

PILOTPROJEKT VINDKRAFT

IDHULT – MÖNSTERÅS KOMMUN



2012-11-30

SLUTRAPPORT – Arise Windpower AB

Innehåll

| | |
|---|----|
| 1. Sammanfattning | 3 |
| 2. Bakgrund | 4 |
| 3. Syfte..... | 4 |
| 4. Förutsättningar | 4 |
| 5. Idhult vindkraftpark..... | 5 |
| 5.1 Uppföljning ekonomi | 5 |
| 5.2 Avvikelse tidplan..... | 6 |
| 6. Erfarenheter vid byggnation | 7 |
| 6.1 Kran | 7 |
| 6.2 Vägbyggnation..... | 9 |
| 6.3 Fundament | 11 |
| 7. Produktionsanalys | 13 |
| 7.1 Dygnsvariationer | 16 |
| 7.2 Fortsatt analys och utbyggnad | 17 |

1. Sammanfattning

Arise Windpower AB (Arise) har sökt och beviljats bidrag för tre investeringsprojekt samt ett antal utvecklingsprojekt. Investeringsprojekten omfattade uppförande av totalt 3 vindkraftparker, belägna på väst-, öst- och sydkusten i södra Sverige. Denna rapport avser projektet Idhult beläget på östkusten i Mönsterås kommun. Installerade vindkraftverk är av fabrikat Vestas med en märkeffekt om 2,0 MW per styck. Navhöjden är 105 meter och rotordiameter 90 m.

Rapporten omfattar redogörelse för investeringsprojektet, erfarenheter från byggnation i skogsmiljö och hur produktionen ser ut jämfört mot västkusten. Huvudsakliga slutsatser är

- Investeringsprojektet Idhult
 - Installationsarbetet löpte enligt plan förutom vissa förseningar i driftsättningen av verken orsakade av sen anslutning till elnätet, samt en tidig och sträng vinter. Förseningarna medförde att investeringskostnaden överskreds med ca 1,3 MSEK mot budgeterat.
 - Parken beräknas producera ca 35 200 MWh per år vilket gör att den specifika investeringskostnaden, netto efter Energimyndighetens bidrag om 11,3 MSEK, är 13,2 MSEK/MW respektive 6,0 SEK per producerad års-kilowattimme.
- Erfarenheter byggnation
 - Det finns både ett ekonomiskt och miljömässigt värde att ha en långsiktighet i ägandet eftersom man då strävar efter att få ut maximalt med energi per installerad MW och därför planerar parken utifrån dessa förutsättningar.
 - Ett nära samarbete mellan projekterings- och byggnadsingenjörer i tidigt skede är viktigt för att minimera ingrepp i förhållande till producerad el över livstiden.
 - Vägar bör byggas med lagom hög standard, och man ska avvakta med färdigställande tills samtliga tunga transporter är genomförda.
 - Det finns möjlighet att minimera använd kranplatsyta genom att använda en stor hjälpkran så att man endast behöver göra lyft med denna från ett håll.
- Produktionsjämförelse (för perioden 1 april 2011 – 31 mars 2012)
 - Det skiljer sig i tid när produktion sker mellan väst- och östkust, vilket ger en viss sammanlagringseffekt som innebär en totalt sett jämnare elproduktion jämfört med att installera samma effekt i ett och samma område. För den studerade perioden var det sammanlagrat en nettoproduktion om under 97,8 % av den totala tiden.

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-, öst- 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.

3. Syfte

Syftet med projektet är dels att redogöra för Idhultsparken som investeringsprojekt och dels att för de erfarenheter som inhämtat av byggnation i skogsmiljö. Utöver detta avses också att jämföra elproduktionen mellan huvudsakligen öst- och västkust.

4. 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, upp till 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 rotorerna byts ut.

Arise mål är att ha byggt ca 1 000 MW fram till och med 2017. 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:

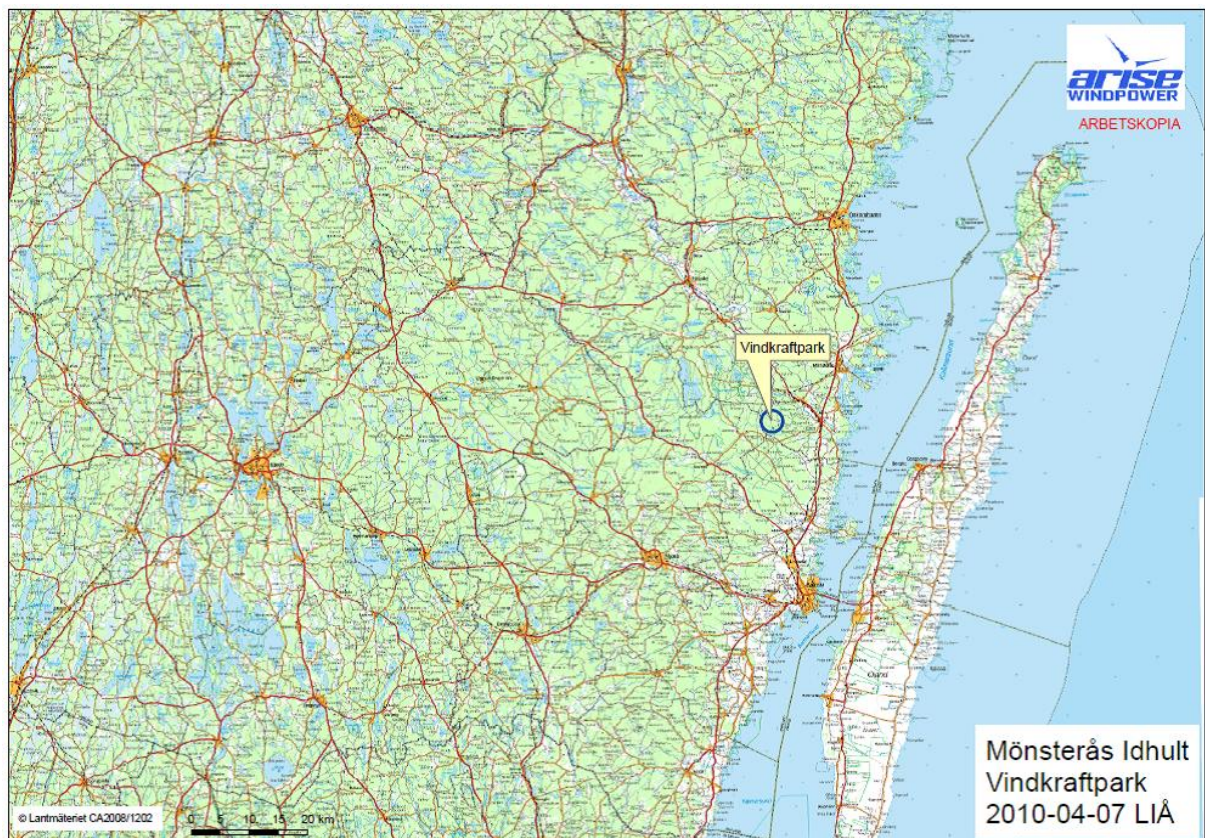
- Skapa en egen organisation för projektutveckling
- Bygga egen kompetens avseende projektledning för byggnation och driftsättning
- Bilda ett eget elnätsbolag
- Bilda ett eget kranbolag, samt inköp av egen kran

5. Idhult vindkraftpark

Arise vindkraftspark Idhult ligger några kilometer sydväst om Blomstermåla som i sin tur ligger ca 9 kilometer sydväst om Mönsterås, se Figur 1. Parken togs i drift i januari 2011.

Idhultsparken består av 8 stycken vindkraftverk från den danska tillverkaren Vestas och är av typen V90. Varje turbin har en maximal effekt om 2,0 MW och den beräknade årliga produktionen är ca 35,2 GWh (35 200 000 kWh). Parken ligger i prisområde IV och har en inmatningsersättning från nätägaren då man minskar förlusterna i nätet. Det sydliga läget gör också att risken för nedisning är låg.

Spänningsnivån för vindkraftparkens interna nät är 33 kV och anslutningspunkten till regionnätet ligger nästan mitt i själva parken.



Figur 1: Översiktskarta över Idhultsparkens placering.

5.1 Uppföljning ekonomi

Nettokostnad enligt fattat investeringsbeslut var 208,6 MSEK att jämföras med prognostiserad kostnad om 209,9 MSEK som ses i Tabell 1. I prognostiserad kostnad ingår myndighetens bidrag om 11,3 MSEK.

Tabell 1: Uppföljning av projektbudget

| UPPFÖLJNING PROJEKTBUDET - 16 Idhult | | Bokfört (kk) | Komm. fakturor (kk) | ÄTA och externtid (kk) | PROGNOS (kk) | PRODUK. KALKYL (kk) | Diff. mot prognos (kk) | INV.KALK. Styrelse (kk) | Prognos vs Inv.kalkyl | |
|--------------------------------------|---------------|--|---------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------|
| 2012-10-23 | SON September | | | | | | | | | |
| Vindkraftverk inkl. ÄTA | V | 157 265 | 812 | 0 | 158 077 | 159 300 | 1 223 | 160 000 | 1 923 | |
| Anläggning inkl. ÄTA | A | Inkl kostnad adapter och dragstänger för fundament | 34 424 | 0 | 0 | 34 424 | 28 000 | -6 424 | 27 600 | -6 824 |
| Elnät inkl. ÄTA | E | | 20 208 | 0 | 280 | 20 488 | 26 700 | 6 212 | 20 000 | -488 |
| Projektledning | P | Inkl. provning, tester o markprov | 4 327 | 0 | | 4 327 | 2 000 | -2 327 | 2 000 | -2 327 |
| Tillstånd & detaljplan. | M | | 2 389 | | | 2 389 | 0 | -2 389 | 1 200 | -1 189 |
| Förv. av tillst. & arr. | T | Förvärv av tillstånd | 0 | 0 | | 0 | 4 000 | 4 000 | 0 | |
| Byggränta | R | | 1 464 | | | 1 464 | 2 700 | 1 236 | 4 800 | 3 336 |
| Avgår bidrag STEM | EM | | -11 301 | | | -11 301 | -11 300 | 1 | -11 300 | |
| Övrigt oförutsett | O | | | | | 0 | 3 000 | 3 000 | 4 300 | 4 300 |
| Upphandlat och kommande inköp: | | | 208 776 | 812 | 280 | 209 868 | 214 400 | 4 532 | 208 600 | -1 269 |

Avvikelsen mot investeringskalkyl är ca -1,3 MSEK, där fördyringen i huvudsak beror på högre kostnader för väg- och markarbeten samt att kostnaden för projektledning och tillstånd blev högre än uppskattat. Differens i kostnadsposter framgår av Tabell 2.

Tabell 2: Beskrivning av de poster som i huvudsak skiljde sig mot prognosen.

| Kostnadspost | Skäl till avvikelse |
|---------------------------|--|
| Vindkraftverk | Vindkraftverk Billigare valuta SEK/€ än kalkylerat |
| Mark & anläggning | Högre kostnad för väg & markarbeten. Kostnad för snöröjning samt översvämning. |
| El | Enklare elinstallation |
| Projekt ledning/tillstånd | Kostnaden underskattades i investeringskalkylen |
| Byggränta | Projektet finansierades till fullo med egna medel |

5.2 Avvikelse tidplan

Driftstart av parken fördröjdes med ca tre månader pga. (i) fördröjt tillstånd för spänningsättning (EON) samt (ii) tidig och sträng vinter.

6. 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 byggnationskedjet, även planering redan vid projektering, om än inte i detalj, som är viktig för minimera inverkan på miljön per enhet 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 2 illustrerar ett lyft av en torndel på ett vindkraftverk mitt i vintertid.



Figur 2: Lyft av torndel med Arise kran under vintertid.

6.1 Kran

Arise investerade i en egen kran för att kunna hantera eventuella flaskhalsar, samt få ökad 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 3. Kranen har som nämnts hjul istället för larvfötter, vilket underlättar, minskar tidsåtgång och åverkan vid flyttning av kranen i skogsmiljö eller där vägstandarden är begränsande.



Figur 3: Arise hjulkran av modell Liebherr LG1750.

Det har visat sig att Arise 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 har andra incitament än kanske ett rent kranbolag har. Arise har ett långsiktigt åtagande mot markägarna i och med att man har arrendeavtal med längd 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, som exempel kanske man tar ned mer skog än vad som är nödvändigt.



Figur 4: 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 5.



Figur 5: Lyft med stor hjälpkran

6.2 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 6: 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 dialog med markägare och lokalbefolkning. Även väldigt gamla kartor vara till förvånansvärt stor nytta.

Arise har också konstaterat att man minskar totala materialåtgången och anläggningsarbetet om man före de tunga transporterna avslutar med grövre material, och först efter monteringen av verken finputsar med mindre grusfraktioner som lämpar sig för trafik med mindre servicebilar under driftperioden. 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.

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.



Figur 7: Markering av utökad hård yta för transport

I samband med bestämning av verkens slutgiltiga positioner 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.

6.3 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.

Den förbättrade fundamentsdesignen har verifierats, vilket har lett till att Arise i mars 2012 fick en design som certifierades av Det Norske Veritas. Arise samtliga fundament bygger numera på denna ovan beskrivna princip.

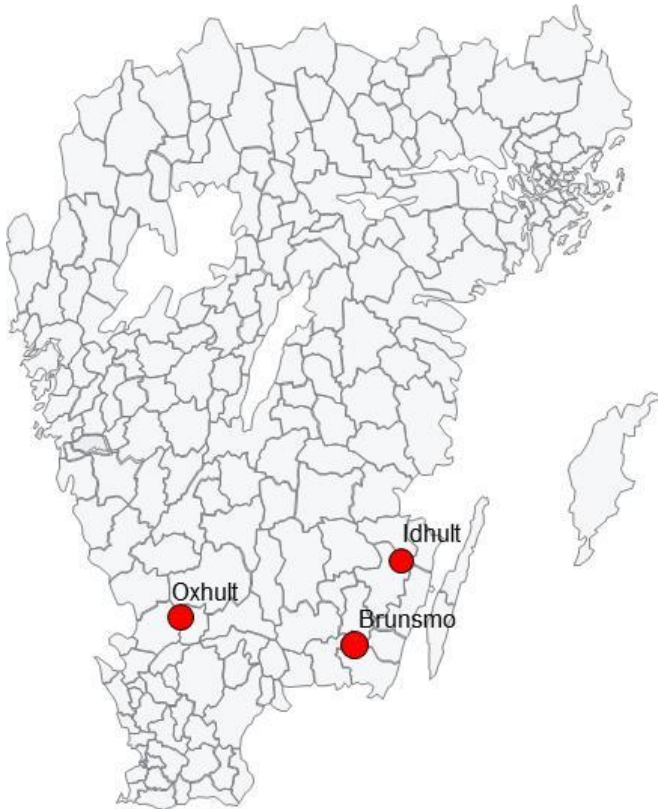


Figur 10: Färdigt fundament med adapter för V90.

7. Produktionsanalys

De parker som varit en del i projektet är Oxhult, Brunsmo och Idhult som är placerade på väst- och östkusten i södra Sverige enligt Figur 11. En samtidig jämförelse av produktionen på de tre platserna är av intresse dels för att utröna skillnader i energiproduktion över dygnet och dels för att kartera hur skogen påverkar vindpotentialen i de tre områdena.

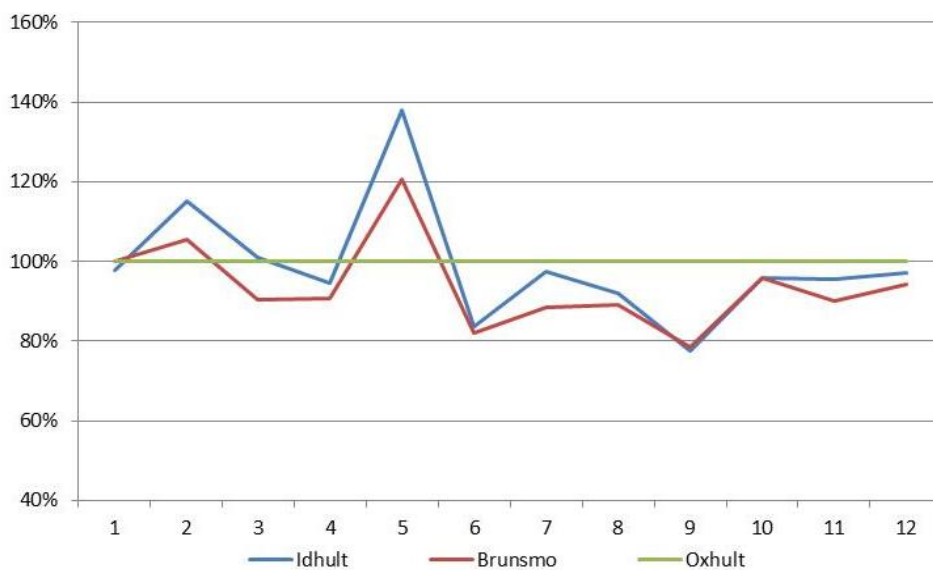
Perioden som studerats är från 1 april 2011 till och med 31 mars 2012, dvs. samtidig för samtliga parker. Som synes i Figur 11 så är produktionsvindarna framförallt västliga för samtliga parker under den studerade perioden.



| Sektor | Oxhult | Idhult | Brunsmo |
|---------|--------|--------|---------|
| 0-30 | 1% | 4% | 5% |
| 30-60 | 0% | 3% | 6% |
| 60-90 | 3% | 2% | 2% |
| 90-120 | 6% | 3% | 1% |
| 120-150 | 5% | 3% | 2% |
| 150-180 | 3% | 5% | 2% |
| 180-210 | 7% | 11% | 4% |
| 210-240 | 10% | 17% | 7% |
| 240-270 | 22% | 24% | 17% |
| 270-300 | 32% | 16% | 21% |
| 300-330 | 6% | 7% | 20% |
| 330-360 | 4% | 6% | 14% |

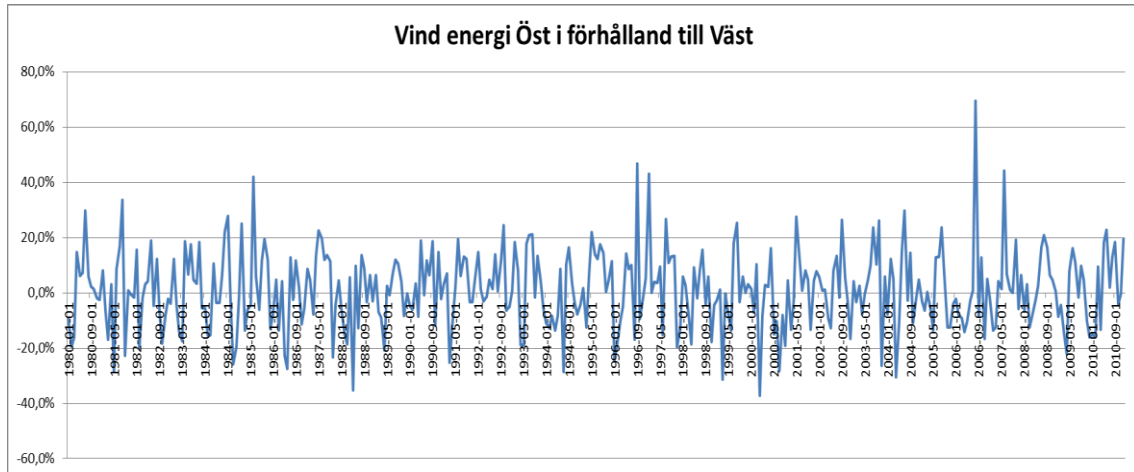
Figur 11: Karta över studerade parker samt tabell över andel produktion i respektive sektor

Vid undersökning av skillnader i produktion mellan olika månader kan man konstatera att dessa är stora, speciellt mellan Oxhult och de andra två parkerna som ses i Figur 12. Detta tyder på att det skulle vara skillnader mellan främst väst- och östkust. Fokus har härefter legat på att jämför Oxhult och Idhult så de är av samma turbin typ och därmed blir mer jämförbara.



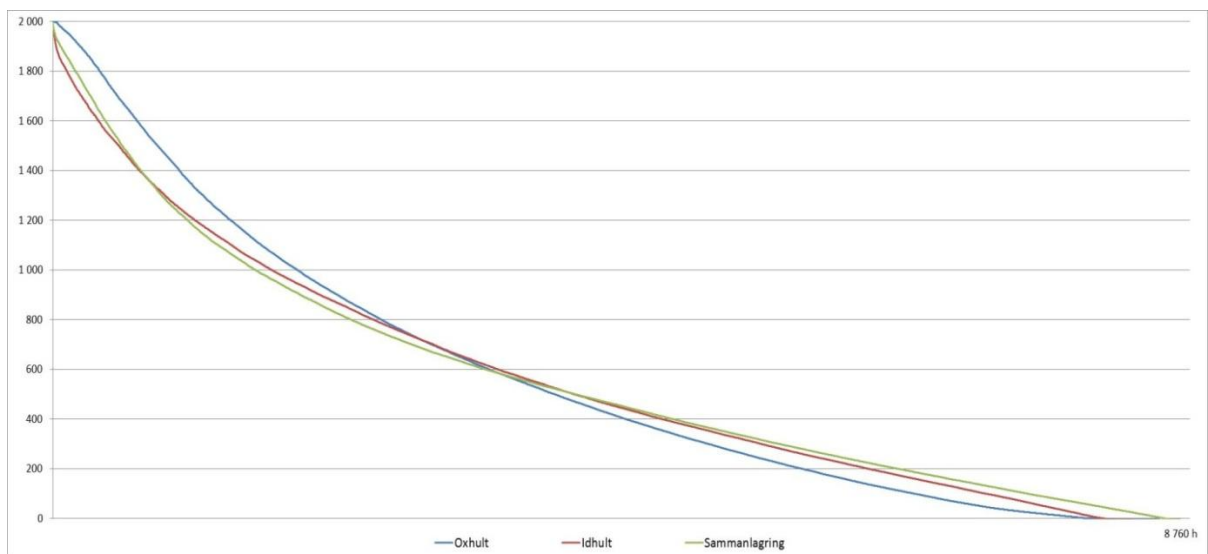
Figur 12: Skillnader i produktion för respektive månad under den studerade tidsperioden.

Vid en jämförelse av energiinnehåll i vinden på månadsbasis, baserat på 3-Tier, under en period av 30 år kan det konstateras att skillnader mellan väst- och östkust är stor. Som ses av Figur 13 uppkommer skillnader om ca 40 %, och det är relativt vanligt med skillnader om upp emot 20 %.



Figur 13: Skillnad i energiinnehåll på månadsbasis mellan väst- och östkust.

Under den studerade perioden så hade Oxhult fler timmar med hög produktion medan Idhult hade fler timmar med produktion som helhet. Som ses i Figur 14 så går brytgränsen vid ca 800 kW. Den sammanlagrade effekten av de två parkerna visar att parkerna haft produktion vid olika tillfällen, vilket också leder till många timmar med produktion. För den studerade perioden var det sammanlagrat en nettoproduktion om under 97,8 % av den totala tiden.



Figur 14: Varaktighetsdiagram avseende produktion för Oxhult och Idhult samt deras sammanlagrade produktion.

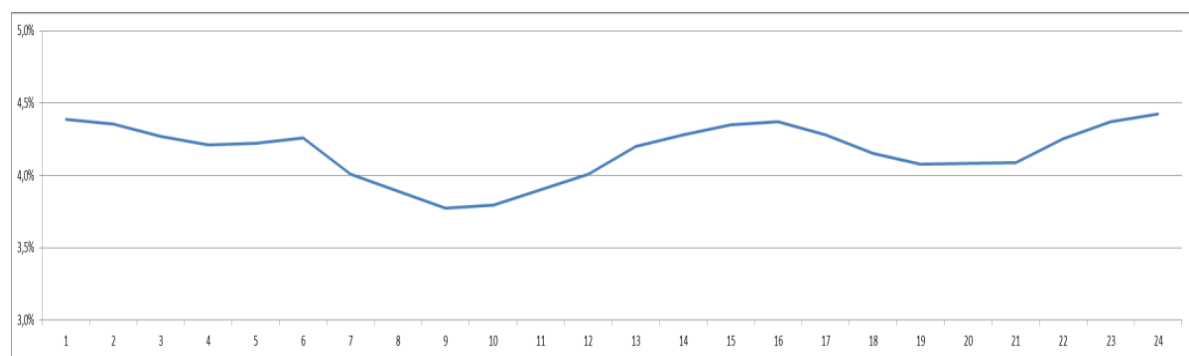
Tabell 3 och Figur 14 visar att det skiljer sig i tid när produktion sker mellan väst- och östkust, vilket ger en sammanlagringseffekt. Orsaken är främst att huvudsakliga vindriktningen är västlig och att man måste upp på högre höjd för att nå högre effekt på östkusten. Å andra sidan kan man dra bättre nytta av östliga vindar på östkusten, som dock inte är lika starka.

Tabell 3: Antal timmar produktion över vissa nivåer.

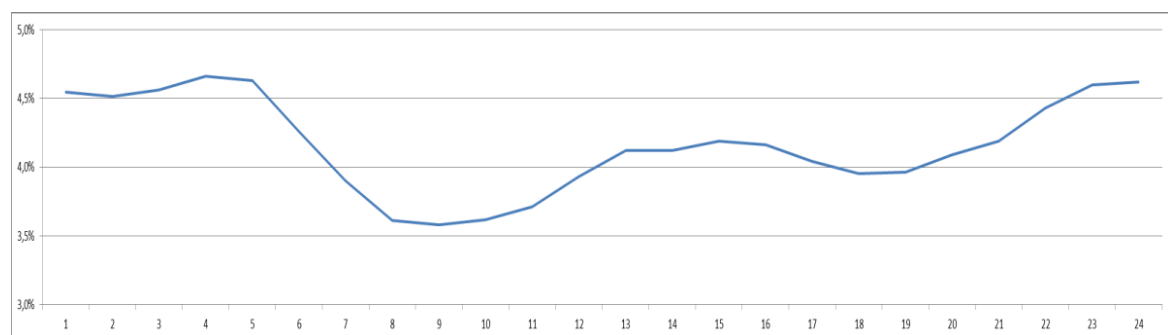
| | Oxhult (h) | Idhult (h) | Total (h) |
|-----------------|------------|------------|-----------|
| Produktion >0% | 1 089 | 818 | 77 |
| Produktion >10% | 5 664 | 6 136 | 6 430 |

7.1 Dygnsvariationer

Skillnader i elproduktion över dygnet områden emellan kan innebära en totalt sett jämnare elproduktion över dygnet jämfört med att installera samma effekt i ett och samma område. Skogen har dessutom olika karaktär i områdena med hög bonnitet och höga träd på västkusten samt lägre dito på näringsfattiga marker vid östkusten. Karaktäristiken i Karlskrona området får anses vara ett mellanting mellan dessa båda. Skillnader i elproduktion över dygnets timmar, månader och år är av särskilt intresse för att bedöma respektive området total potential för större vindkraft etableringar liksom bedömning om kostnadseffektivitet räknat som elproduktion per investerad krona.



Figur 15: Oxhultsparkens produktionsfördelning över dygnet.



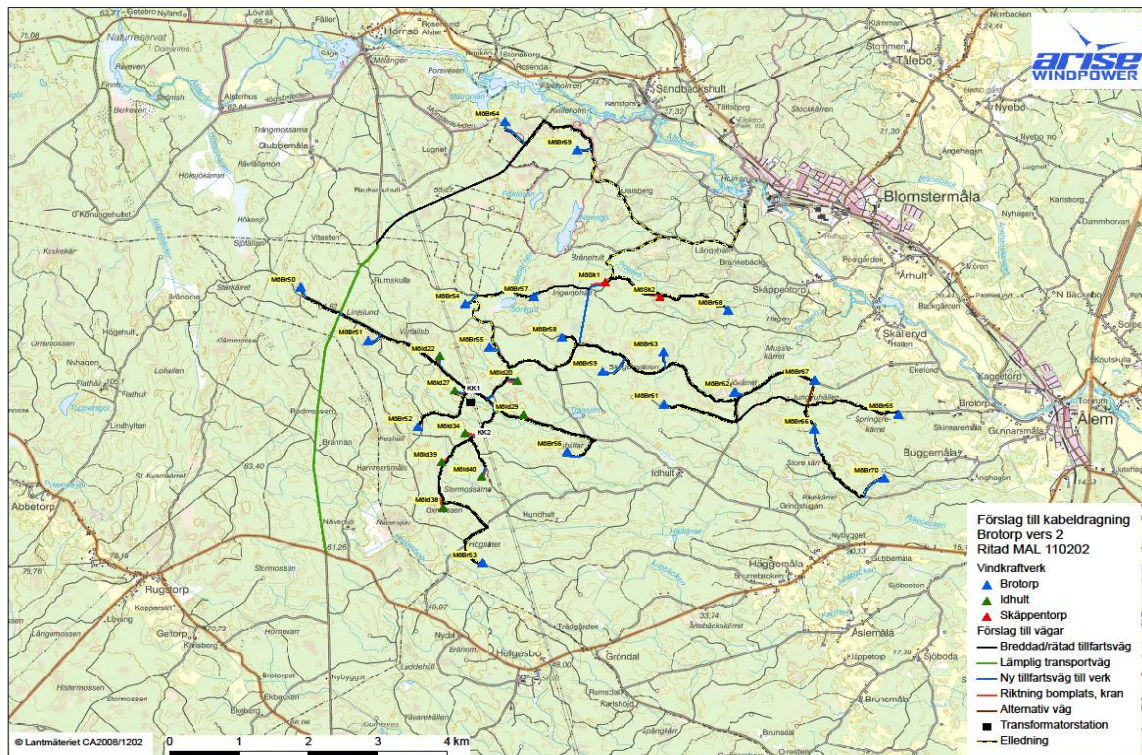
Figur 16: Idhultsparkens produktionsfördelning över dygnet.

Figur 15 och 16 visar att produktion fördelningen över dygnet är något jämnare i Oxhult jämfört med Idhult, men att formen är relativt lika varandra.

7.2 Fortsatt analys och utbyggnad

Avseende Idhultsparken så har tillstånd erhållits för uppförande av totalt tio vindkraftverk med totalhöjd om 150 meter. Då två av bedömdes stå ofördelaktigt, dvs. med förväntad låg elproduktion och avkastning, så fattades beslut om att endast uppföra åtta verk. Vindanalyser har dock visat på att det är en hög vindgradient speciellt på östkusten, så de två återstående positionerna flyttats till ett annat projekt där man planerar verk med en högre totalhöjd. Arise har redan investerat i ett intilliggande projekt, Skäppentorp, om ett verk med en navhöjd om 119 meter som driftsattes i januari 2012. Produktionsanalys kommer att genomföras och jämförelser dras mot Idhult speciellt relaterat till skillnad i navhöjd.

Givet att en medelvind om ca 6,5 till 6,6 m/sekund nås är avsikten att gå vidare och installera ytterligare en större grupp vindkraftverk i området, Brotorp, med navhöjd mellan 119 till 125 meter, där de två återstående Idhultspositionerna ingår. Tillståndsansökan pågår. Översikt över hela området visas i Figur 17.



Figur 17: Karta över samtliga Arise projekt i området (Idhult, Skäppentorp och Brotorp).