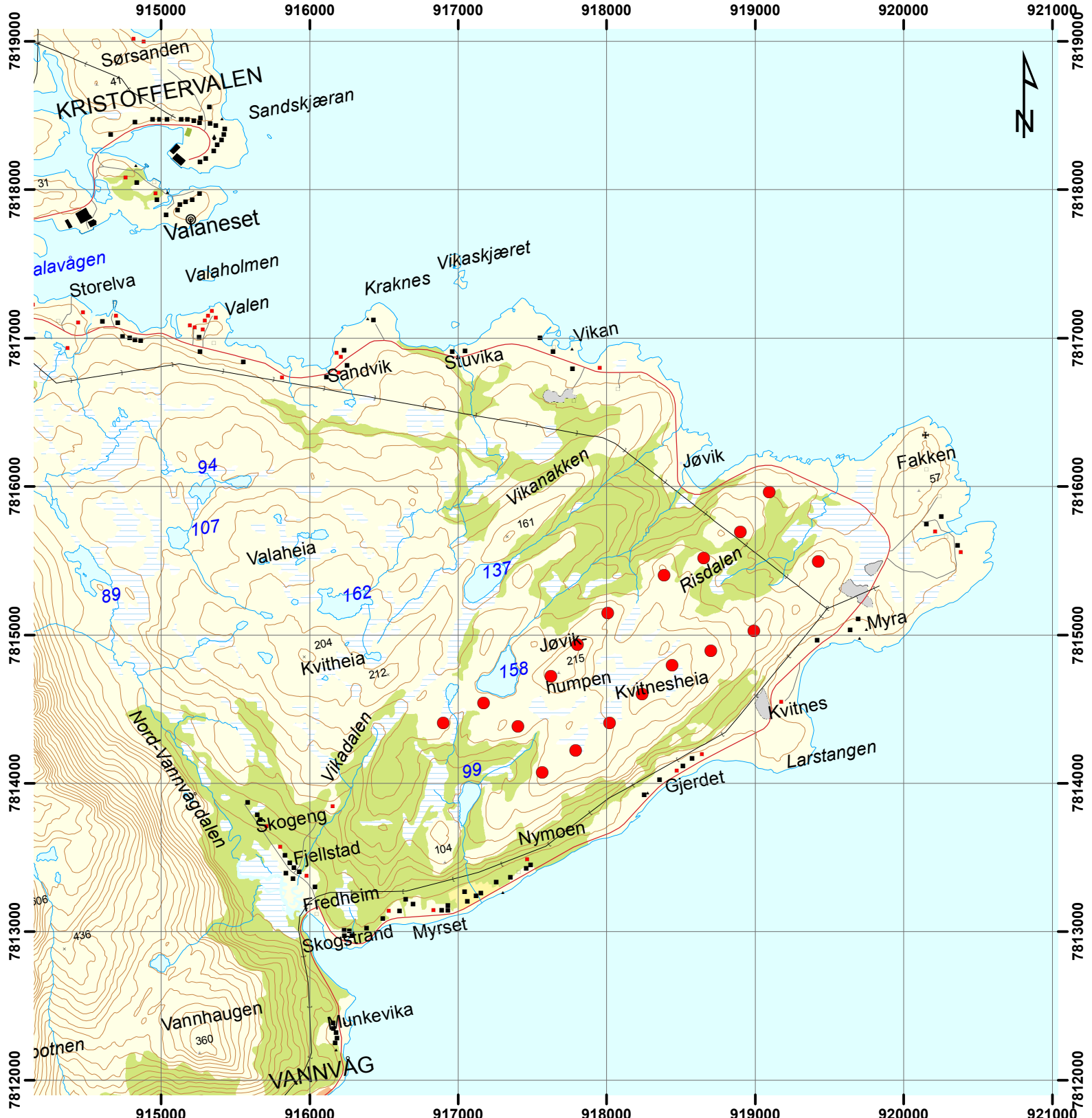
- Vindturbiner



Lista			
Figure/Drawing Title:			
Layout			
File Name: Lista		Rev: 0	
By:RK	Date:17/12/2013	Checked:REB	Date:17/12/2013
Scale: 1:40 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS84		Projection: UTM32	

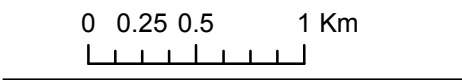






### Legend

- Vindturbiner

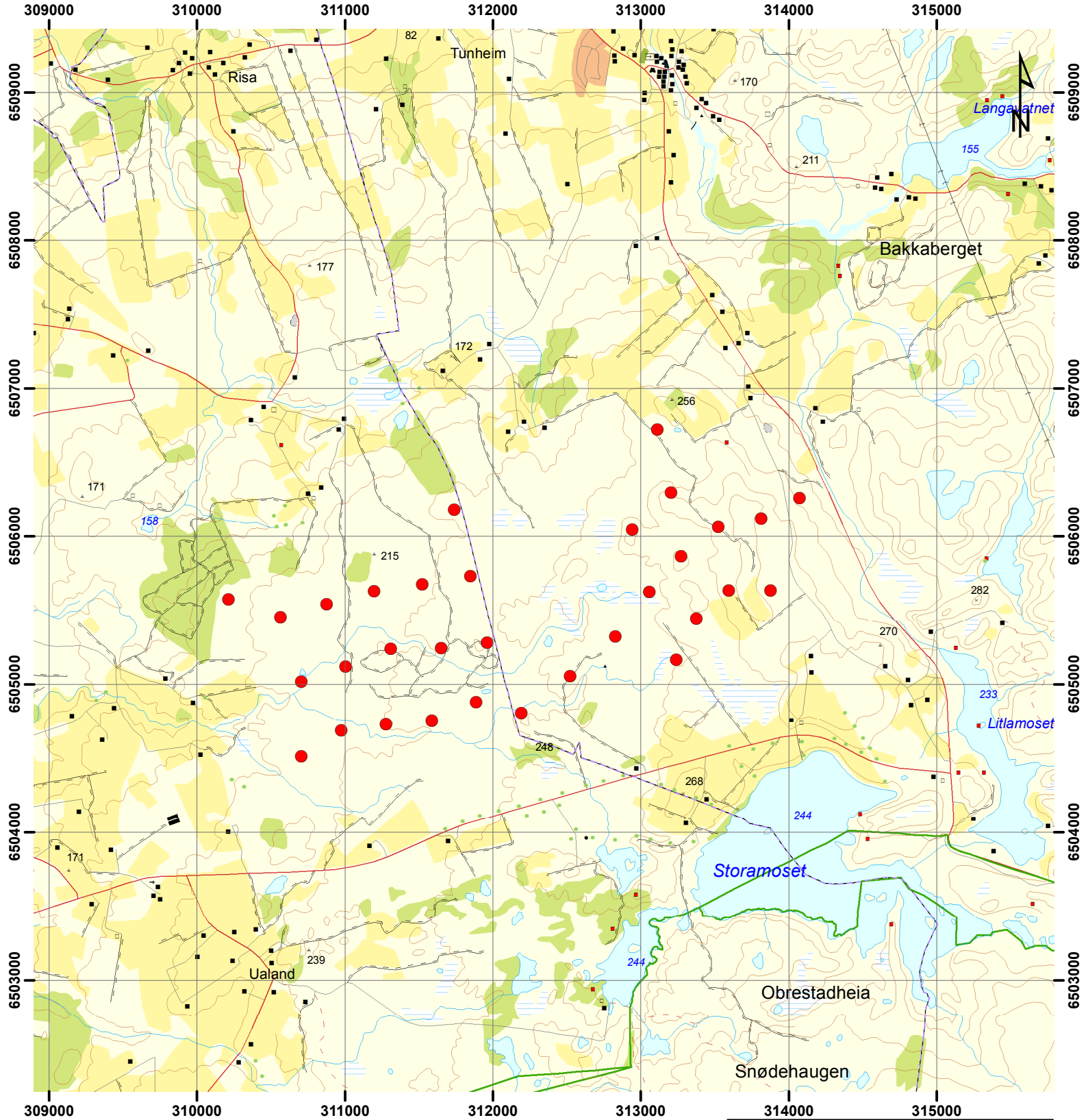


Fakken			
Figure/Drawing Title:			
Layout			
File Name: Fakken		Rev: 0	
By:RK	Date:17/12/2013	Checked:REB	Date:17/12/2013
Scale: 1:35 000		Papire Size: A4	
Datum: WGS1984		Projection: UTM32	

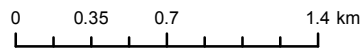
**KJELLER**  
VINDTEKNIKK

**NVE**





● Vindturbiner



### Høg-Jæren

Figure/Drawing Title:

Turbinplassering

File Name: Turbinplassering Høg-Jæren

Rev: 0

By:RK

Date:17/12/2013

Checked:REB

Date:17/12/2013

Scale: 1:35 000

Papire Size: A4

Datum: WGS1984

Projection: UTM33

**KJELLER**  
VINDTEKNIKK



NVE



## Appendiks C Effektkurver for vindparkene

---

Det er utarbeidet vindparkeffektkurver for 15 vindparker i Norge i WindPRO. Inngangsdata er høydekoter og ruhetslengde til terrenget i og rundt vindparkene, langtidskorrigerte vindforhold i vindparken, turbinposisjoner og turbintype. Vindhastigheten i effektkurven er gitt i et punkt i WRF modellen for en høyde. Effektkurven tar høyde for at hver enkeltturbin ikke har samme vindhastighet som det aktuelle modellpunktet. Ved å benytte disse parametrene i WindPRO er det beregnet retningsspesifikke effektkurver (12 sektorer) og en effektkurve som antar en uniform vindretningsfordeling (Park WTG) og disse er listet opp under.

Wind speed [m/s]	Park WTGs [kW]	Mehuken											
		N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	4	5	4	5	4	5	5	4	3	4	4	5	5
2.5	28	35	29	32	26	32	31	27	22	24	22	34	38
3.5	178	193	181	179	139	165	162	174	170	189	177	204	193
4.5	543	578	547	544	424	493	512	548	530	578	528	584	569
5.5	1147	1218	1153	1162	929	1061	1108	1158	1114	1203	1106	1220	1205
6.5	2037	2167	2054	2075	1682	1907	1984	2050	1969	2114	1959	2163	2153
7.5	3255	3461	3285	3323	2713	3070	3179	3271	3139	3367	3118	3456	3446
8.5	4843	5151	4880	4955	4087	4604	4756	4862	4664	4989	4611	5150	5143
9.5	6824	7245	6884	6967	5781	6550	6779	6878	6573	6995	6449	7189	7205
10.5	9088	9644	9165	9253	7774	8851	9139	9180	8741	9242	8515	9533	9617
11.5	11605	12290	11694	11849	10074	11467	11844	11729	11124	11713	10798	12125	12286
12.5	14319	15017	14439	14705	12610	14354	14809	14447	13712	14400	13310	14907	15072
13.5	17039	17606	17248	17557	15372	17363	17706	17123	16333	17094	16045	17719	17692
14.5	19274	19688	19506	19732	18051	19767	19848	19326	18582	19292	18647	19917	19726
15.5	20783	21035	20892	21122	20223	21168	21197	20736	20233	20753	20592	21311	21150
16.5	21797	21944	21892	22091	21531	22095	22105	21727	21344	21816	21793	22188	21989
17.5	22395	22473	22463	22578	22272	22548	22555	22357	22099	22460	22472	22590	22471
18.5	22651	22690	22691	22709	22617	22695	22704	22648	22523	22685	22695	22710	22678
19.5	22720	22726	22730	22729	22716	22724	22728	22721	22698	22726	22728	22728	22723
20.5	22730	22730	22730	22730	22730	22728	22730	22730	22728	22730	22730	22730	22730
21.5	22694	22730	22730	22730	22730	22730	22730	22730	22730	22730	22730	21880	22730
22.5	22529	22730	22730	21880	22730	22730	22503	22730	22730	22730	21880	21880	21880
23.5	21720	21880	21880	21880	22248	21880	21880	21880	21880	21030	21030	21087	21880
24.5	21247	21880	21880	21030	21030	21030	21880	21880	21030	20180	20180	21030	21880
25.5	20792	21880	21030	20180	20180	21030	21030	21030	21030	20180	20180	20180	21030
26.5	19470	18720	20180	20180	20180	15560	20180	18720	20180	20180	20180	20180	17870
27.5	18176	15560	17870	20180	17870	13250	17870	17870	20180	19330	20180	13250	17870
28.5	14745	15560	14710	14710	15560	10940	8630	15560	17020	19330	14710	10940	10940
29.5	8849	9240	9240	2310	10090	6320	8630	11550	13860	6930	2310	4010	8630



Wind speed [m/s]	Park WTGs [kW]	Lindesnes											
		N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5	15	18	23	20	18	10	6	13	27	30	13	2	5
4.5	88	106	116	110	91	63	54	95	126	132	83	44	55
5.5	215	251	269	259	220	165	149	233	288	298	207	127	154
6.5	400	462	489	474	408	316	293	433	519	536	386	254	299
7.5	658	752	791	767	669	534	499	707	834	862	638	438	505
8.5	998	1130	1187	1148	1015	825	775	1064	1246	1286	971	687	781
9.5	1427	1603	1680	1620	1449	1200	1130	1509	1757	1805	1396	1015	1142
10.5	1922	2133	2225	2146	1943	1650	1564	2020	2315	2364	1898	1430	1584
11.5	2428	2651	2741	2654	2441	2139	2055	2538	2831	2872	2420	1923	2084
12.5	2875	3075	3143	3067	2879	2605	2547	2983	3212	3246	2883	2443	2585
13.5	3230	3381	3432	3372	3233	2998	2972	3307	3485	3510	3249	2905	3015
14.5	3484	3595	3628	3581	3482	3303	3303	3539	3663	3678	3505	3258	3337
15.5	3645	3721	3735	3703	3637	3523	3533	3687	3748	3753	3666	3509	3560
16.5	3727	3766	3770	3755	3717	3651	3667	3755	3771	3769	3744	3669	3696
17.5	3748	3766	3760	3754	3738	3710	3733	3769	3749	3741	3759	3742	3755
18.5	3727	3728	3715	3719	3717	3721	3746	3744	3698	3685	3734	3760	3762
19.5	3682	3671	3653	3664	3672	3697	3723	3694	3633	3619	3684	3738	3732
20.5	3625	3606	3587	3603	3616	3653	3679	3632	3566	3552	3623	3694	3681
21.5	3564	3542	3523	3541	3558	3602	3624	3569	3503	3489	3560	3636	3621
22.5	3508	3483	3466	3487	3505	3546	3566	3509	3450	3441	3501	3575	3559
23.5	3463	3438	3426	3447	3465	3498	3512	3458	3417	3415	3455	3517	3502
24.5	3435	3413	3409	3424	3441	3464	3469	3425	3408	3409	3427	3469	3456
25.5	3176	3408	3410	2732	2743	3437	3438	3411	3415	2734	3418	3432	3421
26.5	2543	3418	2738	2049	2057	3435	3430	3413	1371	685	2737	3422	3414
27.5	1241	1371	0	682	683	1375	2057	2051	0	0	681	3426	2734
28.5	569	0	0	683	681	684	1368	685	0	0	682	683	1367
29.5	379	0	0	0	682	682	682	0	0	0	685	681	683

Wind speed [m/s]	Park WTGs [kW]	Hundhammerfjellet											
		N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	8	21	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	15
3.5	966	1375	496	213	133	614	1429	1539	778	90	34	734	1611
4.5	2642	3415	1827	1207	1019	2051	3497	3723	2305	920	829	2249	3845
5.5	5180	6557	3752	2721	2317	4103	6633	7079	4603	2233	1926	4467	7347
6.5	8838	11055	6476	4816	4156	7051	11269	11958	7861	4014	3547	7635	12381
7.5	13604	16879	10161	7615	6599	11053	17271	18178	12242	6393	5672	11918	18763
8.5	19024	23260	14808	11174	9778	16066	23824	24799	17548	9485	8448	17204	25470
9.5	24416	29132	20108	15476	13682	21606	29910	30711	23227	13393	11933	22911	31315
10.5	28810	33253	25537	20381	18094	27048	33999	34339	28558	18054	16014	28352	34745
11.5	31782	35272	30329	25398	22705	31563	35604	35676	32488	23149	20395	32549	35799
12.5	33656	35878	33671	29909	27085	34281	35956	35966	34666	28138	24843	34784	35982
13.5	34824	35989	35369	33342	30662	35470	35996	35999	35624	32228	28890	35660	36000
14.5	35497	36000	35911	35226	33192	35888	36000	36000	35935	34797	32053	35936	36000
15.5	35817	36000	35993	35842	34794	35983	36000	36000	35995	35781	34212	35992	36000
16.5	35943	36000	36000	35976	35607	35999	36000	36000	36000	35975	35359	36000	36000
17.5	35984	36000	36000	35997	35907	36000	36000	36000	36000	35999	35808	36000	36000
18.5	34058	30000	36000	36000	35984	36000	36000	30000	36000	36000	35957	36000	33000
19.5	30964	24000	36000	36000	35999	36000	33000	27000	36000	36000	35994	36000	15000
20.5	21237	18000	36000	36000	36000	36000	6000	6000	33000	36000	36000	36000	3000
21.5	17944	9000	27700	33000	36000	36000	3000	3000	23000	36000	36000	33000	0
22.5	12751	3000	27000	29000	36000	27000	0	0	6900	36000	36000	15000	0
23.5	9377	0	13800	23100	36000	9000	0	0	3300	33900	36000	9000	0
24.5	7193	0	3700	16500	30000	6000	0	0	0	25200	36000	6000	0
25.5	4920	0	3000	9000	21000	6000	0	0	0	15000	30000	0	0
26.5	2203	0	0	3000	12000	0	0	0	0	3000	21000	0	0
27.5	1153	0	0	3000	9000	0	0	0	0	0	12000	0	0
28.5	862	0	0	0	9000	0	0	0	0	0	9000	0	0
29.5	708	0	0	0	3000	0	0	0	0	0	9000	0	0



Wind speed [m/s]	Park WTGs [kW]	Bessakerfjellet											
		N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	27	30	32	27	22	18	27	33	34	27	21	20	23
2.5	256	287	317	255	187	140	250	331	350	255	167	147	200
3.5	958	1057	1158	950	727	582	931	1222	1282	945	666	599	765
4.5	2384	2608	2868	2358	1830	1491	2323	3019	3163	2344	1689	1531	1920
5.5	4783	5211	5728	4729	3708	3039	4676	6006	6296	4708	3433	3133	3887
6.5	8358	9088	9982	8253	6531	5386	8181	10436	10931	8220	6062	5568	6829
7.5	13306	14494	15856	13216	10482	8675	13070	16420	17224	13188	9760	8963	10964
8.5	19576	21243	23163	19492	15625	13045	19282	23934	25039	19423	14597	13492	16341
9.5	27017	29290	31835	27078	21884	18418	26791	32454	33978	27044	20537	19043	22892
10.5	34947	37800	40611	35452	29149	24837	34989	40648	42503	35561	27476	25618	30563
11.5	42164	45255	47627	43130	36608	31915	42496	47327	48984	43323	34790	32899	38490
12.5	48128	50807	52738	49206	43529	39004	48729	52261	53614	49335	41866	40253	45424
13.5	52837	54994	56138	53826	49584	45703	53469	55590	56495	54107	48417	47045	51141
14.5	55825	57198	57503	56602	53839	51275	56397	57302	57591	56801	53375	52562	55240
15.5	57133	57698	57733	57556	56121	54896	57503	57712	57745	57631	56086	55919	57147
16.5	57583	57748	57750	57737	57023	56712	57730	57749	57750	57746	57320	57345	57680
17.5	57709	57750	57750	57750	57424	57436	57750	57750	57750	57750	57690	57684	57748
18.5	57740	57750	57750	57750	57631	57668	57750	57750	57750	57750	57746	57743	57750
19.5	57003	57750	57750	57750	57717	57734	57750	55440	55440	57750	57750	57750	57750
20.5	56342	55440	55440	57750	57745	57747	57750	53130	55440	57750	57750	57750	57750
21.5	52656	52668	49049	54670	57750	57750	57750	42042	42350	57750	57750	57750	57750
22.5	44411	43505	25410	50820	54362	57750	48510	29029	21021	55440	57750	57750	57750
23.5	33153	18095	13860	35112	49203	55902	36960	10857	6391	41657	53130	55440	57750
24.5	22057	3311	6776	20790	39270	55440	22099	2310	0	14476	48356	53900	42504
25.5	10966	2310	0	6930	18480	46200	2387	0	0	0	32340	39270	17248
26.5	6622	0	0	0	11550	32340	0	0	0	0	20790	32340	2310
27.5	2571	0	0	0	11550	13860	0	0	0	0	11550	4620	0
28.5	910	0	0	0	4620	4620	0	0	0	0	4620	2310	0
29.5	385	0	0	0	4620	2310	0	0	0	0	0	2310	0



















Wind speed [m/s]	Park WTGs [kW]	Lista											
		N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	27	53	9	0	0	0	0	0	0	24	34	107	0
3.5	1748	2292	2014	1172	1059	1239	1428	1632	1876	1847	1780	2288	2041
4.5	4709	5691	5143	3700	3680	3883	4185	4521	4778	4603	4871	5591	5247
5.5	9132	10928	9958	7396	7299	7652	8172	8807	9253	8891	9429	10683	10109
6.5	15464	18419	16804	12626	12471	13027	13895	14919	15664	15051	15918	18034	17058
7.5	24026	28527	26095	19713	19482	20311	21626	23198	24334	23405	24764	27905	26448
8.5	34808	40921	37855	28879	28552	29756	31674	33930	35556	34027	35620	39697	38478
9.5	46867	53351	50522	40024	39746	41622	44118	46888	48814	45938	46613	51407	51667
10.5	58405	63366	61063	51690	52029	54806	57080	59551	60866	57274	56800	62111	62577
11.5	67029	69353	68300	62292	63203	65775	66699	68064	68462	66245	65695	69340	69254
12.5	70664	71130	70875	69443	69832	70517	70416	70948	71041	70559	70435	71180	71151
13.5	71240	71290	71274	71157	71172	71217	71152	71273	71284	71248	71214	71289	71290
14.5	71294	71298	71298	71286	71287	71292	71283	71297	71298	71294	71292	71299	71299
15.5	71299	71300	71300	71299	71299	71299	71298	71300	71300	71300	71299	71300	71300
16.5	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300
17.5	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300
18.5	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300
19.5	69783	69000	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	71300	63787	71300
20.5	67760	64400	66700	71300	71300	71300	71300	71300	71300	67390	64400	59800	71300
21.5	63473	57500	64400	71300	71300	71300	69843	69000	68540	57117	57500	53360	62100
22.5	58142	46000	48300	71300	69000	71300	66700	61180	52977	48300	52977	50600	55200
23.5	47333	29900	40250	58267	64400	67313	52900	52900	39100	37950	48300	35113	41553
24.5	31726	16100	18553	46000	57500	41400	46000	32200	23000	26757	39100	19167	14183
25.5	18072	9200	9200	32200	41400	25300	18400	20700	6900	18400	25300	9200	4600
26.5	9019	4600	2300	23000	25300	11500	11500	6900	2300	13800	9200	2300	0
27.5	3498	0	0	11500	9200	4600	6900	0	0	2300	6900	0	0
28.5	822	0	0	0	0	2300	4600	0	0	0	2300	0	0
29.5	213	0	0	0	0	0	2300	0	0	0	0	0	0

Wind speed [m/s]	Park WTGs [kW]	Midtfjellet											
		N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	4	0	0	23	16	0	0	0	0	24	3	0	0
3.5	713	715	907	1417	1313	948	423	301	566	1156	1114	606	396
4.5	3841	3825	4115	5622	5062	4576	3154	2796	3409	5142	4722	3734	3099
5.5	9545	9493	9928	12688	11547	10889	8376	7724	8734	11922	10968	9414	8302
6.5	17646	17538	18161	22507	20806	19751	15808	14813	16381	21350	19868	17390	15784
7.5	28003	27820	28722	35118	32780	31143	25276	23780	26164	33417	31483	27563	25263
8.5	41162	40848	42011	50822	47620	45639	37441	35303	38691	48567	46124	40676	37405
9.5	57261	56975	57816	68467	64303	63272	52891	50098	54390	66045	63197	57078	52917
10.5	74641	74134	73888	85345	80195	81378	70748	67469	71782	83452	80395	75381	70816
11.5	91350	89955	88467	98951	93618	96784	88789	86244	89415	98733	95439	92766	88946
12.5	103565	102472	100651	107341	103883	106504	102503	101159	102402	107353	105792	104666	103030
13.5	108659	108290	107136	109729	108557	109552	108321	107980	108324	109766	109555	108979	108724
14.5	109819	109801	109348	109997	109789	109977	109704	109723	109801	109999	109996	109861	109847
15.5	109989	109993	109929	110000	109987	110000	109963	109990	109992	110000	110000	109995	109996
16.5	110000	110000	109999	110000	110000	110000	109999	110000	110000	110000	110000	110000	110000
17.5	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000
18.5	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000
19.5	109762	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	107500	110000	110000	110000
20.5	108679	110000	110000	102500	102500	110000	110000	110000	110000	102500	110000	110000	110000
21.5	106649	107500	107500	95000	95000	107500	110000	110000	110000	97333	103417	110000	110000
22.5	101803	100333	92500	87500	86333	105000	107500	110000	107167	86917	94583	110000	107500
23.5	93598	95000	87500	70667	71833	82667	107000	107500	90000	82500	83750	100000	105917
24.5	79759	85917	78417	58667	55500	62583	102500	97500	74750	61333	53750	83250	94500
25.5	48858	55000	60000	30000	37500	37500	60000	62500	52500	27500	27500	54750	55000
26.5	33560	40000	45000	20000	22500	20000	32500	52500	40000	20000	7500	30000	32500
27.5	19913	27500	30000	10000	20000	10000	20000	32500	22500	7500	2500	15000	22500
28.5	9861	15000	17500	2500	5000	2500	7500	20000	12500	2500	0	7500	7500
29.5	6427	7500	15000	0	2500	0	5000	12500	12500	0	0	0	5000



## Utgitt i Rapportserien i 2014

- Nr. 1 Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere
- Nr. 2 Det høyspente distribusjonsnett. Innsamling av geografiske og tekniske komponentdata
- Nr. 3 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet: Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark, Hanne Heiberg, Steinar Myrabø
- Nr. 4 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7. Skred og flomsikring. Sikringstiltak mot skred og flom Befaring i Troms og Finnmark høst 2013
- Nr. 5 Kontrollstasjon: NVEs gjennomgang av elsertifikatorordningen
- Nr. 6 New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. Tuomo Saloranta
- Nr. 7 EBO Evaluering av modeller for klimajustering av energibruk
- Nr. 8 Erfaringer fra ekstremværet Hilde, november 2013
- Nr. 9 Erfaringer fra ekstremværet Ivar, desember 2013
- Nr. 10 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 3. kvartal. Ellen Skaansar (red.)
- Nr. 11 Energibruksrapporten 2013
- Nr. 12 Fjernvarmens rolle i energisystemet
- Nr. 13 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer. Delprosjekt. 5.1.5
- Nr. 14 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer
- Nr. 15 Tilleggsrapport: Oppsummering av Energimyndighetens og NVEs gjennomgang av elsertifikatorordningen
- Nr. 16 Flomberegning for Nesttunvassdraget (056.3Z). Thomas Væringstad
- Nr. 17 Årsrapport for tilsyn
- Nr. 18 Verktøyprosjektet - hydrologi 2010-2013. En oppsummering av aktiviteter og resultater. Erik Holmqvist (red.)
- Nr. 19 Flom og jordskred i Nordland og Trøndelag desember 2013. Elin Langsholt, Erik Holmqvist, Delia Welle Kejo
- Nr. 20 Vindkraft - Produksjon i 2013





Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo

Telefon: 09575  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

