

Pilotprojekt Uljabuouda

Slutrapport



Summary

Under åren 2007-2010 har Skellefteå Kraft AB uppfört en vindkraftpark bestående av tio stycken 3MW vindkraftverk på fjället Uljabuouda i Arjeplogs kommun. Turbinerna är av typen WWD-3 med en navhöjd på 80 meter och en rotordiameter på 90 meter.

Vindkraftparken på Uljabuoudafjället är en av de första som byggts ovan trädgränsen i svensk fjällmiljö. Vindkraftverken är anpassade till kallt klimat och har ett system för avisning av vingarna installerat.

Tillståndprocessen för etableringen blev långdragen och det tog hela åtta år innan alla tillstånd hade beviljats.

Även upphandlingen av vindkraftverken tog längre tid än förväntat. Under perioden 2006-2008 då upphandlingen genomfördes var det svårt att få tag på en turbinleverantör som ville erbjuda vindkraftverk med avisningssystem för vingarna.

Uljabuouda vindkraftpark beviljades i december 2006 pilotstöd från Energimyndigheten på högst 35 miljoner. De slutliga investeringskostnaderna för projektet blir högre än budgeterat. Den huvudsakliga orsaken till fördyringen är det överhettade marknadsläge som rådde under den period som upphandlingen av vindkraftverken genomfördes.

Uljabuouda vindkraftpark är i full drift sedan vintern 2010/2011 och våra erfarenheter hittills är att avisningssystemet fungerar väl även vid svåra nedisningsförhållanden.

Summary

During the period of 2007-2010 Skellefteå Kraft AB erected a wind farm comprising 10 3 MW wind turbines on the mountain Uljabuouda in the municipality of Arjeplog. The turbines are of the type WWD-3 with a hub height of 80 meters and a rotor diameter of 90 meters.

The Uljabuouda wind farm is one of the first erected above the treeline in the Swedish mountains. The wind turbines are adapted to cold climate equipped with an ice prevention system for the blades.

The process of obtaining the necessary permits for the erection of the wind farm was lengthy and lasted during the period of 2000 to 2008.

Also the procurement process took longer than expected. During the period of 2006-2008 when the procurement was performed it was difficult to find a supplier who could offer wind turbines equipped with a deicing system.

In December 2006 the Uljabuouda project was granted a subsidy from the Swedish Energy Agency, the maximum of 35 million Swedish crownes. The final investment costs of the project will be higher than previously estimated. The main reason for this was the prevailing market conditions during the procurement period.

The Uljabuouda wind farm is in full operation since the winter of 2010/2011 and so far our experiences are that the ice prevention system is working well even at harsh icing conditions.

Innehållsförteckning:

1	INLEDNING	1
2	ALLMÄN BESKRIVNING	2
3	BAKGRUND.....	4
4	MILJÖTILLSTÅND	5
4.1	INTRESSETER	8
5	PROJEKTORGANISATION.....	11
6	GENOMFÖRANDEPERIOD	12
7	SITING	13
7.1	VINDMÄTNING I KALLT KLIMAT.....	13
7.2	PRODUKTIONSBERÄKNINGAR.....	16
7.3	UTFORMNING AV VINDKRAFTPARK OCH TURBULENS	18
8	UPPHANDLING AV TURBINER.....	20
9	VÄGAR OCH UPPSTÄLLNINGSYTOR.....	22
10	FUNDAMENT	25
11	REGIONALT ELNÄT	26
11.1	SAMKÖRNING AV VIND OCH VATTENKRAFT	26
11.2	FÖRSTÄRKNING AV REGIONLEDNING	27
12	LOKALT ELNÄT	28
12.1	INBYGGD TRANSFORMATORSTATION	28
12.2	LEDNINGSFÖRLÄGGNING.....	29
12.3	JORDNING	30
13	KOMMUNIKATION, FJÄRRKONTROLL.....	32
14	TURBINER.....	33
14.1	GENERELL INFORMATION.....	33
14.2	RESNING	35
14.3	ANPASSNING TILL KALLT KLIMAT	37
14.4	DEICING.....	38
14.5	ERFARENHETER	40
15	DRIFT OCH UNDERHÅLL	42
16	EKONOMI.....	43

Pilotprojekt Uljabuouda

Slutrapport

1 Inledning

Vindkraftparken på Uljabuoudafjället i Arjeplogs kommun är Skellefteå Krafts första egenbyggda vindkraftpark och bland de första som byggts ovan trädgränsen i svensk fjällmiljö. Ett forskningssamarbete med Energimyndigheten har resulterat i utvecklingen av unik teknik för vindkraft i kallt klimat. Vindkraftanläggningen i Uljabuouda är den första vindkraftpark där avisningsutrustning för vindkraftverkets vingar används i full skala och erfarenheterna därifrån kommer att ligga till grund för framtida projekt inom vindkraft.



Utsikt från Uljabuouda mot Uddjaur

2 Allmän beskrivning

Skellefteå kraft är en av Sveriges största elproducenter med en årsproduktion på nästan 4 TWh. Idag består produktionen till största delen av vattenkraft från Norrländska älvar men stora satsningar görs på bioenergi och vindkraft. Målet är att öka produktionen av förnyelsebar kraft med 1 TWh till år 2020. Skellefteå kraft har tagit ett strategiskt beslut att utveckla, bygga och driva egna vindkraftanläggningar. Den första av dessa anläggningar är Uljabuouda vindkraftpark i Arjeplogs kommun.

Uljabuouda vindkraftpark;

- 10 vindkraftverk
- 30 MW
- Årsproduktion cirka 80 GWh
- Byggstart: 2007
- Driftstart: 2009 4 turbiner,
2010 6 turbiner



Arjeplog i Norrbottens inland

Uljabuouda-fjället ligger 18 km sydväst om Arjeplog. Det definieras som lågfjäll och miljön utgörs av hedmark på kalfjäll cirka 780 meter över havet. Årsmedelvinden är 8 meter per sekund, men tidvis blåser det mycket mer, inte minst på vintern. Förhållandena kan vara mycket kärva, med upp till sex meters snödjup. Berget omges av omfattande sjösystem vilka delvis ligger isfria långt in i vintersäsongen. Detta bidrar till att öka problemen med ispåväxt.



© Lantmäteriet Dnr 2011/1460

Uljabuoudafjällets läge

Uljabuoudafjället ligger inom Maskaure samebys renbetesmarker varför störande arbeten begränsats vid kalvningssäsongen under vårvintern.

Djurlivet i området har begränsat både det tillgängliga området för vindkraftparken samt medfört krav på särskilt medgivande från tillsynsmyndigheten för störande arbeten under perioden februari-maj.

Vindkraftpark i fjällmiljö;

- Kärvt klimat
- Hänsyn ska tas till rennäring
- Speciella markförållanden
- Avlägsen belägenhet
- Hänsyn ska tas till det speciella djurlivet och miljön

3 Bakgrund

Det hela startade med ett examensarbete på komvux som kartlade de bästa platserna att bygga vindkraft på i Arjeplogs kommun. Fjället Uljabuouda befanns vara den mest lämpade platsen för vindkraft i kommunen. Vind mätningar gjordes och år 2000 påbörjades en miljöprövning för att få uppföra 8-12 vindkraftverk på Uljabuouda.

Tillståndsprocessen för projektet skulle visa sig lång och snårig. Bland annat utfärdade Länsstyrelsen i Norrbotten 2002 ett tillfälligt naturreservat för att utvärdera om området skulle avsättas permanent för naturskydd. Inte förrän 2005, då reservatsplanerna föll kunde regeringen ge projektet så kallad tillåtlighet. Samma år förvärvade Skellefteå Kraft AB projekträttigheterna genom köpet av bolaget Bisov Energi AB

I samband med att Energimyndighetens PILOT-program annonserades 2005 söktes medel från projektet. Tillståndsprocessen gjorde att det fanns ett antal frågetecken i genomförandet. När dessa skingrades kunde Energimyndigheten i slutet av 2006 bevilja projektet medel för att arbeta med en marknadsintroduktion av vindkraft i fjällmiljö och arktiskt klimat. PILOT-projektet innefattar anpassning av vindkraftverken inklusive avisningsystem för vingarna men också anläggning av nödvändig infrastruktur såsom vägar elanslutning mm.



Uljabuouda

4 Miljötillstånd

Reglerna för etablering av vindkraft har ändrats mycket från år 2000 till idag. När tillståndsansökan inlämnades var 8-12 verk att betrakta som en mycket stor anläggning och ansökan skulle behandlas av Miljödomstolen. Tillåtlighet skulle inhämtas från Regeringen. När tillåtlighet väl gavs skulle villkor för etableringen beslutas av tillsynsmyndigheten – Länsstyrelsen i Norrbotten. I fallet Uljabuouda ville dock Länsstyrelsen att kontrollprogrammet skulle fastställas under domstolsförhandlingarna.

Granér Natur och Miljö anlätades för att ta fram ett kontrollprogram som uppfyllde kraven från tillsynsmyndigheten. Det blev det mest ambitiösa programmet som tagits fram för en vindkraftetablering. Det täckte in studier före under och efter etableringen med fokus på rennäring, rovdjur samt fåglar. Till programmet knöts också en oberoende referensgrupp med nationell expertis för att granska och utvärdera resultatet.



Markering av vindkraftverkens läge inför miljödomstolsförhandlingar

En annan känslig miljöfråga för etableringen var tillfartsvägen upp på berget. Denna skulle dras genom ett orört och brant skogsområde. Ett flertal dragningsalternativ studerades och framför allt också typen av väg som skulle byggas. Metoden för anläggning av väg valdes slutligen till en vattengenomsläpplig väggropp konstruerad av dittransporterat gråberg, samt ett minimalt antal trummor och dikningar. På så sätt kunde vattenflödet och floran i skogen påverkas minimalt.



Förhandlingssdelegationen vandrar tänkt vägsträckning upp på Uljauouda

Tillstånd för etablering gavs i september 2006 med ett antal villkor, och krav på återrapporering av kontrollprogrammets resultat efter fem år.

Kontrollprogrammet har sedan pågått under 6 år och resultaten återrapporeras till Miljödomstolen hösten 2011. I korthet kan slutsatserna sammanfattas enligt nedan.

Rennäring bedrivs på Uljabuouda av Maskaure Sameby. De spillningsinventeringar som gjorts på Uljabuodua samt referensfjället Ledvattsfjället har visat en stor variation i förekomsten av ren mellan åren. Det har också skilt sig mycket mellan Uljabuouda och Ledvattsfjället. Det går inte ur materialet att utläsa om vindkraftetableringen påverkat rennäringen eller ej.



Renar på Uljabuouda under byggtiden

Tre av våra fyra stora rovdjur uppehåller sig på Uljabuoda. Det förekommer också föryngring av Järv i området. Rovdjurstätheten har varit lägre under själva etableringstiden, men verkar återhämta sig när verken kommit i drift och aktiviteterna på Uljabuouda minskat. Järvhonan lämnade sin lya, men orsaken till detta är inte känd. Det ingår i Järvens naturliga mönster att flytta mellan olika lyor.

Inga av våra skyddade rovfåglar häckade före etableringen i Uljabuoudas direkta närhet. Det fanns en farhåga att stora rovfåglar skulle kollidera med verken. Speciellt fastställde Miljödomstolen ett minimiavstånd för vindkraftetablering till den brant som förväntades vara den mest attraktiva häckningsplatsen för t.ex. kungsörn. Kontrollprogrammet har inte kunnat konstatera några kollisioner mellan vindkraftverk och rovfågel, och inte heller några förändringar i häckningsmönster hos desamma.

Varje sommar har en så kallad häckfågelinventering gjorts uppe på fjällheden där verken placerats. Naturvårdsverket befarade i sitt samrådssvar till tillståndprocessen att nyckelarten ljungpipare skulle försvinna helt från platsen om vindkraft etablerades. Under inventeringarna har man kunnat se en viss variation i arter och antal häckfåglar. Framför allt under etableringsåren verkar

vissa arter minskat i antal. Efter etableringen har häckfågelbeståndet återgått till ursprungliga nivåer, med vissa undantag. Ljungpiparen har ej påverkats mer än andra arter och häckar fortfarande på fjället. De nya miljöerna som skapats med grus och sten har gjort att några nya arter som t.ex. gråsparv etablerat sig.



Uppställningsplats med mellanlager för torn

4.1 Intressenter

Under processen har det framkommit några parter som visat speciellt stort engagemang i etablering av vindkraft på Uljabuouda.

Maskaure Sameby med ordföranden Peter Larsson har under hela processen ställt sig tveksamma till etableringen. Man har befarat att vindkraften skulle påverka samebyns rennäring. När Skellefteå Kraft tog över projektet var en av de första åtgärderna att inleda ett antal möten för att diskutera förutsättningarna med Maskaure. Även representanter från SSR (Svenska Samernas Riksförbund) deltog i dessa diskussioner. Det fastslogs att det fanns en risk att rennäring inte skulle kunna bedrivas på samma sätt som tidigare. De förändringar som etableringen skulle kunna innebära i värsta fall kvantifierades och parterna kom överens om en årlig inträngsersättning.

Arjeplogs kommun har under processen agerat ambivalent, och kommunstyrelsen har vid olika tillfällen beslutat om att förorda respektive motverka etableringen. När Skellefteå Kraft fått miljötillståndet klart inleddes en process med MBR (Miljö Byggnads och Räddnings)-nämnden om bygglov. Handläggningen fungerade bra, men besluten tog tid. Som exempel hänsköts frågan om tillstånd för ny vindmätmast från beslut i ca ett års tid, vilket fördröjde hela projektet motsvarande tid. Möten hölls på flera nivåer med kommunens representanter under hela processer och man kunde till slut enas om lösningar som gynnade båda parter.



Invigning av Uljabuouda vindkraftpark

När Skellefteå Kraft tog över projektet var möten med Länsstyrelsen kring tillståndprocessen och roller en viktig del. Under 2007 meddelade man att man på grund av regelförändringar inte längre betraktade sig själv som kontrollmyndighet för etableringen, utan endast för kontrollprogrammet. Detta ansvar skulle innehas av Arjeplogs kommun. Denna inställning varade i två år, och därefter återtog man sin roll som kontrollmyndighet.

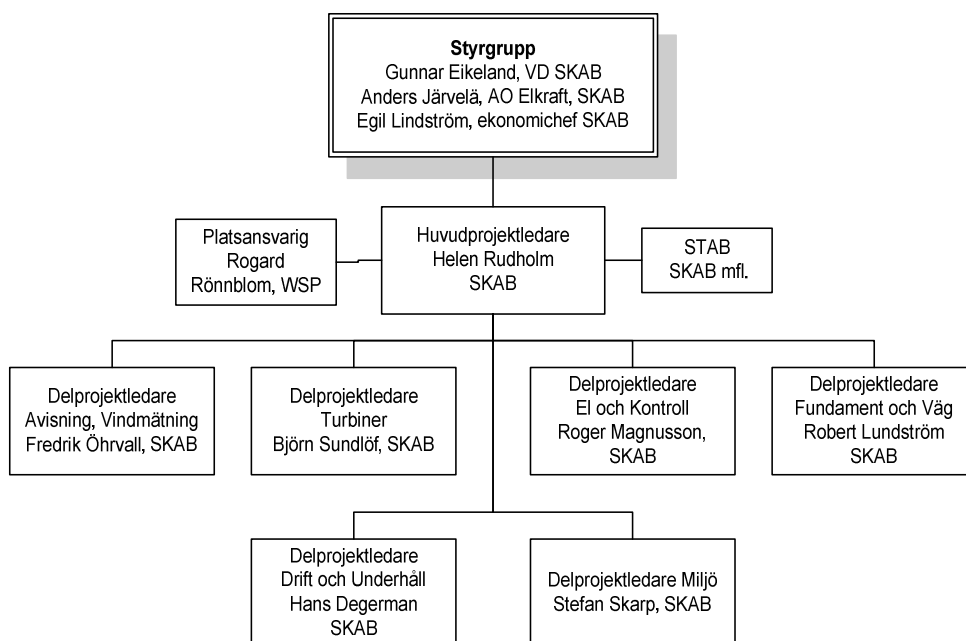
Under hela projektet har Skellefteå Kraft försökt hålla en god dialog med Länsstyrelsen. Inställning och arbetsinsats har varierat mycket beroende på handläggare från Länsstyrelsens sida.

Lokalbefolkningen i Arjeplog har haft ett mestadels nyfiskt intresse för projektet. Helgen innan invigningen av vindkraftparken anordnades en förhandsvisning av parken där man erbjöds att åka buss från Arjeplogs centrum och upp på Uljabuouda för att få en guidad visning av verken. Arrangemanget hölls samtidigt som Arjeplogs marknad och intresset var stort. Cirka 200 personer besökte Uljabuouda den dagen.

Den 13 oktober 2010 hölls den officiella invigningen av parken med cirka 80 deltagare framförallt från de kommuner, myndigheter och företag som varit inblandade i Uljabuoudaprojektet. Invigningstalare var kommunalrådet i Arjeplogs kommun, Britta Flinkfeldt-Jansson, Landshövdingen i Norrbottens län, Per-Ola Eriksson samt Skellefteå Krafts styrelseordförande, Robert Lindberg.

5 Projektorganisation

Uljabuouda projektet genomfördes av SKAB i egen regi. Huvudprojektledare, delprojektledare och andra nyckelpersoner rekryterades i huvudsak i den egna organisationen. En viktig målsättning med projektet var att bygga upp kompetens och ta tillvara erfarenheter inför kommande vindkraftprojekt. Projektet genomfördes som en delad entreprenad.

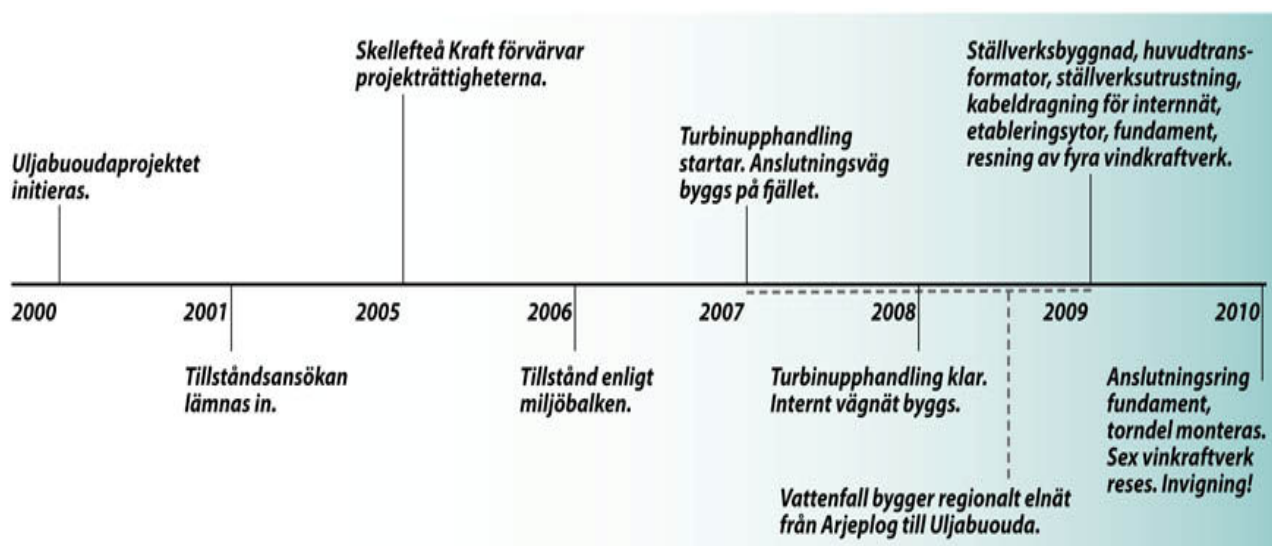


Turbinleverantör	Dynawind
Entreprenör fundament, ytor	Stenger & Ibsen
Regionnät	Vattenfall
Entreprenör ställverk	ABB
Entreprenör kablage	Lapplands eltjänst
Leverantör fjärrkontroll	Radius, Netcontrol
Leverantör kommunikation	Terracom
Entreprenör väg, kabelschakt	Inlandsentreprenad
Entreprenör krossning	S-E Holmbergs Transport

Projektorganisation för Uljabuoudaprojektet

6 Genomförandeperiod

Uljabuoudaprojektet initierades redan år 2000. Tillståndprocessen blev lång och snårig och tillstånd enligt miljöbalken kunde inte erhållas förrän år 2006 varefter upphandlingen av vindkraftturbiner kunde påbörjas. I ansökan om Pilotprojekt pengar till STEM antas anläggningen vara klar för provdrift i november 2008-juni 2009. Projektet försenades dock pga svårigheter att få tag på en turbinleverantör som ville erbjuda vindkraftverk anpassade till kallt klimat och med ett avisningssystem för vingarna. Turbinupphandlingen var inte klar förrän i juni 2008. Fyra vindkraftverk kunde resas på Uljabuouda hösten 2009 och ytterligare sex kunde resas hösten 2010.



Tidsaxel

7 Siting

7.1 Vindmätning i kallt klimat

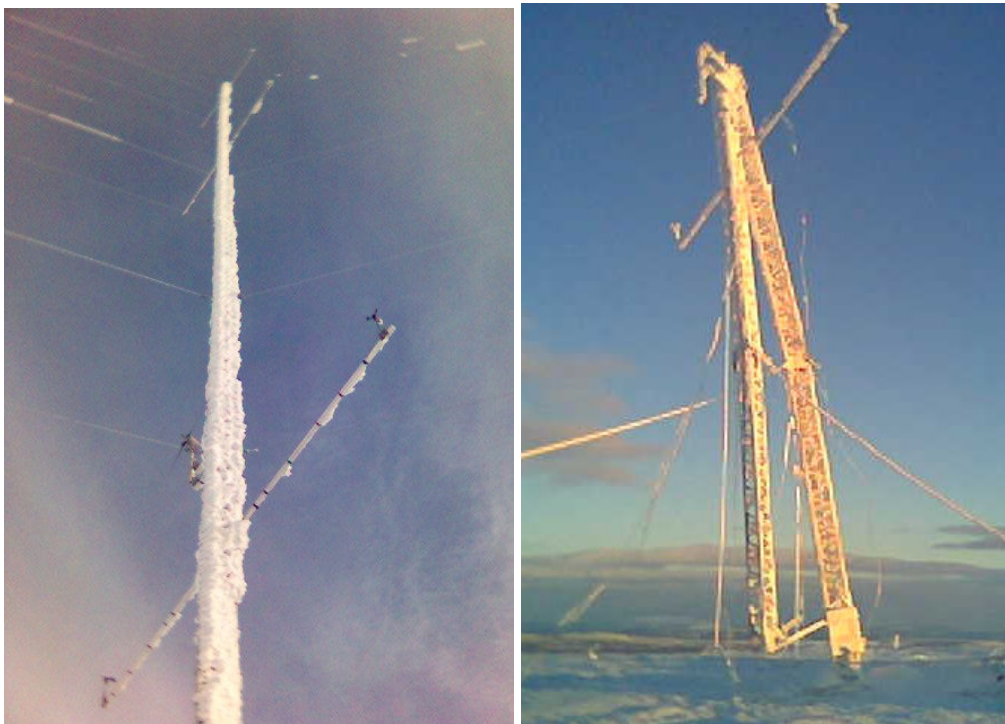
Redan under åren 2001 och 2002 genomfördes de första vindmätningarna på Uljabuouda med en tio meter hög vindmätmast. Resultaten såg lovande ut och utgjorde grunden för det fortsatta arbetet med vindkraftparken.



Uljabuoudafjället.

Efter att Skellefteå Kraft förvärvat projekträttigheterna för Uljabuoudaprojektet uppfördes under hösten 2006 en ny vindmätmast för att i detalj studera de klimatologiska förhållandena på Uljabuouda. Denna bestod av en 60 m hög fackverksmast med tre olika mätnivåer på 10, 35 och 60 m höjd för att främst kunna studera vindhastighet, vindriktning, lufttryck och temperatur. Uppvärmda givare användes till två av tre nivåer (60m och 35m).

Vindmätningen påbörjades i oktober 2006 och avbröts i Januari 2008. Under mätperioden har perioder med kraftig nedisning av mastkroppen konstateras vid flera tillfällen. Den kraftiga nedisningen ledde till ett partiellt masthaveri i november 2006 och totalt masthaveri i Januari 2008.



Haveri av vindmästmast på Uljabuouda

Erfarenheter från mätningen på Uljabuouda visar att val av vindmätmast och riktig dimensionering av mast är viktiga parametrar vid vindmätning i kallt klimat. Uppvärmda givare måste användas för att kunna få tillförlitlig data med hög kvalitet under vinterperioden.

En givare med mycket uppvärmning ger generellt en sämre datakvalitet än en givare med ingen eller liten uppvärmning. Detta har främst inverkan på mätningen av standardavvikelsen som ligger som grund för turbulensbedömningen.

Ett alternativ är att ha flera olika givare på varje mätthöjd, t ex en givare med mycket värme och en med lite eller ingen värme detta för att fortfarande erhålla högsta tillgänglighet vid nedisningstillfällen och samtidigt kunna erhålla högsta mätkvalitet som underlag för turbulensbedömningar. Det andra alternativet är att använda en givare som klarar att leverera god datakvalitet både vid nedisnings tillfällen och god mätkvalitet som grund för turbulensbedömningar.



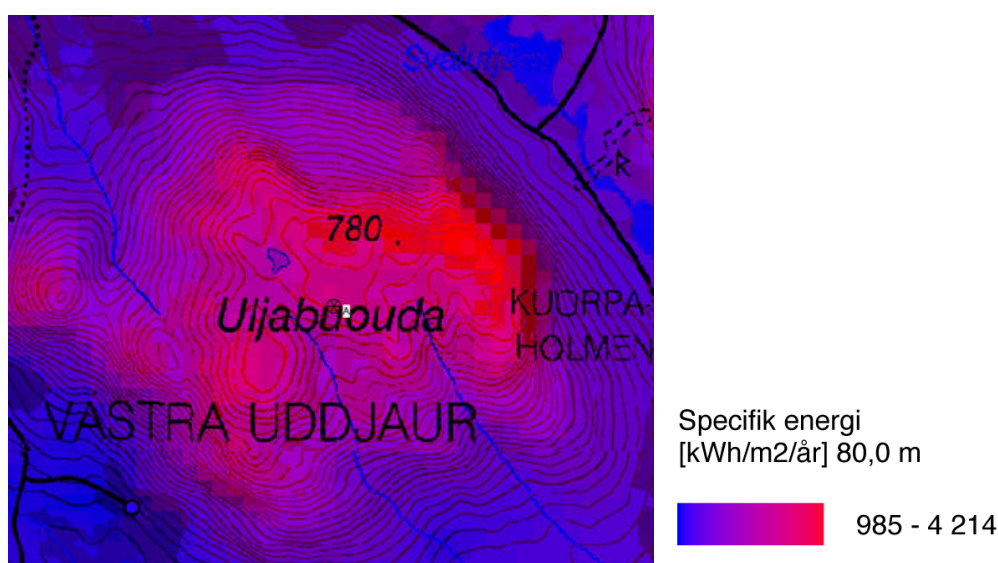
Two of the wind turbines on Uljabuouda

På Uljabuouda användes den senare konfigurationen och uppvärmda givare av typen Vaisala VAA 252. I efterhand visade det sig att datakvaliteten från mätningen på Uljabuouda, främst under november-februari, försämrats på grund av nedisade givare. Under några perioder har givare helt frusit. Värmen på givarna har vid några tillfällen därför konstaterats inte vara tillräcklig för att klara leverera hög tillgänglighet.

Skellefteå Kraft har på andra liknande mätplatser provat konfiguration av flera givare på samma mätthöjd och sett att denna klarar mer nedisning. Generellt har Skellefteå Kraft även sett att kraftmatning med elverk utgör den svagaste länken i mätsystemet som i sin tur kan medföra bortfall av mätdata och även mycket service och underhållsarbete. För att minimera denna risk bör alla komponenter noggrant väderskyddas och även skyddas från eventuella isras från mastkropp.

7.2 Produktionsberäkningar

Vinddata från Uljabuouda har analyserats och beräknats med beräkningsprogrammet WindPRO och med modelleringsverktyget WaSP. Totalt mättes vindförhållanden under en 15 månader lång mätperiod. Ur denna mätperiod valdes 12 månader ut för att användas i beräkningar, detta för att täcka alla årstidsvariationer och inte överrepresentera någon årstid i beräkningen.



Vindkartering Uljabuouda

Vinddata har även filtrerats för tillfällen då vinddata visat sig vara felaktig på grund av is på givare. Korreleringar har sedan gjorts mot olika referensserier. Bland annat har långtidskorrigerings gjorts mot vindmätning på 76 meters höjd i en telemast på berget Galtispuoda som ligger ca 22 km nordost om Uljabuouda.

På Galtispuoda påbörjades vindmätning redan år 2000 och denna mätning har kunnat långtidskorrigeras mot modellerad vinddata från NCAR/NCAP (National Centre for Atmospheric Research).

Det kalla klimatet har medfört vissa problem med filtreringen av data vintertid. Förutom rena databortfall har även utvärderingen försvårats. En helt nedisad givare är relativt enkel att sortera ut och data kan direkt urskiljas från övrig data då anemometern helt enkelt står still. Denna data visar då det inmatade offsetvärdet på anemometern.



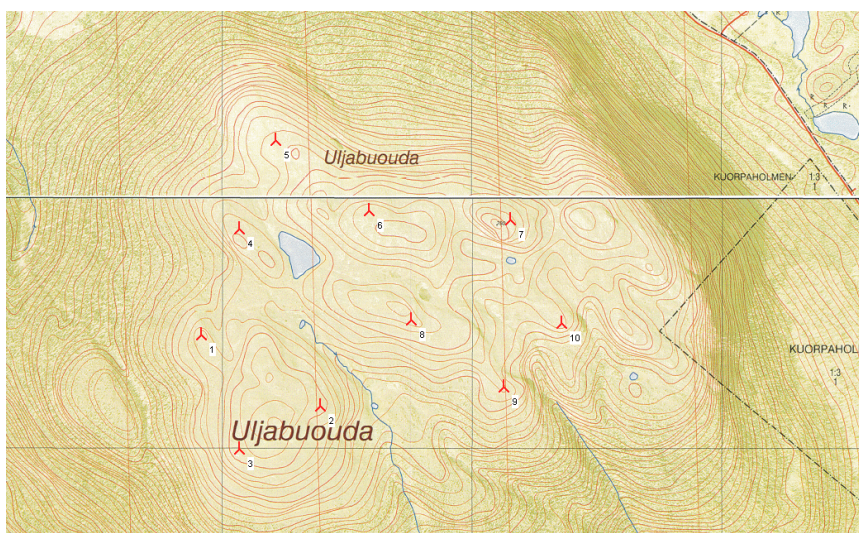
Anemometrar på vindkraftverkets tak

Problem med utvärdering av data uppstår då en anemometer är delvis nedisad. Den kan fortfarande snurra vid en mindre påfrysning av is eller snö vilket gör att det är svårt att utvärdera om vinddata från denna period visar ett korrekt värde eller ett värde med störning. Om denna typ av problematik misstänks bör värden från andra givare vägas in vid filtrering av data; värden från vindhastighet på flera nivåer, vindriktning, temperatur och luftfuktighet..

En möjlighet att göra utvärderingen säkrare är att installera isdetektorer eller webkameror som tar bilder på anemometrarna. Bra referensmätningar för långtidskorrigering av vindmätningar har tidigare varit en bristvara i de norra delarna av Sverige. Mycket utveckling har dock skett på detta område under senare tid och det finns flera aktörer som kan leverera modellerade referens-tidsserier med mycket hög kvalitet och med bra överensstämmelse mot lokala vindmätningar.

7.3 Utformning av vindkraftpark och turbulens

Uljabuouda är ett litet lågfjäll med relativt kuperad terräng. De lokala höjder där verk kan placeras är relativt små och begränsade. Vid utformningen av vindkraftsparken, sk "micrositing" fanns flera olika parametrar att ta hänsyn till, bla vindtillgångens fördelning över berget, vindriktningen, bergets topografiska form och begränsningar, lokala topografiska variationer inom berget, områden med kulturminnen, en begränsningslinje i miljötillståndet i den östra delen av berget samt den interna turbulens som påverkas av hur tätt vindkraftverken står.



Vindkraftverkens placering på Uljabuouda

Miljötillståndet för Uljabuouda medger en vindkraftspark med åtta till tolv vindkraftverk. Vid optimeringsberäkningar och detaljerade turbulensberäkningar för utformning av vindkraftsparken för de aktuella vindkraftverken (WinWinD WWD3) framkom att turbulensen skulle bli för hög om tolv verk placerades på Uljabuoudafjället. Vindkraftverken skulle i detta fall haft ett inbördes avstånd på endast 3,5 rotordiametrar, dvs 315 m. En hög intern turbulens bedömdes kunna påverka turbinernas långsiktiga hållbarhet negativt och öka drift och underhållskostnader. En utformning med 10 vindkraftverk bedömdes vara det optimala för högsta möjliga produktion när hänsyn tagits till påverkan från turbulens.

Turbulensberäkningarna kunde inte färdigställas förrän upphandlingen av turbiner nått ett visst skede. Specifika värden för vindkraftverk av aktuellt fabrikat behövs för att kunna genomföra dessa beräkningar. Å andra sidan kunde inte en slutlig beställning genomföras innan antalet verk var fastställt och slutlig projektering av vindkraftverkens fundament kunde inte genomföras innan parkens utformning var klar. Detta gjorde turbulensberäkningarna till ett av de mest tidskritiska momenten i Uljabuoudaprojektet.



Uljabuouda vindkraftpark. Fotomontage

8 Upphandling av turbiner

Upphandling av turbiner till Uljabuoudaprojektet påbörjades 2006. Tillståndet för vindkraftetableringen tillät ett varierat antal turbiner med maxhöjd 125 meter. Detta lämnade frihetsgrader för val av turbinstolek. Det fanns inga begränsningar i effekt på elanslutning. Skellefteå Kraft hade i riskanalysen i samband med projektförvärvet konstaterat att den goda vindtillgången balanserades av risken för isproblem. En teknisk lösning för att minimera produktionsförluster orsakade av nedisning söktes aktivt. När Energimyndigheten beviljade pilotstöd till Uljabuoudaprojektet var ett krav att vindkraftverken skulle ha ett avisningssystem installerat, och detta skulle fungera som marknadsintroduktion av tekniken. Utöver tekniska krav och förutsättningar fanns vid upphandlingstillfället förutsättningen att Skellefteå Kraft som kommunalägt bolag löd under LOU (Lagen om Offentlig Upphandling)



Uljabuouda

Vid tiden för upphandlingen var det ett fåtal aktörer som stod för majoriteten av leveranserna i Sverige. Efterfrågan på turbiner var stor och Sverige var ett relativt litet vindkraftland. Elcertifikatsystemet hade introducerats som

marknadsstöd, men gav inte lika höga ersättningsnivåer för producerad kraft som motsvarande system i Tyskland, Spanien och Italien.

I förfrågningsunderlaget som förannonserades i den europeiska anbudsjournalen hösten 2006 gjordes en detaljerad kravspecifikation på de turbiner som önskades. Krav ställdes framförallt på parametrar som hade med drift i kallt klimat och snö att göra. Uppvaktning gjordes hos alla de etablerade aktörerna på den svenska marknaden inför utskick av förfrågan.

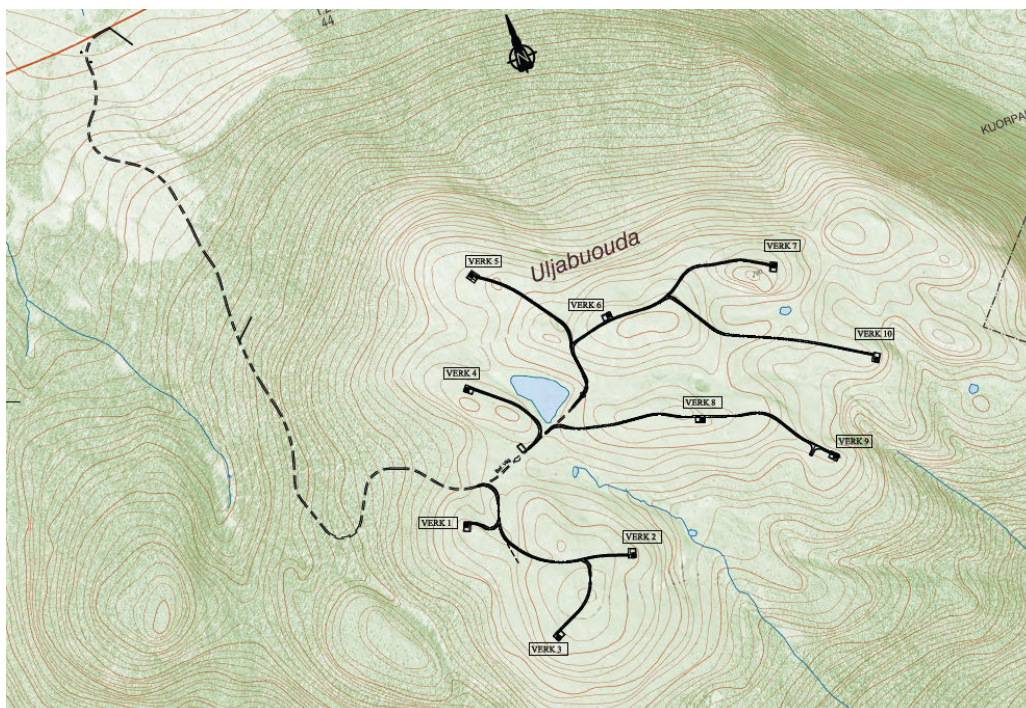


WinWinDs turbin WWD-3

Endast ett anbud inkom som svar på förfrågan, och detta var en offert på en ”standardturbin” utan anpassning till kallt klimat. Efter ingående diskussioner med denna leverantör kunde konstateras att aktören ej hade möjlighet att leverera den typ av turbin vi önskade. Processen övergick sommaren 2007 till förhandlad upphandling utan föregående annonsering, där Skellefteå Kraft än en gång kontaktade aktörer som man trodde hade potential att leverera det som efterfrågats. Ingen av de etablerade aktörerna kunde prestera något som liknade ett avisningssystem, och valet föll till slut på den ambitiösa nisch-konstellationen WinWind/Dynawind. Kontrakt tecknades med Dynawind som var finska WinWinDs representant på den Svenska marknaden.

9 Vägar och Uppställningsytor

I miljötillståndet för Uljabuouda vindkrafttpark finns en rad krav vilka syftar till att bevara den naturliga miljön på fjället i högsta möjliga mån. Ett viktigt krav som ställdes på de vägar som skulle anläggas var att vattnets naturliga väg nedför fjället skulle ändras så lite som möjligt.



Vägnätet på Uljabuouda

Anslutningsvägen upp på fjället byggdes med hänsyn till att vattnet skulle kunna rinna igenom hela väggroppen och att vattenföringen skulle vara som innan vägen byggdes. Inga djupa diken leder bort vattnet längs med vägen.

Även det lokala vägnätet mellan vindkraftverken byggdes för att minimera påverkan på fjället. Ingen utgrävning skedde utan vägen byggdes ovanpå befintlig stenplåtå. Vägen drogs inte genom några myrområden och inte heller här anlades några djupa diken.



Vägen upp på Uljabuouda anläggs



Vägar på Uljabuoudafjället under byggnation

Hårdgjorda etableringsytor anlades vid vindkraftverken för uppställning av de kranar som användes vid lyft av vindkraftverken samt uppläggning av vindkraftverkets delar. Dessa byggdes i enlighet med vindkraftsleverantörens ursprungliga önskemål med undantag av fyra stycken kran- och uppställningsytor som efter förhandling kunde minimeras för att vindkraftverken skulle levereras ”just in time”.

Om förhandlingsläget hade varit bättre vid tecknandet av kontrakt med turbinleverantören är det möjligt att uppställningsytorna hade kunnat minimeras ytterligare genom krav på typ av kran som skulle användas vid lyft av vindkraftverkets delar samt krav på leverans ”just in time” för en större andel av verken.



Etableringsyta anläggs

10 Fundament

Den fundamentsteknik som används i detta projekt är gravitationsfundament. Fundamenten är gjutna i betong och har en kvadratisk uppbyggnad som underlättar armeringsarbetet. Gångstänger samt adapterringar förankrar vindkraftverken i fundamenten.



Gjutning av fundament

Vid tillverkning av betong till fundamenten nyttjades en mobil betongstation som var placerad på en av vindkraftverkens uppställningsplatser. Detta innebar ett minskat antal transporter eftersom materialet till betongen kördes upp med lastbilar och släp som rymmer mer last än betongbilar.

11 Regionalt elnät

11.1 Samkörning av vind och vattenkraft

I diskussioner med Vattenfall Eldistribution inför upprättande av nätavtal framkom att en begränsning av överföringskapacitet fanns på en del av regionledningen mellan Arjeplog och Vargfors. Begränsningen är olika beroende på övriga driftförutsättningar i nätet och även på utomhustemperatur. Den förstärkning av ledningen som skulle behövas för att klara alla lastfall var kostsam och skulle behövas endast vid ett fåtal tillfällen. En samordning av produktionen i Skellefteå Krafts anläggningar i Arjeplogsområdet utvärderades därför som alternativ.



Sjön uppe på Uljabuoudafjället

Den lösning som kunde accepteras av båda parter var att Skellefteå Krafts driftcentral får ett mätvärde av strömmen på berörd ledningsdel som sedan övervakas mot en temperaturberoende kurva på belastbarhet. Samma värde finns också hos Vattenfall.

Vid tillfällen när ledningen riskerar överlast på grund av hög elproduktion och hög utetemperatur begränsas produktionen av vattenkraft och i extrema fall spills vatten från vattenkraftsmagasinet eller vindkraftverken stoppas. Inga belastningsproblem har uppstått på den korta tid vindkraftparken varit i drift. Hela parken var driftsatt hösten 2010.

11.2 Förstärkning av Regionledning

Redan i projekteringsskedet förutsågs att den extrema fjällmiljön på Uljabouda kunde leda till problem med påfrysning av is på den friledning som Vattenfall projekterat. Problemet med is hade också uppmärksammats i samband med vindmätningar på Uljauobuouda. Av den anledningen användes förstärkta stolpar och en grövre friledning för regionledningens sista sträcka upp på Uljabuouda. En alternativ, men betydligt mer kostsam lösning, hade varit att anlägga markförlagd kabel på denna sträcka.



Friledningens sista stolpe innan övergång till markkabel uppe på Uljabuouda

Ett driftavbrott på regionledningen uppkom i november 2009. En slack i sista stolpen uppe på fjället lossnade från sitt fäste. Troligen orsakades detta av is som föll från den nedisade friledningen.

12 Lokalt elnät

12.1 Inbyggd transformatorstation

Klimatet på Uljabuouda med isbildningsproblematik, stora mängder snö och risk för snödrev gjorde det nödvändigt att placera vindkraftparkens huvudtransformator (145/20kV) samt all 145 kV och 20 kV ställverksutrustning inomhus. Byggnadens fasad anpassades för att smälta in i fjälllandskapet genom att beläggas med stenplattor av samma kulör som naturligt förekommande sten på Uljabuouda.



Den inbyggda transformatorstationen under byggtiden

12.2 Ledningsförläggning

Alla kablar inklusive optokabel mellan vindkraftverken och till transformatorstationen är markförlagda och följer i vägarnas närhet för att minska åverkan på naturen. Problem med erosion har uppkommit längs en del vägsträckor och kablar har kommit fram i dagen. Dessa sträckor har sedan återfyllts med ett mindre lättroderat material än det som naturligt förekommer på fjället. På vissa, särskilt utsatta sträckor, exempelvis där berg finns nära markytan, hade en förläggning i rör kunnat vara en bättre lösning.



Erosionsproblem i kabelgrav

12.3 Jordning

Enligt kontraktet med turbinleverantören ingick det i beställarens åtagande att ordna lokala jordtag vid respektive vindkraftverk med högst 10 ohm enligt leverantörens anvisningar. Redan i projekteringsskedet insåg man att det kunde bli svårt att erhålla jordning för parken med tillräckligt låg resistivitet. Jord och berg på Uljabuouda har hög resistivitet och de få våtmarker som finns på fjället är isolerade från omkringliggande våtmarker.

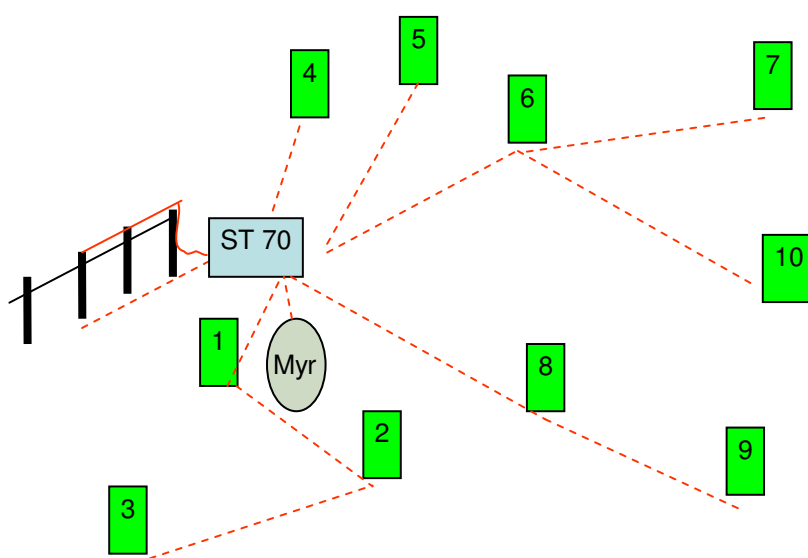


Myrområde på Uljabuouda

En djupjordning gjordes enligt beskriven metod från DynaWind. Fyra 25 meter djupa borrhål placerade symmetriskt runt varje fundament. Hålen fylldes med en speciell massa (GEM-massa) med goda elektriska egenskaper. För att åstadkomma en bra stationsjord gjordes också sex sådana hål runt ställverksbyggnaden. Som ett ytterligare tillskott till jordningen lades kopparlinor ner i ett myrområde. För att göra så liten åverkan som möjligt sågades rännor i myren upp med motorsåg och kopparlinorna lades ned med

handkraft. Dessutom lades jordlinor parallellt med högspänningskablar till varje vindkraftverk och en jordlina fick följa inkommande friledningsgata ner längs Uljaboudas sluttning.

Mätningar visade att de jordlinor som lades tillsammans med högspänningskablagen gav det bästa tillskottet till stationsjorden. Borrhålen runt vindkraftverken gav inget större tillskott men kommer att utgöra en väl fungerande åskskyddsjordning.



Schematisk bild av systemet för jordning på Uljabuouda

Sammantaget gav de genomförda åtgärderna en relativt hög resistivitet hos jordtaget men ändå ett godkänt resultat enligt starkströmföreskriften. En certifiering enligt Germanisher Lloyd kräver ett värde lägre än 10 ohm vilket inte kunde erhållas i detta fall. Troligtvis är det svårt att erhålla jordning enligt dessa krav i de flesta Svenska fjällmiljöer.

13 Kommunikation, fjärrkontroll

Kommunikationslösningen för Uljabuouda vindkraftpark består av ett internt fibernät som förbinder vindkraftverken och ställverket samt en radiolänk från Uljabuouda till Galtispuoda. Parabolantennen placerades på det vindkraftverk som låg bäst till för kontakt med Galtispuoda. Planerna på en separat mast för radiolänken avfärdades efter upprepade haverier av vindmätmaster till följd av kraftig nedisning. Parabolen har kompletterats med en ”huv” som förhindrar det mesta av isbildningen men ett visst underhåll krävs ändå för att upprätthålla funktionen under den tid av året då mest isbildning uppstår.



Parabol för radiolänk till Uljabuouda

14 Turbiner

14.1 Generell information

Upphandlingen av vindkraftverken till Uljabuouda vindkraftpark slutfördes våren 2008. Valet föll, som tidigare beskrivits, på WinWinDs turbin WWD-3. Skellefteå Kraft bedömde att det var en robust maskin som uppfyllde alla de krav Skellefteå Kraft ställde på de turbinerna som skulle placeras på Uljabuouda. Turbinerna var anpassade för kallt arktiskt klimat och WinWinD skulle ta fram och utrusta turbinerna med ett system för att avlägsna is från vingarna.

Korta fakta om WWD-3 på Uljabuouda:

Torn:	80 m ståltorn
Rotordiameter:	90 m
Maximal uteffekt:	3 MW
Driftsområde:	4 – 25 m/s
Max effekt vid:	13 m/s
IEC-klass	II-A
Växellåda:	Planetväxel
Generator:	Synkron, permanent magnet



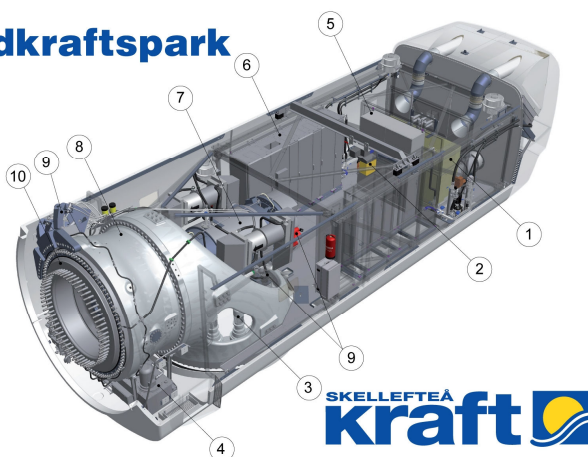
Miljötillståndet angav att vindkraftverkens totala höjd fick vara högst 125 meter, varför tornhöjden minskades från 90 till 80 meter.

Kontraktet skrevs med svenska Dynawind som var återförsäljare av WinWinDs turbiner på den Svenska marknaden. Dynawind stod för transport och resning av vindkraftverken. Dynawind tillverkade även tornen, samt ingjutningsgodset till fundamenten i sin fabrik i Kristinehamn. Nacelle och Blad levererades av finska WinWinD. Bladen tillverkades av Polska Euros.

Samarbetet mellan Dynawind och WinWinD har under projektets gång förändrats, vilket har orsakat problem i projektets avslutningsskede.

Uljabuouda vindkraftspark

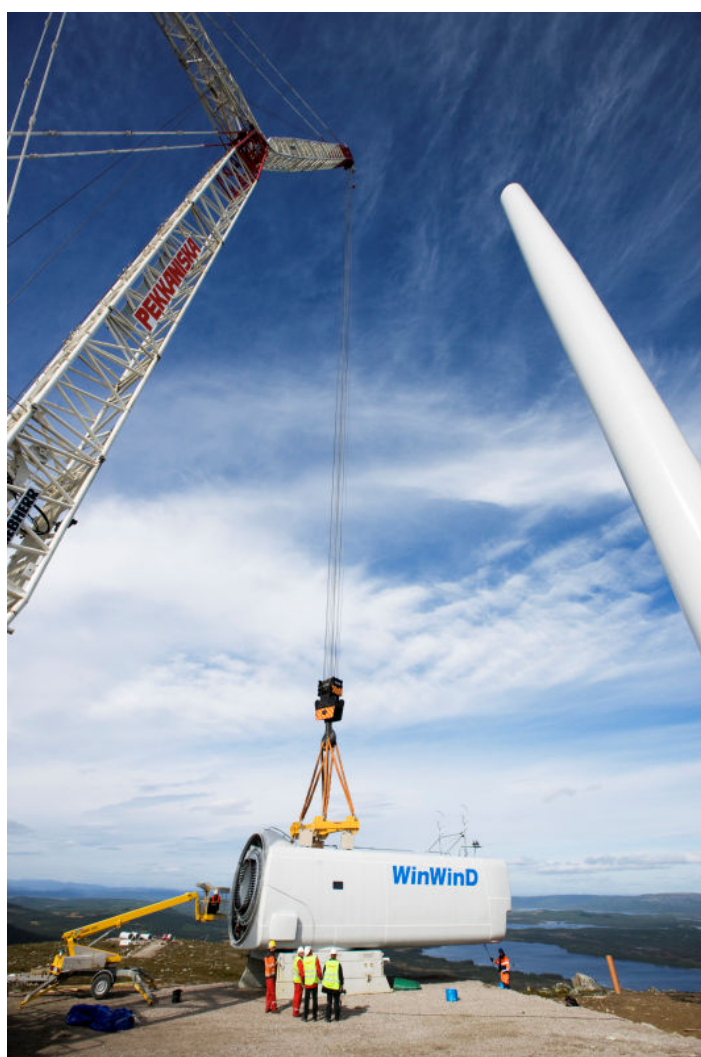
1. Huvudtransformator
2. Underhållskran
3. Yaw system
4. Smörjsystem
5. Kontrollskåp
6. Frekvensomriktare
7. Generator
8. Växellåda
9. Hydraulsystem
10. Huvudlager



Nacelle, WWD-3. Informationsskylt som används vid visning av Uljabuouda

14.2 Resning

Dynawind ansvarade för resningen av vindkraftverken på Uljabuouda. Skellefteå Kraft färdigställde uppläggningsytor och kranuppställningsplatser enligt Dynawinds anvisningar. Resningen av vindkraftverken på Uljabuouda begränsades till den relativt korta sommaren och hösten. Detta på grund av det tuffa klimatet som råder på Uljabuouda samt en begränsning i miljötillståndet som angav att för omgivningen störande arbeten inte fick utföras utan medgivande från tillståndsmyndigheten under perioden februari-maj.



Lyft av nacelle

Fyra av vindkraftverken restes hösten 2009 och resterande verk restes sommaren 2010. Pekkaniska var DynaWinds underleverantör och till resningen användes en larvkran. Montaget av kranen tog tre dagar. För varje flytt mellan verken krävdes en dag. Torndelar, naceller och blad transporterades i förhand och mellanlades på site förutom för fyra av vindkraftverken där leveransen kunde genomföras ”just in time”. Montage och idrifttagning skedde i samarbete med Skellefteå Krafts Underhållsbolag SEU.



Lyft av rotor

14.3 Anpassning till kallt klimat

Vissa anpassningar av Vindkraftverken har gjorts för att klara den stränga kyla och det tuffa klimat som råder på Uljabuouda. Bland annat har värmeelement placerats i Nacellen för att upprätthålla temperaturen vid driftstopp. Det sitter värmare på hydraul- och smörjöljeaggregat. Instrumenteringen av turbinen har anpassats till klimatet och vindmätare är uppvärmda. Dessutom mäts isbildning samt ett antal andra parametrar och dessa mätvärden används för att styra och utvärdera avisningssystemet.



Vindkraftverk på Uljabuouda

14.4 Deicing

Skellefteå Kraft anser att avisning av bladen är viktigt främst av tre anledningar:

Iskast: Is som lossnar från bladen kan slungas från vindkraftverken med hög hastighet. Det gör att det kan vara riskfyllt att vistas i närheten av verken vintertid. Det bästa sättet att undvika detta problem är att förhindra isen från att bildas.

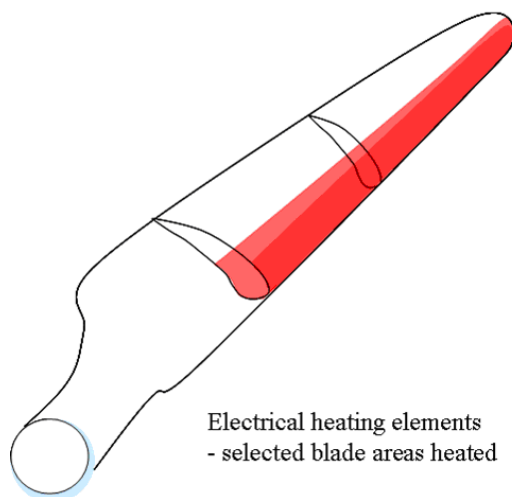
Slitage: Is på vingarna förorsakar obalans och vibrationer på rotorn. Denna obalans skall tas upp av nacellen vilket medför att slitaget av hela verket ökar med is på vingarna. Det är främst slitaget av lager och växellåda som ökar.

Produktionsförluster: Kraftig nedisning på vindkraftverkets vingar kan medföra att vindkraftverket måste stoppas och produktionen uteblir då helt. Även relativt lite is på bladen gör att produktionen minskar. Ytans struktur och form förändras vilket gör att bladets aerodynamik förändras och produktionen minskar.



Blad med ispåväxt

Turbinerna på Uljabuouda är arktiska maskiner utrustade med ett avisningssystem. Det ligger en kolfiberduk några millimeter under bladens yta. När spänning läggs över denna värms bladens yta upp tillräckligt mycket för att smälta is på bladen.



Princip för avisningssystemet

Intentionen med systemet är att is aldrig ska hinna bildas på bladen. Olika parametrar används för att hela tiden prediktera när is kan komma att bildas och systemet slås på innan is bildas på bladen. WinWinD kallar systemet ICE-Prevention. Fördelen med detta är att risken för iskast minskar då isen aldrig hinner bildas, dessutom minskar slitage och produktionsförluster. Priset är en något högre energiförbrukning. Under de av årets månader då risken för nedisnings är störst åtgår ca 2 % av turbinens totala produktion till att värma upp och avisa bladen. Denna siffra utslaget på hela året blir självklart lägre. Vår uppskattning är att ca 1% av den totala elproduktionen under ett år åtgår till att värma upp bladen.

14.5 Erfarenheter

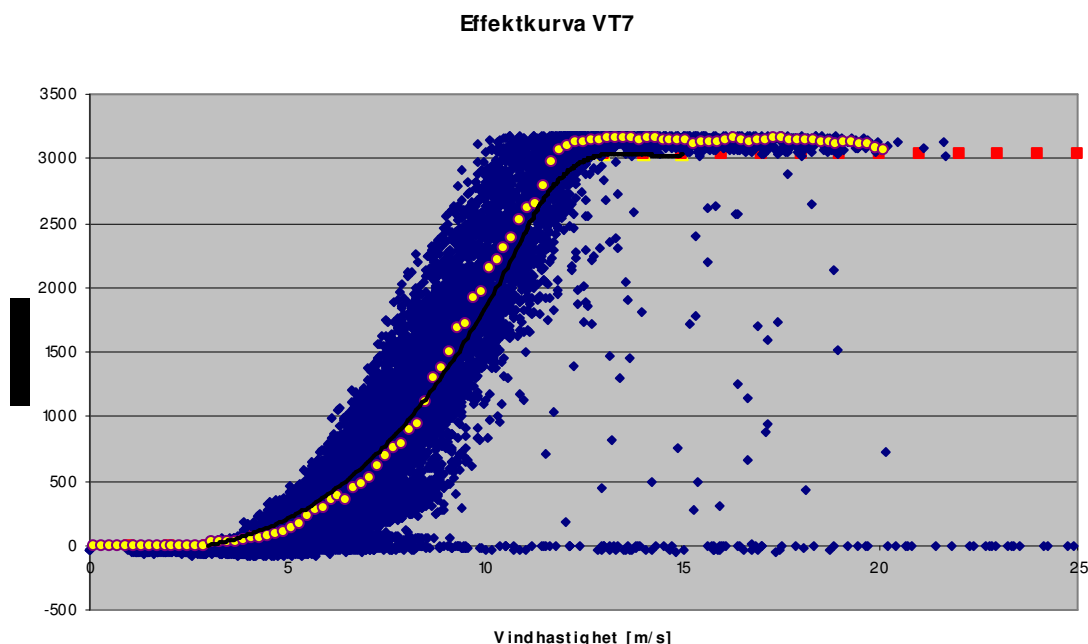
Skellefteå Krafts erfarenheter av turbinerna på Uljabuouda är något blandade. WinWinD och Dynawind är som leverantörer i Sverige relativt oerfarna och WWD-3 är inte en väl utprovad turbin. Detta har märkts i driftstatistiken för de första åren. Det har förekommit många mindre, kortare stopp samt en del längre stillestånd. Dock har problemen med tiden avtagit och nu producerar verken enligt plan.



Nav och torn till ett av vindkraftverken på Uljabuouda

ICE-prevention-systemet har fungerat bra. Vi ser tydliga tecken på att systemet fungerar som det är tänkt och att produktionssiffrorna upprätthålls trots mycket kraftig risk för nedisning. Utvärdering sker hos WinWinD och internt på Skellefteå Kraft. WinWinD har inte redovisat sin utvärdering för Skellefteå kraft.

För att få en uppfattning om hur bra avisningssystemen fungerar har kvoten mellan summorna av producerad och nominell effekt beräknats för ett antal verk under perioden 2010-11-04 till 2011-02-06. Denna period täcker in den del av året som i regel har de svåraste nedisningsförhållandena. När perioder med produktionsuppehåll som inte är isrelaterade räknats bort ligger kvoten i intervallet 0.95 till 1. Dessutom är överensstämmelsen god mellan producerad effekt och den teoretiska effektkurva som garanteras av turbintillverkaren. (Se figur 1)



Figur 1 10 minuters medelvärden för producerad effekt under perioden 2010-11-04 – 2011-02-06. Den svarta kurvan visar den effektkurva som garanteras av turbintillverkaren och den gula kurvan visar medianvärden.

Efter provdriftperiodens slut, från början av mars 2011, har försök gjorts med att stänga av avisningssystemen på ett fåtal turbiner för att dessa ska fungera som referensturbiner och ge en uppfattning om skillnaden i producerad energi med respektive utan avisningssystem. Förutsättningarna för försök av detta slag är dock inte de bästa under senare delen av vintern, dels på grund av att solstrålningen i hög grad bidrar till att smälta av is från rotorbladen, men också för att luftfuktigheten i regel är lägre än under första delen av vintern. Antalet dagar med aktiv nedisning under försöksperioden var mycket lågt och därför finns planer på att upprepa denna typ av försök under november 2011 och framåt då förutsättningarna för isbildning vanligtvis är optimala.

Ny mätutrustning för att utvärdera nedisning och energiförbrukning för avisningssystemen har installerats under hösten 2011.

Det bildas is även utvändigt på torn och nacelle. För att minska riskerna när personal ska passera in och ut ska ett tak monteras ovanför dörren in till vindkraftverket.

15 Drift och Underhåll

En viktig målsättning för Skellefteå kraft är att vi själva ska driva och underhålla våra vindkraftparker. Vårt underhållsbolag SEU har därför deltagit i uppförande, drifttagning samt underhåll av anläggningen. Turbinleverantören har även genomfört utbildningar med deltagare från SEU och Skellefteå Kraft. Enligt kontrakt är dock Dynawind/WinWinD ansvariga för drift och underhåll under vindkraftparkens första fyra år.

Skellefteå kraft har inte rättigheter till styrsystemets källkoder. Detta gör att Skellefteå kraft i viss mån är beroende av turbinleverantören även efter garantitidens utgång. Förhandlingar pågår fortfarande för att säkerställa att Skellefteå Kraft får tillgång till nödvändiga signaler och kontrollmöjligheter för att kunna bedriva drift och underhåll på ett bra sätt.

Något som kan innebära problem vintertid är att hålla vägarna på fjället öppna för tillsyn och speciellt oplanerat underhåll. Det kan komma mycket snö tidvis och vägarna driver fort igen om det blåser hårt. Skellefteå kraft undersöker därför möjligheten att använda skoter/och eller bandvagn för detta ändamål under vintersäsongen.



Plogad väg på Uljabuouda

Ingen får åka upp på site utan sällskap om risk finns för dåligt väder under vintersäsongen och ett personalrum finns på plats i anslutning till ställverksbyggnaden där personal kan söka skydd vid behov.

Långa transportvägar till leverantörernas lager medför att välförsedda reservdelslager måste finnas på plats i Arjeplog.

Skador på vindkraftverkens blad har noterats som delvis kan ha orsakats av blixtnedslag. Eftersom vindkraftverken på Uljabuouda är högt belägna och inte sällan befinner sig ”uppe bland molnen” kan eventuellt risken för skador av detta slag vara förhöjda.

16 Ekonomi

Den slutliga investeringskostnaden för Uljabuoda vindkraftpark kommer att bli 511 MSEK jämfört med ursprungligen budgeterade 487 MSEK, en ökning på 24 MSEK. Den huvudsakliga orsaken till fördyringen är en högre investeringskostnad för vindkraftverken än vad som budgeterades 2006. Detta beror delvis på det överhettade marknadsläge som rådde 2006-2008 då upphandlingen av vindkraftverken genomfördes. En satsning för att kunna erbjuda vindkraftverk anpassade för kallt klimat med avisning för bladen ansågs av de flesta leverantörer inte vara intressant vid denna tidpunkt.

Den faktiska investeringskostnaden innebär en total kostnad per MW på 17 MSEK. Energimyndighetens stöd på 35 MSEK motsvarar 6,8 % av den totala investeringskostnaden.