

PILOTPROJEKT VINDKRAFT – ERFARENHETER AV BYGGNATION I SKOGSMILJÖ



2012-03-30

SLUTRAPPORT – Arise Windpower AB

Innehåll

1. Sammanfattning	3
2. Bakgrund	4
3. Förutsättningar	4
4. Erfarenheter vid byggnation	5
4.1 Kran	6
4.2 Vägbyggnation.....	8
4.3 Fundament	10

1. Sammanfattning

Arise Windpower AB (framgent Arise) har sökt och beviljats bidrag för tre investeringsprojekt samt ett antal utvecklingsprojekt. Investeringsprojekten omfattade uppförande av totalt 3 vindkraftparker, belägna på väst-, ost- och sydkusten i södra Sverige. Denna rapport avser ett av utvecklingsprojekten, närmare bestämt om erfarenheter från byggnation i skogsmiljö och vilka åtgärder som är möjliga praktiken för minska ingreppen i skogsmiljön.

En viktig slutsats är att det finns ett värde ur ett miljöperspektiv att ha en långsiktighet i ägandet eftersom man då torde sträva efter att få ut maximalt med energi per installerad MW och därför planerar parken utifrån dessa förutsättningar. Det är också av vikt att vara delaktig i hela genomförandeprocessen då man strävar efter att ha en långsiktigt god relation med markägare och närboende. Andra huvudsakliga erfarenheter är att:

- Man bör få till stånd ett samarbete mellan projekterings- och byggnadsingenjörer i tidigt skede för att minimera ingrepp i förhållande till producerad el över livstiden.
- Det finns, ur ett miljöperspektiv, mycket att vinna på att använda sig av befintlig infrastruktur som ofta är relativt väl genomtänkt och att man ofta kan använda lokal kunskap om gamla skogsvägar mm.
- Bygga vägar med lagom hög standard och att avvakta med färdigställande tills samtliga tunga transporter är genomförda.
- Det finns möjlighet till att minimera använd kranplatsyta genom att använda en större hjälpkran och på så sätt endast behöva genomföra lyft med denna från ett håll.
- Planera byggnationen väl och inte i ett för tidigt skede avverka all erforderlig skog, då planer kan behöva ändras i relativt sena skeden.
- Möjlighet till förlängd livslängd på fundament genom vissa förstärkningar och förändrad infästning.

2. Bakgrund

För att främja utvecklingen av nya vindkraftsetableringar beslutade Riksdagen 2006 att utöka och förlänga det tidigare stödet. Syftet är att genom samverkan med näringslivet underlätta vindkraftsetableringar och vinna kunskap för kommande projekt. Stöd utgår till storskaliga vindkraftsetableringar med goda vindförhållanden till havs och land. För sådana projekt har 350 MSEK avsatts under en 5-års period med start 2008. Arise har sökt och beviljats bidrag för tre investeringsprojekt samt ett antal utvecklingsprojekt.

Investeringsprojekten omfattade uppförande av totalt 3 vindkraftparker, belägna på väst, ost och sydkusten i södra Sverige. Projekten är intressanta då värdefulla erfarenheter kan dras från etableringar i skogsmiljö och komplex terräng, samt hur vindkraftpotentialen i geografiskt åtskilda områden skiljer sig åt.

Denna rapport avser ett av de utvecklingsprojekt ansökts om, närmare bestämt erfarenheter från byggnation i skogsmiljö och vilka åtgärder som är lämpliga för minska ingreppen i miljön.

3. Förutsättningar

Arise strategi är att bygga, äga och driva vindkraftverk under hela dess ekonomiska livslängd och om möjligt byta ut detsamma efter det att de tjänat ut. De arrendeavtal som tecknats med markägaren är långa, i vissa fall 49 år, vilket möjliggör ett dylikt utbyte. Infrastruktur i form av vägar och elnät, fundament och torn kan med fördel återanvändas medan rörliga delar såsom maskinhus och rotor byts ut.

Arise mål är att ha ca 700 MW i drift eller under byggnation fram till 2014. I och med att Arise avser bygga en stor vindkraftportfölj på relativt kort tid så togs tidigt ett strategiskt beslut avseende ett antal identifierade nyckelfaktorer, vilka syftar till att minska flaskhalsar, samt öka kontroll över kvalitet, tid och kostnader. Detta omfattar till exempel att:

- Skapa en egen organisation för projektutveckling
- Bygga egen kompetens avseende projektledning för byggnation och driftsättning
- Bilda ett eget elnätsbolag
- Bilda ett eget kranbolag, samt inköp av egen kran

4. Erfarenheter vid byggnation

Arise strategi att försöka få kontroll över hela flödet från projektering till driftfasen har lett till man införskaffat en hel del erfarenheter som kan bidra till att minska ingrepp i skogsmiljön vid byggnation, inte minst på grund av att Arise har sådana incitamentet i och med sitt långsiktiga ägande.

Erfarenheterna som beskrivs i denna rapport omfattar hela byggnationskedet, även planering redan vid projektering, om än inte i detalj, som är viktig för minimera inverkan på miljön per mängd producerad el.

En av Arise ursprungliga strategiska val omfattade att fokusera den egna projektportföljen på södra Sverige. En av fördelarna med detta är möjligheten att bygga under vintertid, då vägar också har bra hållfasthet. Figur 1 illustrerar ett lyft av en torndel på ett vindkraftverk av typen GE 2,5 XL mitt i vintertid.



Figur 1: Lyft av torndel med Arise Kran under vintertid.

4.1 Kran

Arise investerade i en egen kran för att kunna hantera de eventuella flaskhalsar, samt få kunskap och kontroll över kostnader och tidplan.

Kranen har till dags dato lyft 145 ton upp till 119 meter navhöjd, i ett senare projekt än de som ingick inom ramen för detta projekt, och har möjlighet att agera med en radie om upp till 22 meter. Kranen är av fabrikatet Liebherr LG 1750, vilket är en hjulkran med 8 axlar, och som har en etableringsyta om 16 gånger 16 meter vilken visas i Figur 2. Kranen har som nämnts hjul istället för larvfötter, vilket underlättar, minskar tidsåtgång och åverkan vid flyttning av kranen i skogsmiljö eller där vägstandarden begränsas.

Det har visat sig att Arise Windpowers ägande och engagemang av helheten gör att man kan styra genomförandet på ett bättre sätt än vad som kanske tidigare varit vanligt. Skälet är att Arise

Windpower har andra incitament än kanske ett rent kranbolag har. Arise har ett långsiktigt åtagande mot markägarna i och med att man har arrendeavtal om upp till 49 år, då man ska driva vindkraftparken och därför finns det särskilt intresse att bygga på ett så resurseffektivt som möjligt, ur ett både ekonomiskt och ekologiskt perspektiv. Ett vanligt kranbolag har snarare incitament att minimera sitt eget arbete och egna kostnader. Detta gör att man, för att förenkla byggnationen, kanske tar ned mer skog än absolut nödvändigt.



Figur 2: Arise hjulkran av modell Liebherr LG1750.



Figur 3: Montage av torndel till en Vestas V90 i Idhult.

Det har konstaterats att det är av stor vikt att ha en erfaren projektledning, så att planering och genomförande utförs på ett resurseffektivt sätt. Ett praktiskt exempel, är att man bör försöka att i ett så sent skede som möjligt hugga ned skog för kranplatser, så att inte onödigt avverkande uppstår ifall planering förändras, vilket inte är helt ovanligt.

Ett annat exempel hur man bygger resurseffektivt är att man funnit att det går att minimera ytan för byggnation, vilket kan åstadkommas genom att använda en större assistkran, eftersom det ger möjlighet att göra alla lyft från ett håll istället för att som normalt lyfta från två håll, se Figur 4.



Figur 4: Lyft med stor hjälpkran

4.2 Vägbyggnation

Det har funnits en hel del idéer för helt nya sätt för införsel av framförallt rotorbladen som har blivit allt längre under de senaste åren. Det är dock inte lätt att få gehör för och genomföra nya idéer pga. de väldigt höga kraven på säkerhet som finns.



Figur 5: Transport av torn till en Vestas V90.

Istället har fokus hamnat på att ta tillvara praktiska erfarenheter vid byggnation av vägar. Ett exempel är att Arise har dragit erfarenheten att man oftast påverkar miljön minst genom att utnyttja befintliga skogsvägar. Dessa brukar inte ha tillkommit av en slump utan är ofta dragna där historiskt sett den bästa bärigheten i marken står att finna. Man undviker då oftast dyra överraskningar i form av kärr och djupa urgrävningar. För att finna gamla skogsvägar, som ibland kan vara helt igenväxta, är det värdefullt att ha god kommunikation med markägare och lokalbefolkning. Även väldigt gamla kartor vara till förvånansvärt stor nytta.

Arise har också konstaterat att man minskar totala materialåtgången och anläggningsarbetet något om man före de tunga transporterarna avslutar med grövre material, och först efter monteringen av verken finputsar med mindre grusfraktioner som lämpar sig för trafik med mindre service bilar under driftsperioden. Det är också värt att notera att det är betongtransporterna i samband med gjutarbeten under byggtiden som hårdast sliter på vägar och kranplatser.

Det är även av vikt att hålla standard på vägar ska hålla en lagom nivå, dvs. inte för hög standard eftersom det inte är resurseffektivt. Istället bör tillåten hastigheten sänkas på de vägar i parken som främst servicebilar för vindkraftverken kör på.



Figur 6: Byggnation av kranplantsyta där justering för tunga transporter ännu inte genomförts.

Vidare har det visat sig att efter montageperioden bör man låta en vinterperiod och tillhörande vårflod passera innan man slutligt kan se om vägar och kranplatser uppfyller det behov som krävs under verkens livstid. I Figur 6 visas en tillfart till en kranplats som ännu inte har här inte ännu justerats för de tunga transporterna av vindkraftverks delar.



Figur 7: Markering av utökad hård yta för transport

I samband med bestämning av verkens slutgiltiga position är det av betydelse att ingenjörer med anläggningskompetens samverkar med ingenjörer med elproduktions- och ljudberäkningskompetens genom att tillsammans besöka de tilltänkta platserna i fält. Ett gemensamt grundat beslut ger oftast en enklare och miljövänligare byggnation då man tillsammans bättre kan planera orientering av kranuppställningsytan utifrån den naturliga topografin och utan negativ påverkan på förväntad elproduktion. De i projektet användbara ytorna har redan innan fältbesöket definierats genom miljö- och förutsättningsanalyser.

4.3 Fundament

Arise har valt att förstärka fundamenten till vindkraftverken. Syftet är att öka livslängden på ett fundament från 20 års livslängd till 50 år. Detta för att undvika risken för framtida driftstörningar som följd av otillräcklig fundamentkvalitet. Notera att detta är en viktig aspekt även ur miljöperspektiv, då det handlar långsiktigt att minimera miljöpåverkan per

enhet producerad el. Att öka livslängden på ett fundament från 20 års livslängd upp till 50 år kan dessutom göras till en relativt liten merkostnad.

Arise har valt att använda sig av kvadratisk design på fundament, vilket har goda egenskaper avseende hållfasthet. Armering går obruten rakt igenom fundamentet från sida till sida och blir därmed mer effektiv.

Tack vare att fundamentet är kvadratisk kan armeringen bestå i princip uteslutande av raka järn i ett fåtal dimensioner vilket avsevärt rationaliserar tillverkning, transport och montage. Ett erfaret arbetslag monterar en komplett armering på 7 arbetsdagar även för de idag största förekommande fundamenten.



Figur 8: Armeringen av ett kvadratisk fundament utan gjutform.

Gjutformen monteras först efter det att armeringen är färdig, vilket underlättar armeringsarbetet. Ett exempel på detta ses i Figur 8. Gjutformen innehåller en dränerande cellplast skiva för dränering runt fundamentet under verkets hela livslängd.

När Arise byggde Oxhult var infästningen av tornet i fundamenten av leverantörens standardtyp, vilken använder en ingjutningsring som har vissa nackdelar med avseende på hållfasthet och livslängd.

Arise använder sig nu av en ny design som använder en adapter med T-fläns som ersätter de tidigare ingjutna delarna, se Figur 9. I den nya designen går ett antal stag som löper fritt rakt igenom fundamentet och är fästa i en motsvarande stålfäns i underkant av fundamentet. Dragstagen är av "pre-tension" typ, dvs. de spänns till ett förutbestämt moment.

Stagen kan töja sig minst 2 % före brott och till 95 % av nominell hållfasthet utan bestående deformation. Stålkvaliteten som används gör också att de klarar högre krafter och därmed behövs färre antal stag samtidigt som de inte behöver efterspännas under verkets livstid.

Den nya konstruktionen bidrar, förutom att det leder till en robustare design, till att minska kostnaden för flänsinfästningen.





Figur 9: Flänsinfästningen av den nya designen med genomgående dragstag.

Arise samtliga fundament bygger numera på denna ovan beskrivna på denna princip



Figur 10: Färdigt fundament med adapter för V90.

Den förbättrade fundamentsdesignen har nu verifierats, vilket har lett till att Arise i mars 2012 fick en design som certifierades av Det Norske Veritas.

		Statement No.: 2012-0289-2
DET NORSKE VERITAS STATEMENT OF COMPLIANCE		
NAME OF OWNER:	JÄDRAÅS VINDKRAFT AB	
PROJECT NAME:	JÄDRAÅS WIND FARM – VESTAS V112.3.0 MW HH 119m	
DNV PROJECT NUMBER:	PP026181	
LOCATION:	ABOUT 50 KM NORTH-WEST OF GÄVLE, SWEDEN	
DESCRIPTION:	VERIFICATION OF 66 CONCRETE FOUNDATIONS FOR ONSHORE WIND TURBINES, INCLUDING STABILITY AND CAPACITY OF SOIL	
MAIN OPERATIONAL LIMITATIONS:	Reference is made to foundation loads as outlined in <i>Vestas Foundation Loads V112-3MW HH 119 m IEC3A</i> specifying loads and stiffness requirements.	
THIS IS TO STATE THAT:	<p>Design of the above mentioned concrete foundations including stability and soil capacity is in accordance with SS-EN 1992-1-1:2004, SS-EN 1997-1:2004 and IEC 61400-1:2005.</p> <p>The verification has been carried out for the loads given in the referred Vestas document, where the loads are given at the interface between steel tower and concrete foundation.</p>	
VERIFICATION INVOLVEMENT:	The verification has been based on document review supported by independent calculations.	
VALIDITY:	This Statement is valid at the date of issue and for a design life of 50 years.	
REFERENCE DOCUMENTS:	DNV Verification Report Number 2012-0289 Rev01, 2012.03.01 (Appended) Vestas Foundation Loads V112-3MW HH 119 m IEC3A, Item no. 0005-6043.V05, 2011.05.03	
PLACE:	<u>Oslo</u>	DATE: <u>2012-03-05</u>
	 Hege Berg Thrmann PROJECT SPONSOR	

Figur 11: Verifikat av fundament