

## TUULIVOIMALAN PURKAMISEN KUSTANNUKSET

### Tarkastelun lähtökohdat

Tarkastelussa oletetaan että voimalalla ja tornilla ei ole jälleenmyyntiarvoa, ja perustus voi jäädä maahan maisemoituna. Rajaus on vaativa, sillä on varsin epätodennäköistä, että voimalalla tai voimala-alueella ei olisi jälkimarkkinoita.

Useimmissa tapauksissa käytöstä poistetut voimalat voidaan myydä jälkimarkkinoilla edelleen energiantuotannossa käytettäväksi. Myös tuulivoimalle kaavoitetulla ja rakennutulla alueella on jälkimarkkinat: mikäli paikalla on hyvät tuuliolosuhteet, valmis infrastruktuuri houkuttelee uusia toimijoita, jotka vastaavat myös vanhojen voimaloiden purusta, mikäli alkuperäinen omistaja ei niin tee.

Suomen tuulivoimatoimijoista ison osan taustalla on mankala -järjestelmä, osuuskauppa tms., joiden konkurssreja ei voitane pitää mahdollisina. Lisäksi monien takana on suuria ja vakavaraisia kotimaisia ja ulkomaisia toimijoita, joiden äkillinen poistuminen markkinalta ei ole todennäköinen tapahtuma.

Mahdollisen konkurssin tapauksessa voimalat siirtyvät pankin omaisuudeksi, mikäli lainapääomaa ei ole kokonaan maksettu takaisin. Tämän jälkeen omistus jää konkurssipesälle, joka voi myydä omaisuuden pesän rahoittamiseksi yllä mainituille jälkimarkkinoille.

Mikäli voimala on tuhoutunut onnettomuuden seurauksena, edellyttää vakuutusyhtiö voimalan purkamista korvauksen saamiseksi. Tällöin voimaloiden omistajan on vastattava purkamisesta korvaukset saadakseen.

Useimmat tuulivoimahankkeet rakennetaan kokonaan tai osittain lainarahoituksella. Lainarahoitusta myöntäessään pankit arvioivat toimijan vakavaraisuuden ja hankkeen teknisen potentiaalin erittäin kriittisesti ja kattavasti; rahoituksen saaminen sinänsä vaatii asioiden hyvää hoitoa. Lisäksi maanomistaja voi saada turvaa erilaisista sopimuksellisista keinoista.

### 1. Sisällön rajaus

Raportin purkukustannuksissa tarkastellaan maatuulivoimaa Suomessa ja siinä selvitetään karkealla tasolla:

- Paljonko nykyaikaisen suuren 140 m napakorkeudeltaan (3 MW, nasellin + roottorin kokonaispaino luokkaa 140-160 t) olevan voimalan purkaminen maksaa; terästornilla, hybriditornilla tai betonitornilla
- Paljonko purettavasta voimalasta voi saada rahaa osia ja materiaaleja kierrättämällä

Kustannuksia määriteltäessä käsitellään vain voimalaa, tornia ja perustuksia eikä esim. sähkö- tai tieverkkoa.

Raportissa lasketaan esimerkkitaapaukset 10 voimalan purkuhankkeille.

## 2. Purkamisen valmistelu

Tuulivoimalan purkamisen yhteydessä tulee huomioida mahdollinen maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) mukaisen purkamisluvan tarve joka on pakollinen mm. kaavoitetuilla tuulivoima-alueilla. MRL 139 §:n mukaan purkamislupahakemuksessa tulee selvittää purkamistyön järjestäminen ja edellytykset huolehtia syntyvän rakennusjätteen käsittelystä sekä käyttökelpoisten rakennusosien hyväksi käyttämisestä.

Purkamiseen erikoistuneita yrityksiä on raportin kirjoittamishetkellä Suomessa useita. Purkamisen valmistelua aloitettaessa kannattaakin olla yhteydessä alan yrityksiin, joilta saa purkamiseen tarvittavia käytännön neuvoja ja palveluja.

Purkamisen valmisteluun ja suunnitteluun vaikuttaa merkittävästi paikka missä voimalat sijaitsevat. Asutuksen tai häiriintyvien kohteiden lähellä esim. teollisuusalueella purkamisjärjestelyt vaativat erilaisia valmisteluja kuin muusta toiminnasta kaukana olevien voimaloiden purku. Tässä raportissa oletetaan että ympärillä ei ole sellaista kohdetta tai toimintaa joka vaikeuttaa normaalia purkutyötä.

## 3. Turbiinin purkamisen vaiheet

Turbiinien luokse johtavia teitä levennetään niin paljon, että purkamiseen ja siirtoon tarvittavien nosturien ja muiden koneiden tuonti paikalle on mahdollista. Tuulivoimala kytketään irti verkosta. Ohjauskaapit, sähköiset komponentit ja sisäpuoliset kaapelit irrotetaan. Lavat, napa ja naselli lasketaan alas maahan purkamista varten. Tornin osat lasketaan maahan, missä ne puretaan kuljetusten vaatimiin osiin. Betoninen torni tai tornin osat voidaan useimmissa tapauksissa myös kaataa ja jatko työstää eli ”pulveroida” pienempiin osiin maassa kuljetusta ja kierrättämistä varten. Lavat, napa, naselli, tornin osat ja verkkoliittymän laitteet ja kaapelit puretaan osiksi kierrättämistä ja/tai hävittämistä varten. Perustus voidaan mahdollisesti maisemoida peittämällä näkyvät osat maalla tai vaihtoehtoisesti purkaa osittain tai kokonaan ja viimeistellä maatäytöllä.

## 4. Purkamiskustannukset

### 4.1. Purkamisen valmistelu

Purkamisen edellyttämä suunnittelu, lupien hakeminen, vakuutukset ja tarvittava projektinjohto, yleiset työmaapalvelut ja nosturikaluston mobilisointi noin 10 voimalaa sisältävässä purkukohteessa.

Yhden voimalan purkaminen ei vaadi yhtä mittavaa valmistelua, ja nosturin välisiirtoja ei ole, mutta nosturin mobilisointikustannus on kuitenkin sama.

Kustannustekijä	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta {€}	Yhteensä [€]
Projektin johto ja suunnittelu	40	päivä	1 000 ... 1 500	40 000 ... 60 000
Luvat ja vakuutukset	1	erä	20 000 – 30 000	20 000 – 30 000
Työmaapalvelut	40	päivää	100..200	4 000...8 000
Nostokaluston mobilisointi (600t nosturi)	1	erä	60 000...80 000	60 000...80 000
Nosturien välisiirrot	9	kpl	25 000	225 000
<b>YHTEENSÄ (10 voimalaa)</b>				<b>349 000...403 000</b>

Kustannusarvioiden lähde: nosturikustannukset Havator Oy

#### 4.2. Nasellin ja roottorin purkaminen

Kustannustekijä	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta {€}	Yhteensä [€]
Lapojen ja navan purku	10	erä	4 000...6 000	40 000...60 000
Sähkövarusteiden purku	10	erä	1 000...1 500	10 000...15 000
Nasellin purku	10	kpl	1 000...1 500	10 000...15 000
Nosturivuokrat	20	päivä	12 000	240 000
<b>YHTEENSÄ (10 voimalaa)</b>				<b>300 000...330 000</b>

Kustannusarvioiden lähde: nosturikustannukset Havator Oy

#### 4.3. Tornin purkaminen

Tornin purkutyö aloitetaan tornin sisällä olevien varusteiden poistamisella tarpeellisilta osin mm. sähkökaapelit ja hissi

Terästorni tai hybriditornin teräsosa puretaan osissa ns. käänteisessä järjestyksessä pystytykseen nähden.

Betonisen tornin tai hybriditornin betoniosa kaadetaan, jonka jälkeen teräsbetoni pulveroidaan paikanpäällä ja siitä erotellaan teräkset. Nämä materiaalit sitten kuljetetaan pois ja lähtökohtaisesti kuuluvat purku-urakoitsijan omaisuudeksi. Purkutyön hintaan sisältyy siten poiskuljetus betonisten torniosien osalta.

#### Terästorni

Kustannustekijä	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta {€}	Yhteensä [€]
Tornin sisäosien purku	5	päivä	1 000...1 500	5 000..7 500
Tornin purku	10	päivä	1 000...1 500	10 000...15 000
Nosturivuokrat	10	päivä	12 000	120 000
<b>YHTEENSÄ (10 voimalaa)</b>				<b>135 000...142 500</b>

Kustannusarvioiden lähde: nosturikustannukset Havator Oy

**Hybriditorni**

Kustannustekijä	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta {€}	Yhteensä [€]
Tornin sisäosien purku	7	päivä	1 000...1 500	7 000..9 500
Teräsojan purku	5	päivä	1 000...1 500	5 000..7 500
Nosturivuokrat	5	päivä	12 000	60 000
Betoniosan purku (sis. poiskuljetuksen ja käsittelymaksut)	9 000-12 000	tonni	30	270 000...360 000
<b>YHTEENSÄ (10 voimalaa)</b>				<b>342 000...437 000</b>

Kustannusarvioiden lähde: nosturikustannukset Havator Oy ja betoniosien purku Delete Oy

**Betonitorni**

Kustannustekijä	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta {€}	Yhteensä [€]
Tornin sisäosien purku	10	päivä	1 000...1 500	10 000..15 000
Betoniosan purku (sis. poiskuljetuksen ja käsittelymaksut)	12 000-15 000	tonni	30	360 000...450 000
<b>YHTEENSÄ (10 voimalaa)</b>				<b>370 000...465 000</b>

Kustannusarvioiden lähde: nosturikustannukset Havator Oy ja betoniosien purku Delete Oy

**4.4. Perustusten purkaminen ja maisemointi**

Perustukset jätetään mahdollisuuksien mukaan maahan ja maisemoidaan peittämällä maa-aineksella esim. hiekalla. Mikäli perustuksia ei voida jättää maahan, puretaan ne osin räjäyttämällä ja pulveroimalla syntynyt teräsbetonimurska. Materiaalin poiskuljetuksen jälkeen syntynyt kuoppa täytetään maa-aineksella esim. hiekalla.

Kustannustekijä	Yhteensä [€]
Perustuksen peittäminen ja maisemointi hiekalla	2 000-3 000
Perustuksen purkaminen 700 m <sup>3</sup> (sis. Kuljetuksen ja jätemaksut)	40 000
Puretun perustuskuopan täyttö hiekalla	15 000-20 000

Kustannusarvioiden lähde: betoniosien purku Delete Oy

## 5. Purettujen osien poiskuljetus

Poiskuljetuksen kustannuksiin on laskettu mukaan työn ja kuljetusvälineiden aiheuttamat kustannukset yhtä voimalaa kohden. Oletus on, että puretut osat ja materiaalit kuljetetaan asianmukaiseen kierrätyskeskukseen tai yritykseen, jossa osat kunnostetaan tai toiseen tuulipuistoon, jossa ne asennetaan uudelleen käyttöön.

Kuljetusmatkan oletetaan olevan enintään 500 km.

### Nasellin ja roottorin poiskuljetus

Kustannustekijä	Yhteensä [€]
Lapojen kuljetus	5 000
Navan kuljetus	3 000
Nasellin kuljetus	7 000
Muu kuljetus	1 000
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>16 000</b>

*Kustannusarvioiden lähde: Transport Company Ville Silvasti Ltd.*

### Tornin poiskuljetus

Kustannustekijä	Yhteensä [€]
Terästornin osien kuljetus	15 000
Hybriditornin osien kuljetus	6 000*
Betonitornin osien kuljetus	Sis. purkuun

*\*betoniosien kuljetus sisältyy betoniosan purkukustannukseen*

### Perustusten materiaalin poiskuljetus

Materiaalien poiskuljetus sis. Purkuhintaan.

## 6. Materiaalien kierrätys ja hyötykäyttö

Tässä selvityksessä oletetaan, että purettavaa voimalaa ei asenneta uudelleen toiseen paikkaan ja sen osat kierrätetään ja hävitetään.

Nykyisin lähes 80 % prosenttia 3 MW:n suuruudessa tuulivoimalassa käytetyistä raaka-aineista pystytään kierrättämään. Voimaloiden metallikomponenttien (teräs, kupari, alumiini, lyijy) osalta kierrätysaste on yleensä jo nykyisin hyvin korkea, jopa lähes 100 %.

Kierrätyksen kannalta ongelmallisimpia ovat lavoissa käytetyt lasikuitu- ja epoksimateriaalit, joiden uusiokäyttö ei sellaisenaan vielä ole mahdollista. Lapojen hävittäminen ei myöskään polttamalla ole mahdollista, koska niissä on erittäin paljon lasia. Lasi tukkii polttolaitosten kanavat, kun se höyrystymisen jälkeen kiinteytyy. Näin ollen lavat pitää toimittaa jätteenkäsittelylaitokselle, jossa ne murskataan, ja murska sijoitetaan keräilyalueelle. Joissain tapauksissa lavoista voidaan tehdä käyttö- tai taide-esineitä.

**Naselli ja roottori**

Jättemateriaalin arvo	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta {€}	Yhteensä [€]
Materiaalit (turbiini ilman tornia)	140	t		
• teräs 72 %	100	t	140...170	14 000...17 000
• kupari 2 %	3	t	3 000...3 500	9 000...10 500
Lapajäte 26 %	36	t	-100...-120	-3 700...-4 320
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>19 300...23 180</b>

**Torni**

Jättemateriaalin arvo	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta {€}	Yhteensä [€]
Terästorni	170	t	140...170	23 800...28 900
Hybriditorni teräsosa	50	t	140...170	7 000...8 500

Betonitornin ja hybriditornin betoniosan jättemateriaalin arvo sisältyy purkukustannukseen

**Perustus**

Perustuksen teräsbetonin jättemateriaalin arvo sisältyy purkukustannukseen.

**7. Yhteenveto kustannuksista****10 tuulivoimalan puisto**

Perusoletuksena on että perustus voidaan jättää maahan ja maisemoida

Kustannustekijä	Terästorni	Hybriditorni	Betonitorni
Purkamisen valmistelu	349 000...403 000	349 000...403 000	349 000...403 000
Nasellin ja roottorin purkaminen sekä poiskuljetus	46 000...51 000	46 000...51 000	46 000...51 000
Tornin purkaminen ja poiskuljetus	285 000...295 000	342 000...437 000	370 000...465 000
Perustusten maisemointi	20 000...30 000	20 000...30 000	20 000...30 000
Materiaalien kierrätys	-521 000...-441 000	-317 000...-263 000	-232 000...-193 000
<b>YHTEENSÄ [€ /10 voimalaa]</b>	<b>593 000...797 000</b>	<b>854 000...1 117 000</b>	<b>967 000...1 215 000</b>
<b>€/voimala</b>	<b>59 300...79 700</b>	<b>85 400...111 700</b>	<b>96 700...121 500</b>