



Rapport

AVVECKLINGSKALKYL FYRSKEPPET OFFSHORE



Slutrapport



2024-04-18

Uppdrag: 331767 Avvecklingskalkyl Skyborn Renewables
Titel på rapport: AVVECKLINGSKALKYL FYRSKEPPET
Status: Slutrapport
Datum: 2024-04-18

Medverkande

Beställare: Skyborn Renewables
Kontaktperson: Malin Hillström
Konsult: Martin Hörngren
Uppdragsansvarig: Martin Hörngren
Kvalitetsgranskare: Sofia Anfinset

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| 1 Inledning | 5 |
| 1.1 Bakgrund | 5 |
| 1.2 Syfte | 5 |
| 1.3 Avvecklingsprocessen | 5 |
| 1.4 Kalkylförutsättningar | 5 |
| 2 Områdesspecifikation | 7 |
| 3 Avveckling | 7 |
| 3.1 Utrustning för avveckling | 8 |
| 3.1.1 Tekniska begränsningar | 9 |
| 3.2 Vindkraftverk | 9 |
| 3.3 Fundament | 9 |
| 3.3.1 Gravitationsfundament | 9 |
| 3.3.2 Fackverksfundament | 10 |
| 3.3.3 Monopile | 10 |
| 3.4 Kablar | 10 |
| 3.5 Transformatorstation | 10 |
| 3.6 Miljöförutsättningar | 11 |
| 4 Väderförutsättningar | 11 |
| 5 Återställningsarbeten | 11 |
| 6 Tidsuppskattning | 11 |
| 6.1 Vindkraftverk | 12 |
| 6.2 Transformatorstation | 12 |
| 6.3 Fundament | 12 |
| 6.4 Kablar | 13 |
| 7 Kostnader | 13 |
| 7.1 Kostnadsbedömning offshoarearbeten | 13 |
| 7.2 Kostnadsbedömning utförandekostnader | 14 |
| 7.3 Kostnadsbedömning processkostnader | 14 |
| 7.4 Osäkerheter vid kostnadsbedömning | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 8 Resultat | 15 |
| 8.1 Sammantagen kostnadsuppskattning | 15 |
| 8.2 Restvärde | 16 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Skyborn Renewables avser att etablera havsbaserad vindkraft i Bottenhavet nord-öst om Finngrundet i ett projekt kallat Fyrskippet. Det är verksamhetsutövarens skyldighet att se till att avveckling och efterbehandling av verksamheten genomförs i enlighet med gällande villkor och förutsättningar. I enlighet med 5 b § Lag (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon får ett tillstånd för sin giltighet göras beroende av att den som avser att bedriva verksamhet ställer säkerhet för kostnader att ta bort anläggningar och andra inrättningar samt för andra åtgärder för återställning.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att bedöma de kostnader som uppstår i samband med avveckling och efterbehandling i havsområdet Fyrskippet i Bottenhavet som Skyborn Renewables avser att nyttja för havsbaserad vindkraft. Specifieringen av bedömda kostnader har huvudsakligen tagits fram i enlighet med Energimyndighetens vägledning om nedmontering av vindkraft (ET 2016:11).

1.3 Avvecklingsprocessen

Avveckling av havsbaserad vindkraft baseras på en generell avvecklingsstrategi, vilken i huvudsak omfattas av rådande tekniska förutsättningar sammanvägda med tidigare erfarenheter. Detta medför att avvecklingsstrategier och förutsättningar kan komma att vara annorlunda vid tiden för avveckling, vilken uppskattas om cirka 50 år.

1.4 Kalkylförutsättningar

Aktuell kostnadsbedömning utgår från maximalt antal turbiner samt maximal turbinstorlek. Förutsättningarna för grundläggning och tillvägagångsätt för interna och externa kabelnätet är inte klarlagda, då detta i huvudsak styrs av platsens geotekniska och geologiska egenskaper, vilket även kan ha betydelse för den slutgiltiga parklayouten samt även val av fundamentstyp och antal turbiner. Kalkylen utgår ifrån att samtliga fundament avvecklas enligt gällande rekommendationer, se kapitel 3.3. I

aktuellt fall har kostnad för avetablering av fackverksfundament beräknats. Kostnad för avveckling av andra fundamentstyper bedöms som likvärdig. Av det interna ledningsnätet förutsätts ca 25% avvecklas och resten kvarlämnas.

1.4.1 Reviderad kalkyl

Aktuell avvecklingsrapport är en reviderad version av tidigare avvecklingskalkyl "*Rapport Avvecklingskalkyl*" daterad 2023-06-19. Revisionen avser nya reducerade beräkningar av ett antal poster. Denna version av avvecklingskalkylen, med justerade antaganden enligt nedanstående poster, är mer relevant och realistisk för den avveckling som planeras att ske av vindkraftpark Fyrskippet.

Etablering och avetablering har reducerats med ca 70 miljoner kronor med anledning av att den arbetsflotta som krävs vid tiden för avveckling bedöms finnas tillgänglig inom Östersjöregionen. Tidigare beräkningar förutsatte att arbetsflottan endast fanns tillgänglig utomlands.

Hamnlogistik har reducerats med ca 100 miljoner kronor med anledning av att de hamnlogistiska förutsättningarna vid tiden för avveckling bedöms vara fullt utvecklade för ändamålet. Tidigare beräkningar baserades på dagsaktuella hamnlogistiska förutsättningar.

Återvinning har reducerats med 24 miljoner kronor med anledning av den bedömda utvecklingen av de hamnlogistiska förutsättningarna.

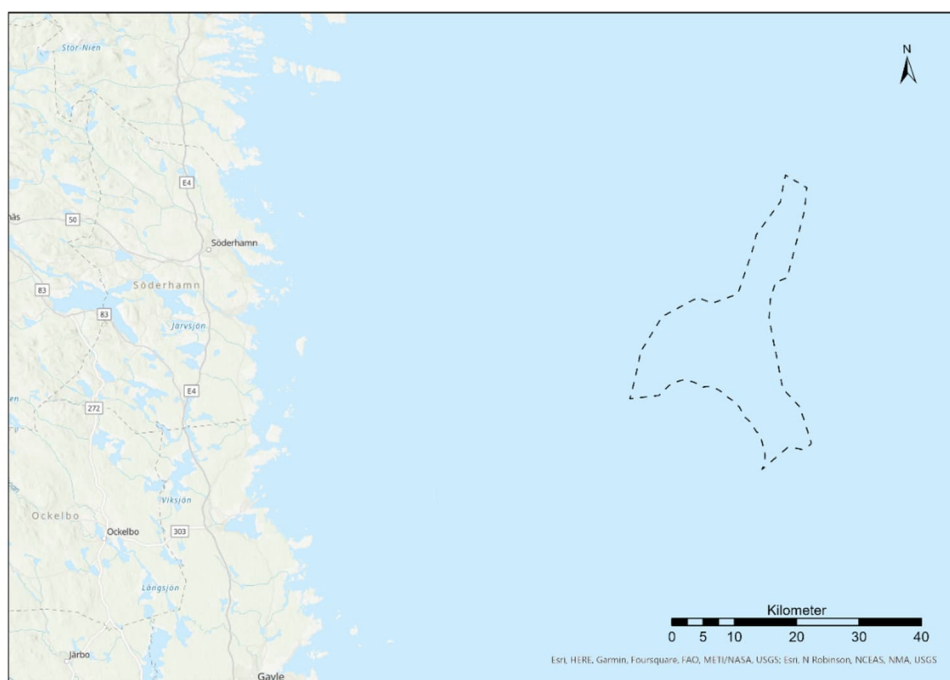
Avveckling kabel har reducerats med ca 27 miljoner kronor med anledning av att endast ca 25% av det interna kabelnätet kommer att avvecklas. Tidigare beräkningar förutsatte att hela kabelnätet avvecklades.

Stillestånd har reducerats med ca 150 miljoner kronor med anledning av att delar av den operativa flottan bedöms kunna utföra arbeten även under ogynnsamma väderförhållanden.

2 Områdesspecifikation

Fyrskippet är lokaliserat ca 72 km nordost om Gävle. Det finns ett antal hamnar längs kuststräckan Söderhamn – Sundsvall alternativt i Finland som kan användas som logistiknav under ett avvecklingsförfarande.

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Yta | Ca 488 km ² |
| Avstånd närmaste hamn | Ca 72 km (Gävle) |
| Vattenområde | Svensk ekonomisk zon |
| Max antal vindkraftverk | 187 st |
| Max antal vindkraftsfundament | 187 st |
| Max höjd | 350 m |
| Transformatorstationer | 4 st |
| Transformatorfundament | 4 st |
| Logistikplattformar | 1 st |
| Plattformsfundament | 1 st |
| Fundament | Fackverk, gravitation, monopile |
| Internt kabelnät | 450 km |



Figur 1. Vindparkområdet Fyrskippet.

3 Avveckling

Förutsättningarna för en effektiv avveckling är att arbetet kan dimensioneras och utföras med rätt typ av utrustning, utföras

sammanhängande under en vädermässigt gynnsam tidsperiod, samt att det finns tillräcklig logistisk kapacitet i form av farleder, hamnar och materialhantering på land. Arbetena ska utföras enligt en framtagen avvecklingsplan och utföras av en organisation specialiserad på havsbaserad vindkraft, vilken har både expertkunskap och erfarenhet av den såväl tekniska som praktiska omfattningen.

Arbetsområdet ska inför avveckling avlysas och anmälas enligt Transportstyrelsens och Sjöfartsverkets gällande riktlinjer och rekommendationer.

3.1 Utrustning för avveckling

Avveckling utförs av en flotta specialiserad på installation och avveckling av fundament, vindkraftverk, kablar och övriga relevanta komponenter. Flottan utgörs i huvudsak av nedanstående fartyg och arbetsplattformar.

- WTIV (Wind Turbine Installation Vessel)
Fartyg med "jack-up"-möjligheter, vilket innebär att fartyget, med hjälp av stödben, kan hissas upp och därmed bli en stabil fristående plattform. I upphissat läge påverkas således inte fartyget av sjöhävning.
- HLV (Heavy Lift Vessel)
Fartyget är dimensionerat för tunga lyftoperationer såsom hantering av fundament och andra tunga komponenter.
- HLC (Heavy Lift Crane)
Fartyg eller pråm som är anpassat för extremt tunga lyft såsom hantering av transformatorstationer.
- MPSV (Multi Purpose Support Vessel)
Multifunktionellt fartyg som kan användas för en rad olika tillämpningar, exempelvis vid hantering av kabel.
- ROV (Remotely Operated Vehicle)
Utrustning för precisionsarbeten under vatten. Dessa arbeten kan exempelvis utgöras av muddring av sediment runt fundament, mekaniska demonteringsarbeten, svetsning, skärning samt kapning.
- Övriga fartyg såsom bunkerfartyg, supply-fartyg, bogserbåtar, survey-fartyg och pråmar.

3.1.1 Tekniska begränsningar

För etablering, avetablering och övrig transport finns inga generella begränsningar avseende vind, dock krävs isfria förhållanden. Under arbetsskedet finns begränsningar kopplat till vind och vågor. För kran- och lyftarbeten föreligger en säkerhetsbegränsning vid vind som överstiger 10–12 m/s. Begränsningar i sjöhävning uppkommer då den signifikanta våghöjden överstiger ca 1,5 meter. Alla arbeten förutsätter isfria förhållanden.

3.2 Vindkraftverk

Vindkraftverk avvecklas etappvis där blad, turbinhus och torn vanligtvis hanteras i separata arbets- och lyftprocesser. Det är framför allt vindkraftverkets storlek och arbetsplattformens kapacitet som styr arbetsinsatsens omfattning.

3.3 Fundament

Vid avveckling av fundament bör i enlighet med generella rekommendationer uppstickande fundamentet avlägsnas på ett sådant sätt att de inte utgör hinder eller begränsar havsbaserade verksamheter eller medför annan negativ miljöpåverkan.

Delar av fundament, skyddsanordningar såsom erosionskydd och/eller olika typer av bär- eller förstärkningslager kan utgöra habitat för hårbottenlevande arter, vilket kan vara skäl till att endast avveckla vissa delar, eller inte alls. Försiktighetsåtgärder under utförandet kan komma att bli aktuella om effekten av avvecklingen bedöms medföra negativa konsekvenser för bottenmiljön.

3.3.1 Gravitationsfundament

Gravitationsfundament utgörs vanligtvis av en ihålig konstruktion av stål eller betong som fylls med ballast för att uppnå tillfredställande vikt och stabilitet. För gravitationsfundament gäller generellt att botten måste ha tillfredställande geotekniska egenskaper samt att det vanligtvis krävs någon form av bottenförberedande arbete i form av avjämning, utfyllnad av bärlager mm.

Avveckling av gravitationsfundament kan med dagens kunskapsläge utföras genom sprängning, bilning eller lyft av hela eller delar av fundamentet efter utpumpning av ballast och vatten.

3.3.2 Fackverksfundament

Fackverksfundament utgörs av sammansvetsade stålkomponenter med tre eller fyra ben. Fundamentet grundläggs vanligtvis med pålning eller sugkassuner.

Avveckling av fackverksfundament sker genom kapning vid befintlig bottenyta eller annan lämplig nivå och kan utföras med exempelvis diamantvajersåg monterad på ROV eller kapning med vattenskarning från benens insida. Efter kapning lyfts fundamentet upp och bortforslas på fartyg eller pråm. Grundläggningselement som ligger under befintlig bottenyta lämnas kvar.

3.3.3 Monopile

Monopile-fundament består av ett cylindriskt stål-element som slås eller borraras ned i botten, beroende på rådande bottenförhållande.

Avveckling av monopile-fundament sker enligt samma princip som fackverksfundament.

3.4 Kablar

Kablar som anläggs i internkabelnät eller för anslutning till land (exportkabel) kan antingen tas upp eller lämnas kvar beroende på vilken miljöpåverkan som kan bli aktuell. Nedgrävda kablar lämnas generellt kvar då det medför en relativt stor miljöpåverkan att avlägsna dessa. I det fall nedschaktad kabel ska avvecklas utförs vanligen plogning eller spolning vid ledningsgrav för att helt eller delvis frilägga kabeln och möjliggöra vinschning. Inom ramen för den säkerhet som nu är aktuell berörs enbart internt kabelnät, inte exportkablar.

3.5 Transformatorstation

Avveckling av transformatorstation sker i huvudsak i två steg där det första steget avser lyft av transformatorbyggnaden. Steg två avser avveckling av fundamentet vilket vanligtvis består av typen fackverk.

3.6 Logistikplattform

Avveckling av logistikplattform sker i huvudsak i två steg där det första steget avser nedmontering och lyft av överbyggnaden. Steg två avser avveckling av fundamentet, vilket vanligtvis utgörs av typen fackverk.

3.7 Miljöförutsättningar

Alla komponenter som utgör farligt avfall hanteras enligt gällande regelverk och riskhanteringsprocesser.

4 Väderförutsättningar

Sammanställning av vindstatistik från Kuggören, Finngrundet, Eggegrund och Örskär visar att det finns en möjlig arbetsperiod mellan april och november, med en optimal arbetsperiod mellan maj till och med september, se Figur 2. Vädersonsmanställning Bottenhavet. Antalet dagar med vind över 10 m/s är som minst under perioden maj till augusti. Under vinterhalvåret förekommer vanligtvis fast is vid kusten och drivas eller sammanfrusen drivas ute till havs.

| BOTTENHAVET | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Aktivitet | Jan | Feb | Mar | Apr | Maj | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dec |
| Antal dagar vind > 10 m/s | 11 | 10 | 8 | 6 | 4 | 4 | 3 | 4 | 7 | 9 | 10 | 11 |
| Förekomst av is | | | | | | | | | | | | |
| Möjlig arbetsperiod | | | | | | | | | | | | |
| Optimal arbetsperiod | | | | | | | | | | | | |

Figur 2. Vädersonsmanställning Bottenhavet.

5 Återställningsarbeten

Fasta bottenstrukturer kan komma att utgöra revmiljöer för bottenlevande organismer. Omfattningen av återställande av bottenyta fastställs efter undersökningar och bedömningar av platsens förutsättningar med avseende på miljö- och naturvärden.

6 Tidsuppskattning

En förutsättning för att arbeten ska kunna utföras effektivt och kontinuerligt är att de förläggs under en period med så få väderavbrott som möjligt, samt att de olika arbetsmomenten utförs simultant. Det betyder att avveckling av vindkraftverk, fundament och kabelnät i princip utförs samtidigt.

Tidsuppskattningen för avveckling av respektive delar baseras på uppgifter från Skyborns egna erfarenheter, samt aktörer med erfarenhet från både etablering och avveckling av havsbaserad vindkraft.

Tabell 1. Tidsestimering av offshorearbeten.

| Aktivitet | Tim/enhet | Antal enheter | Summa [Tim] | Summa [Dygn] |
|--|-----------|---------------|-------------|--------------|
| Avveckling vindkraftverk | 40 | 187 | 7480 | 312 |
| Avveckling transformator + fundament | 190 | 4 | 760 | 32 |
| Avveckling logistikplattform + fundament | 190 | 1 | 190 | 8 |
| Avveckling vindkraftsfundament | 25 | 187 | 4 650 | 195 |
| Avveckling kabel/ledning | 15 | 28 | 420 | 18 |
| | | | 13 500 | 563 |

6.1 Vindkraftverk

Avveckling av ett vindkraftverk beräknas ta ca 40 timmar att genomföra. Fartyget har kapacitet att lasta 3–6 kompletta enheter innan transport för lossning i hamn. Arbetet planeras att utföras i cykler om tre enheter där varje cykel inklusive transport och lossning beräknas ta ca 120 timmar.

6.2 Transformatorstation

Avveckling av en transformatorstation beräknas totalt ta ca 190 timmar att genomföra. En stor del av tiden avser inledande arbeten såsom bortkoppling av kabelnät, nedmontering, säkring samt förberedande lyftåtgärder.

6.3 Logistikplattform

Tidsåtgång för avveckling av logistikplattform har beräknats utifrån samma förutsättningar som för avveckling av transformatorstation.

6.4 Fundament

Avveckling av ett fundament beräknas ta ca 25 timmar. Inom den tiden utförs även förberedande arbeten som exempelvis muddring runt varje ben om kapning behöver ske under bottenytan, samt kapning. Fundamenten lastas på pråmar vilket innebär att fartyget inte behöver gå till hamn för lossning.

6.5 Kablar

Avveckling av kabel har beräknats utifrån en kabeltrumma med en diameter om 6 meter, vilken har kapacitet för ca 100 ton kabel. Att fylla en trumma uppskattas ta ca 15 timmar. Fartyget har kapacitet att lagra 4 trummor innan lossning i hamn. Arbetet utförs därför i cykler om 4 trummor där varje cykel inklusive transport och lossning beräknas ta ca 60 timmar. I aktuellt fall beräknas att ca 25% av det totala interna kabelnätet avvecklas.

7 Kostnader

Kostnadsbedömningen har delats upp i tre huvudsakliga kategorier; kostnader för offshorearbeten, kostnader för utförande samt processkostnader. Kostnadsbedömningen är sedan sammanvägd med den bedömda tidsuppskattningen.

7.1 Kostnadsbedömning offshorearbeten

Kostnadsbedömning offshorearbeten avser alla sjöarbeten och omfattar hela den operativa flottan inklusive etablering och avetablering.

Tabell 2. Kostnadsbedömning avseende offshorearbeten.

| Aktivitet | Enhet | Kostnad [SEK] |
|--------------------------|-------|---------------|
| Etablering [SE] | St | 4 000 000 |
| Avetablering [SE] | St | 4 000 000 |
| Stillestånd | Dygn | 3 900 000 |
| Avveckling vindkraftverk | Dygn | 1 035 000 |
| Avveckling transformator | Dygn | 800 000 |
| Avveckling fundament | Dygn | 2 200 000 |
| Avveckling kabel | Dygn | 650 000 |

7.2 Kostnadsbedömning utförandekostnader

Utförandekostnader avser huvudsakligen kostnader kopplade till logistik och hantering av material i samband med den operativa delen av avvecklingen.

Tabell 3. Kostnadsbedömning avseende utförandekostnader.

| Aktivitet | Enhet | Kostnad [SEK] |
|-----------------------|-------|---------------|
| Lotsdispens | St | 150 000 |
| Hamnavgifter | St | 5 900 000 |
| Farledsavgifter | St | 3 000 000 |
| Hamnlogistik | St | 60 000 000 |
| Återvinning | St | 35 000 000 |
| Transport återvinning | St | 31 000 000 |
| Slutbesiktningar | St | 3 900 000 |
| | | 138 950 000 |

7.3 Kostnadsbedömning processkostnader

Processkostnader avser i huvudsak de kostnader som uppkommer inom det administrativa arbetet inför en avveckling.

Tabell 4. Kostnadsbedömning avseende processkostnader.

| Aktivitet | Enhet | Kostnad [SEK] |
|-----------------------------|-------|---------------|
| Översiktlig avvecklingsplan | St | 4 500 000 |
| Förstudier och tillstånd | St | 4 500 000 |
| Upphandlingar | St | 600 000 |
| Projektering | St | 1 500 000 |
| Projektledning | St | 3 000 000 |
| Rapportering | St | 300 000 |
| | | 14 400 000 |

7.4 Osäkerheter vid kostnadsbedömning

Beräkningar i föreliggande rapport är i huvudsak baserade på aktuella kostnadsindikationer för både avveckling och installation av havsbaserad vindkraft på den internationella marknaden. Osäkerhetsfaktorer som påverkar kostnadsbedömningen för en framtida avveckling kan exempelvis utgöras av tillgänglighet av specifik fartygsflotta, valutakurs, bränsle- och råvarupriser. Ett rimligt antagande är att den generella teknologin avseende

installation och avveckling inom den havsbaserade vindkraftsindustrin kommer att utvecklas mycket framöver. Detta leder sannolikt till en mer standardiserad och effektiviserad metodik, vilket troligen också har en positiv inverkan på kostnadssidan.

8 Resultat

8.1 Sammantagen kostnadsuppskattning

Med aktuella antaganden och förutsättningar uppgår den totala avvecklingskostnaden för vindpark Fyrskippet med 187 vindkraftverk till ca 1 miljard kronor. Avvecklingskostnaden för varje enskilt vindkraftverk uppgår då avrundat till ca 5,4 miljoner kronor.

Tabell 5. Kostnadssammansättning.

| Aktivitet utförande | Dygn | Å-pris [SEK] | Summa [SEK] |
|---|------|--------------|---------------|
| Avveckling vindkraftverk | 312 | 1 035 000 | 322 920 000 |
| Avveckling transformator | 32 | 800 000 | 25 600 000 |
| Avveckling logistikplattform | 8 | 800 000 | 6 400 000 |
| Avveckling fundament | 195 | 2 200 000 | 429 000 000 |
| Avveckling kabel | 18 | 650 000 | 11 700 000 |
| Etablering två säsonger | 2 | 4 000 000 | 8 000 000 |
| Avetablering två säsonger | 2 | 4 000 000 | 8 000 000 |
| Stillestånd | 13 | 3 900 000 | 50 700 000 |
| Utförandekostnader | 1 | 138 950 000 | 138 950 000 |
| Processkostnader | 1 | 14 400 000 | 14 400 000 |
| Total | | | 1 015 670 000 |
| Avvecklingskostnad per komplett vindkraftverk | | | 5 431 390 |

Utifrån aktuella kostnadsuppskattningar rekommenderas att den totala avsättningen per vindkraftverk för Fyrskippet ska uppgå till 5,4 miljoner kr.

8.2 Restvärde

Restvärdet avseende materialåtervinning inkluderas inte som en avdragsmässig post i bedömning av ekonomisk säkerhet. Det beräknade restvärdet redovisas i syfte att visa den faktiska kostnaden som uppkommer vid en avvecklingsprocess.

Tabell 6. Restvärde avseende materialåtervinning.

| Koppar | Vikt [Ton] | Å-pris [SEK] | Summa [SEK] |
|--------------------------------------|------------|--------------|-------------|
| Vindkraftverk | 1 860 | 7 500 | 13 950 000 |
| Transformator | 60 | 7 500 | 450 000 |
| Fundament | 0 | | |
| Kabel | 2 800 | 7 500 | 21 000 000 |
| Stål | Vikt [Ton] | Å-pris [SEK] | Summa [SEK] |
| Vindkraftverk | 102 300 | 1 250 | 127 875 000 |
| Transformator | 1 300 | 1 250 | 1 625 000 |
| Fundament | 139 500 | 1 250 | 174 375 000 |
| Kabel | 560 | 1 250 | 700 000 |
| Total | | | 339 975 000 |
| Restvärde per komplett vindkraftverk | | | 1 818 048 |

Med avräknat restvärde bedöms den faktiska avvecklingskostnaden per vindkraftverk uppgå till ca 3,6 miljoner kr.