

Heikki Mäkinen

**Tuulivoimalan kannattavuus Vittingin ja Könnin alueella**

Opinnäytetyö

Syksy 2014

Liiketoiminnan ja Kulttuurin yksikkö

Liiketalouden koulutusohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Liiketoiminnan ja Kulttuurin yksikkö

Koulutusohjelma: Liiketalouden koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Taloushallinto

Tekijä: Heikki Mäkinen

Työn nimi: Tuulivoimalan kannattavuus Vittingin ja Könnin alueella

Ohjaaja: Juhani Palomäki

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 45

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Opinnäytetyössä haluttiin selvittää tuulivoimalan kannattavuutta Vittingin ja Könnin alueella. Kannattavuuden selvittämisen avuksi tehtiin kaikille yli yhden megawatin tuulivoimalayrityksille kirjekysely, jossa haluttiin selvittää kannattavuuteen liittyviä asioita ja ongelmia. Opinnäytetyössä keskityttiin rakennettavan tuulivoimalan kannattavuuteen vaikuttaviin seikkoihin. Kannattavuuden lähtökohtana oli, voiko tuulivoimala kannattavaa ennen kuin valtion myöntämä syöttötariffi loppuu 12 vuoden päästä tuotannon aloittamisesta. Lisäksi selvitettiin investoinnin optimaalista rahoitusrakennetta ja tuottomahdollisuuksia.

Tuulivoimalan tuotantomäärä pyrittiin saamaan mahdollisimman realistiseksi käyttämällä eri tuulisuustilastoja ja tuulisuusmittauksia. Myös muiden samankokoisten sisämaan tuulivoimaloiden tuotantomääriä hyödynnettiin saamaan tarkempi arvio vuotuisesta kolmen megawatin tuulivoimalan tuotantomäärästä. Tuulivoimalaan liittyvien kustannusten osalta selvitettiin, mitä kustannuksia ja millaisia lupa- ja korvausmaksuja joudutaan tuulivoimalasta maksamaan. Tarkkojen kustannusten selvittämiseksi pyydettiin tarjous Destialta tien sekä perustuksen tekemiseksi tuulivoimalalle. Muiden kustannusten kuten lupien osalta pystyttiin saamaan tarkat kustannukset olemassa olevista hinnastoista.

Kun tuotantomäärät ja kustannukset saatiin selvitettyä, haluttiin laskea tuulivoimalalle kriittinen piste. Kriittisen pisteen tarkoituksena oli selvittää, milloin tuulivoimala kattaa kaikki siihen kohdistuneet kustannukset. Kriittisen pisteen selvittämiseksi laskettiin vuotuiset tuotot ja verrattiin niitä vuosittaisiin kuluihin. Koska tuotot olivat suuremmat kuin vuotuiset kulut, voitiin todeta, että investointi on kannattava.

Kannattavuuslaskelmien perusteella voitiin todeta, että tuulivoimalan perustaminen Vittingin ja Könnin alueelle on kannattavaa, jos tuotantomäärä pysyy vuositason arvioidussa 6300 MW:ssa. Nykyarvomenetelmällä laskettuna 6300 MW:a ei kuitenkaan riitä tuottamaan tarpeeksi, jotta sijoittajien asettama tavoitetuotto olisi mahdollinen.

Avainsanat: tuulivoimala, syöttötariffi, investointi, kriittinen piste, kannattavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Business and Culture

Degree programme: Business Management

Specialisation: Accounting

Author: Heikki Mäkinen

Title of thesis: The Profitability of Wind Energy in the Area of Vittinki and Könni

Supervisor: Juhani Palomäki

Year: 2014

Number of pages: 45

Number of appendices:2

---

The thesis was about finding out the profitability of a wind power station in the area of Vittinki and Könni. For this, a letter inquiry was sent to all the wind power companies of over one megawatt to research issues and problems related to profitability. The thesis was focused on the factors with an effect on wind farm profitability. The profitability was based on whether a wind turbine can be productive before the feed-in tariff ends 12 years from starting production. The optimal financial structure of the investment and profit opportunities were also analysed.

The aim was to make the output as realistic as possible by using different windiness statistics and windiness calculations. Also the cost, permissions and compensation payments that would need to be paid were studied. Destia made a quotation for building a road and the foundations for the wind power station, so I could calculate the real costs. The other costs were determined based on already existing catalogues.

After that, the break-even of the wind power station was calculated to find out when the station would cover the costs. The calculations were made comparing the annual earnings and costs. It was noticed that the investment would be profitable if the product amount per year was more than 6,300 MWh. If calculated by the discounted cash flow method, however, the production is not sufficient, and the investment is not profitable.

Keywords: wind power station, profitability, investment, feed-in tariff, break-even

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Taustaa .....	8
1.2 Opinnäytetyön tavoite ja rakenne.....	9
1.3 Aikaisemmat tutkimukset ja kirjallisuus .....	9
2 TUULIVOIMALAN PERUSTAMINEN .....	10
2.1 Syöttötariffi .....	11
2.2 Tuulivoimalan koko ja merkki .....	12
3 TUULIVOIMAN INVESTOINTI .....	13
3.1 Investointi yleisesti .....	13
3.2 Investoinnin laskentatavat.....	15
3.3 Rahoitusrakenne .....	15
3.4 Rahoitusmuodot.....	16
3.4.1 Vieras pääoma.....	17
3.4.2 Oma pääoma .....	17
3.5 Investoinnin tukimahdollisuudet .....	18
4 TUULIVOIMALAN RAKENNUSKUSTANNUKSET .....	20
4.1 Sähköverkkoon liittyminen .....	21
4.2 Haittakorvaus sekä muut kustannukset.....	21
4.3 Tuulivoimalan tiestö ja perustukset .....	22
5 TUULIVOIMALAN KANNATTAVUUS .....	25
5.1 Kyselyn analysointi.....	25
5.2 Tuulisuus Vittingin ja Könnin alueella.....	27
5.3 Tuotantokatkokset.....	28
5.4 Muut kustannukset ja kuluerät .....	28
5.5 Kriittinen piste.....	29
5.6 Tavoitetuotto .....	29

5.7 Tuulivoimalan kustannus- ja kannattavuuslaskelmat .....	29
5.7.1 Kustannuslaskelma.....	30
5.7.2 Kriittisen pisteen laskeminen.....	31
5.7.3 Tuloslaskelma .....	34
5.7.4 IRR ja Nykyarvomenetelmä .....	35
5.7.5 Investointituki mahdollisuutena .....	37
5.8 Johtopäätökset.....	37
6 YHTEENVETO.....	39
LÄHTEET .....	41
LIITTEET .....	45

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Taulukko 1. Investointituki laskelma, jos syöttötariffia ei saada .....	19
Taulukko 2. Ensimmäisen vuoden kustannuslaskelma.....	31
Taulukko 3. Kriittisen pisteen kustannusperusteet.....	32
Taulukko 4. Kriittinen piste korotetulla syöttötariffilla.....	33
Taulukko 5. Kriittinen piste ilman korotettua syöttötariffia .....	33
Taulukko 6. Tuloslaskelma .....	34
Taulukko 7. Nettotulot vuosittain .....	36
Taulukko 8. Nettotulot nykyarvomenetelmällä .....	36



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Tuulivoimaenergia on noussut nopeasti hyvin näkyväksi ilmiöksi Suomessa. Yhtenä merkittävänä syynä tähän on valtion myöntämä syöttötariffi tuulivoiman tuottajille (Työ- ja Elinkeinoministeriö). Syöttötariffi on mahdollistanut kalliiden tuulivoimaloiden investoinnin, koska tuulivoimalle luvattu tuki on pituudeltaan 12 vuotta. Tuen myötä tuulivoimaloiden rakentaminen on lisääntynyt ympäri maata suuresti. Vuonna 2013 Suomeen rakennettiin 58 uutta tuulivoimalaa ja vuoden lopussa Suomessa oli sähköntuotannossa 209 tuulivoimalaa (VTT). Tuulivoiman osuus Suomen energiantuotannossa näkyy alan voimakkaan kasvun myötä. Vuonna 2013 tuulivoimakapasiteetti kasvoi yli 50 prosenttia edellisestä vuodesta (Tuulivoimayhdistys). Tuotantokapasiteetin kasvu on ollut myös hyvin suurta ja vuoden 2013 lopussa tuulivoimalla tuotettiin 1,7 prosenttia kaikesta Suomessa kulutetusta sähköstä.

Tuulivoimalan perustaminen on suuri investointi, jonka kannattavuutta ja rahoitusta usein suunnitellaan yrityksessä erittäin tarkkaan. Investoinnin rahoitus ja tukimahdollisuudet on syytä selvittää hyvissä ajoin ennen kuin hanketta käynnistetään. Investoinnin lähtökohtana tulee olla hankintamenon saaminen maksetuksi syöttötariffin aikana, jolloin tuotannosta saatava sähkönhinta voidaan varmasti tietää. Opinnäytetyössä tarkastellaan, mitkä asiat vaikuttavat tuulivoiman kannattavuuteen ja kustannuksiin. Tämä toteutetaan kirjekyselynä jo olemassa oleviin tuulivoimalayrityksiin, joilta pyritään saamaan tietoa, millaisia yllätyksellisiä kustannuksia he ovat kohdanneet.

Opinnäytetyössä selvitetään perustettavalle tuulivoimalalle kriittinen piste. Kriittisellä pistellä halutaan selvittää, millä vuosittaisella tuotantomäärällä tuulivoiman tuotto kattaa kaikki vuosittaiset kulut. Tuulivoimalan tuotantomäärä on täysin riippuvainen tuulesta ja siksi alueen tuulisuudesta on hyvä saada mahdollisimman tarkka data. Tuulisuuden selvittämiseksi on tuulivoimalan suunnitellulle pystytyspaikalle



asennettu tuulisuusmittausyksikkö. Yksikkö mittaa tuulia eri korkeuksista ja kerää dataa paljonko eri korkeuksilla tuulisuudet vaihtelevat.

## **1.2 Opinnäytetyön tavoite ja rakenne**

Opinnäytetyössä tutkitaan, mitkä asiat vaikuttavat tuulivoiman kannattavuuteen yleisesti sekä alueellisesti. Kannattavuutta tarkastellaan myös erinäisillä laskelmilla, joiden avulla pyritään saamaan mahdollisimman todellinen tieto tuulivoiman kannattavuudesta ja investoinnin tuotosta. Tuulivoiman tuotannosta pyritään selvittämään, mikä on tulorahoituksen suuruus eri tuulisuuksilla ja milloin saavutetaan kriittinen piste eli koska yritys alkaa tuottaa voittoa investoinnillaan.

Tuulivoima on täysin riippuvainen tuulesta ja siksi on hyvin tärkeää selvittää sijainnilliset seikat varsinkin tuulisuuden kannalta. Opinnäytetyössä tutkitaan myös tuotantokatkoksiin johtavia syitä, koska ne ovat merkittäviä tekijöitä kannattavuuden ja kustannusten osalta. Tuotantokatkoksiin johtavia syitä selvitetään lähettämällä kirjekyselyt olemassa oleville tuulivoimala yrityksille. Työn tavoitteena on selvittää onko tuulivoimalan perustaminen kannattavaa hyvin rajatulla alueella, joka sijaitsee Vittingin ja Könnin kylien alueella Ilmajoella. Lisäksi tuulivoimalan rakentamiseen ja suunnitteluun haastatellaan lähialueelle vuonna 2013 rakennetun tuulivoimalan yrittäjää.

## **1.3 Aikaisemmat tutkimukset ja kirjallisuus**

Tuulivoimaa koskevia tutkimuksia ja opinnäytetöitä on tehty tuulivoimasta 2000-luvulla useita, jotka käsittelevät tuulivoimaa eri näkökulmista (Theseus). Koska tuulivoimala on hyvin näkyvä tuotantotapa tuottaa energiaa, koetaan se erityisesti asutuksen läheisyydessä usein negatiivisena ja häiritsevänä asiana. Tuulivoimala aiheuttaa asuin alueella helposti näkö, heijastus- sekä äänihaittoja. Tämän vuoksi onkin tehty useita tutkimuksia ja haastatteluja tuulivoiman haitoista ja vaikutuksesta alueen yleiseen kiinnostavuuteen, joita Viljanen ja Jaakkola ovat keränneet kirjaansa (2013. 72–85).

## 2 TUULIVOIMALAN PERUSTAMINEN

Suomessa on muiden Pohjoismaiden tapaan ryhdytty tukemaan taloudellisesti uusiutuvien energialähteiden tuotantoa. Uusiutuvien energialähteitä on pyritty lisäämään Suomessa kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi valtion myöntämällä syöttötariffilla. Tuulivoimalan kuten muidenkin uusiutuvien energialähteiden sähköntuotantoon on asetettu lailla tavoitehinta, joka on huomattavasti korkeampi kuin sähkönmarkkinahinta. Koska tavoitehintaa lukitaan aina 12 vuodeksi sähköntuotannon aloittamisesta, on uusiutuvien energialähteiden tuotanto kasvanut Suomessa nopeasti. Tavoitehinnan ja markkinahinnan välisen erotuksen maksaa valtio sähköntuottajalle syöttötariffina. Syöttötariffi on vaikuttanut nopeasti tuulivoimakapasiteetin kasvamiseen (Energiavirasto).

Uusiutuvista energialähteistä tuulivoimalla on ollut erityisasema saada korotettua syöttötariffia ensimmäisen kolmen vuoden ajan (Energiavirasto). Jotta korotettua syöttötariffia voi saada, on tuulivoimala oltava tuotannossa vuoden 2015 loppuun mennessä. Tämän johdosta Suomessa on viimeisen viiden vuoden aikana rakennettu lähes kaksinkertainen määrä tuulivoimaloita (VTT). Syöttötariffin vuoksi myös sijoittajat ovat kokeneet tuulivoiman hyväksi sijoituskohteeksi, jolla on mahdollisuus saada hyvää vuosittaista tuottoa, jopa 12–16 prosenttia (Viljanen & Jaakkola 2013. 45). Syöttötariffin varmistamiseksi tuulivoimalan tuottamalle sähkölle takuuhinnan, ovat myös sijoittajien riskit tuulivoimala yhtiön osakkaina entistä pienemmät.

Suomessa oli vuoden 2013 lopussa 209 tuulivoimalaa ja 39 eri tuulivoimalayhtiötä tai -yhteisöä. Tuulivoimalayhtiöt ovat Suomessa lähes poikkeuksetta osakeyhtiötä (VTT). Syynä tähän ovat suuret investoinnit, joita osakeyhtiöt voivat helpommin saada kuin henkilöyhtiöt. Lisäksi taloudellinen vastuu saadaan rajattua ainoastaan osakeyhtiöön ja lainan vakuuksiin, kuin taas henkilöyhtiöissä taloudellinen vastuu on omistajilla henkilökohtaisesti. Opinnäytetyössä tutkittava tuulivoimala tulee olemaan myös osakeyhtiö. Koska osakeyhtiötä ei ole vielä perustettu, tulee opinnäytetyö perustettavan osakeyhtiön kannattavuuslaskelmaksi.

## 2.1 Syöttötariffi

Syöttötariffi on valtion maksamaa tuotantotukea uusiutuville energialähteille. Syöttötariffin tarkoituksena on saada energiantuotantoa monimuotoistuttua ja uusiutuvien energialähteiden tuotantomääriä kasvatettua (Laki uusiutuvien energialähteiden tuotantotuista 1396/2010 § 6). Syöttötariffia maksetaan siltä osin mitä lain määrittelemän sähkön tavoitehinnan ja sähkön markkinahinnan erotukseksi jää.

Laissa on määritelty sähkölle tavoitehinnat, jotka ovat kiinteät koko tariffikauden voimassaoloajan. Syöttötariffi astuu voimaa, kun sähköntuottaja hyväksytään energiaviraston SATU- järjestelmään (Energiavirasto). Syöttötariffi on voimassa 12 vuotta, joista ensimmäisenä kolmena vuotena lain määrittelemä tavoitehintana on 105,30 euroa. Korotettu syöttötariffi on voimassa vuoden 2015 loppuun asti. Tämän jälkeen korotettua syöttötariffia ei ole mahdollista saada. Vuosina 4-12 sähkön tavoitehintana on 83,50 euroa (Laki uusiutuvien energialähteiden tuotantotuista).

Syöttötariffia haetaan kolmen kuukauden maksatusjaksoissa. Maksatusjaksot muodostuvat neljästä tariffijaksosta, jotka on jaettu kalenterivuoteen alkaen vuoden alusta jatkuen neljännesvuosittain vuoden loppuun. Maksuhakemus on haettava viimeistään kahden kuukauden kuluttua tariffijakson päättymisestä. Syöttötariffin määrä saadaan selville, kun sähkön tavoitehinnasta vähennetään kolmen kuukauden sähkön markkinahinnan keskiarvo. Tavoitehinnan ja markkinahinnan välinen erotus maksetaan syöttötariffina sähköntuottajalle (Energiavirasto).

Syöttötariffin hakeminen ja maksatushakemusten sekä ennakkotietopäätös syöttötariffiin maksavat aina haettaessa. Vuonna 2014 ennakkopäätös maksoi 1400 euroa ja lopullinen hyväksymispäätös tuulivoimalle 2100 euroa. Lisäksi jokainen maksatuspäätös maksaa haettaessa 250 euroa kerta. Hintoihin ei lisätä voimassaolevaa arvonlisäveroa (Energiavirasto).

## 2.2 Tuulivoimalan koko ja merkki

Opinnäytetyössä tutkittavana oleva tuulivoimala on Lagerwey Systems L92-2.6 suuruudeltaan 2,6 MW. Lähes kolmen megawatin kokoinen tuulivoimala pystyy tuottamaan sähköä parhaimmillaan 10000 megawattituntia vuodessa (VTT). Tuulivoimalan napakorkeus tulee olemaan 93 metriä. Tuulivoimala on perinteinen kolme lapa-  
nen voimala, jonka lapojen pyyhkäisy pinta-ala on 6 810 neliometriä. Voimala käynnistyy, kun tuuli on yli 1,7 metriä sekunnissa. Jos tuuli yltyy myrsky lukemiin, on tuulivoimalassa automaattinen tuotannonkatkaisin, joka pysäyttää voimalan asetuksesta riippuen tuulen ollessa 25–28 metriä sekunnissa. Lisäksi tuulivoimalaan on mahdollista saada toimittajalta erilaisia lisävarusteita, joiden avulla voidaan lisätä tuotantovarmuutta sekä vähentää tuulivoimalasta syntyviä melu- ja varjostushaittoja (Lagerwey System). Lisävarusteita kuten jäätymisvalvontajärjestelmää tai kohinavaimennusohjelmaa pitää miettiä tuulivoimalan rakennusalueen vaatimusten mukaan.

Tuulivoimalan fyysinen koko on ratkaiseva tekijä tuulisuuden hyödyn maksimimiseksi. Viimeisten tuulisuusmittausten mukaan tuulisuus vaihtelee maanpinnan ja 100 metrin korkeuden välillä hyvinkin suuresti. Tuulisuutta mitattiin vastaavanlaisella tuulisuusmittauksella kuin opinnäytetyössä tarkasteltavaa tuulivoimalaa. Mittauspaikka sijaitsi Jalasjärven ja Karvian rajalla Alkkian kylässä. Mittauspisteellä tuulen nopeutta tarkasteltiin usealta eri korkeudelta aina 120 metrin korkeuteen saakka. Mittausjakso on vuoden pituinen. Tuulisuusmittausten tuloksista selvisi, että tuulen nopeus on selvästi suurempaa 100 metrin korkeudella kuin maanpinnalla jo puolen vuoden tarkastusjaksolla. Mittauksessa saatiin myös selville, että 100 metrin korkeudessa tuulta esiintyy maanpintaa useammin. Mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että tuulivoimalan napakorkeudella on selkeästi vaikutusta voimalan tuotantomäärään (Ylä-Satakunta lehti 15.7.2014).

### 3 TUULIVOIMAN INVESTOINTI

Investointi on yritykselle hankinta, josta odotetaan tuloa pitkän ajan, tavallisesti usean vuoden ajan. Tuulivoimalan odotetaan tuottavan vähintään 12 vuotta, jolloin syöttötariffi loppuu. Investointipäätökset ovat yrityksille tärkeitä, sillä investoinnit luovat yrityksille toiminnan puitteet. Tulevaisuuteen kohdistuvien päätösten tekoon liittyy aina tietynlainen epävarmuus. Mitä pidemmästä ajanjaksosta on kysymys, sitä suurempi epävarmuus syntyy. Investointisuunnitelma ja investointilaskelman avulla pyritään selvittämään, onko investointi kannattava vai ei.

Koska tarkasteltava yhteisö on investoimassa ensimmäistä tuulivoimalaa, on investointi laajennusinvestointi. Yrityksen investoinnit ovat rahan sijoittamista sellaisiin kohteisiin, josta tuloa odotetaan kertyvän pidemmältä ajanjaksolta. Investoitavan tuulivoimalan odotustuotto on 15 prosenttia. Pitkävaikutteisina tuotannontekijämenoina investoinnit ovat yhteydessä yrityksen pitkän aikaväli strategiseen suunnitteluun. Kuten tässä tapauksessa yrityksen investoinnit kohdistuvat aineellisiin tuotantohyödykkeisiin. Investoinnissa on kyse reaali-investoinnissa. (Niskanen & Niskanen 2013, 302)

#### 3.1 Investointi yleisesti

Investointi voidaan jakaa kolmeen eri luokkaa; suuriin investointeihin, näillä on suuri merkitys yritykselle ja ne voivat liittyä strategian muutokseen. Säännönmukaiset investoinnit, joilla on pienempi investointimeno kuin edellisellä. Pienet investoinnit, joihin ei yleensä laadita investointianalyysia. Investointi on kohdeyrityksessämme suuruudeltaan suuri investointi. Investoinnin hankintameno tulee olemaan noin 3 200 000 euroa, joka koostuu tuulivoimalasta, sen pystyttämisestä, infrastruktuurin luomiseen tulevan tuulivoimalan alueelle sekä lupa- ja liittymismaksuista.

Reaali-investoinnin kannattavuuden määrittämistä voidaan kuvata kuuden vaiheen avulla. Ensimmäisessä vaiheessa määritetään investoinnin hankintameno. Toi-

sessä vaiheessa ennakoidaan investoinnin tuottamat nettokassavirrat. Kolmannessa vaiheessa selvitetään ennakoituihin kassavirtoihin liittyvät riskit. Neljännessä vaiheessa määritetään investoinnin tuottovaatimus, jossa otetaan huomioon investointiin liittyvä riski. Viidennessä vaiheessa tehdään nykyarvolaskelma, diskonttaamalla kassavirrat tuottovaatimuskorkokannalla. Kuudennessa vaiheessa verrataan investoinnin tulevien nettokassavirtojen nykyarvoa sen hankintameno, jonka tulee olla suurempi. (Niskanen & Niskanen 2013, 306-307)

Investoinnin kannattavuuteen vaikuttavat investoinnin hankintameno sekä sen mahdollinen jäännösarvo. Investoinnin vuotuiset kassatulot, kassamenot sekä investoinnin pitoaika vaikuttaa kannattavuuteen. Kannattavuuteen vaikuttaa myös laskentakorko, joka muodostuu investointiprojektin painotettuna keskimääräisenä pääoman kustannuksena. (Niskanen & Niskanen 2013, 307)

Investoinnin perushankintameno lasketaan mukaan kaikki menot, joita hankinta välittömästi aiheuttaa. Tällaisia kustannuksia ovat isot perustamis- ja rakentamistyöt, joiden kustannuksia selvitetään opinnäytetyön lopussa olevilla laskelmilla. Investoinnin aiheuttamia tulojen lisäyksiä kutsutaan juoksevasti syntyviksi tuloiksi. Myynnin kasvua on kuitenkin vaikea arvioida, koska alueen tuulisuutta ei voida tietää. Investoinnista aiheutuvia vuotuisia menoja kutsutaan vastaavasti juoksevasti syntyviksi menoiksi. Juoksevasti syntyvien tulojen ja menojen erotus on nettotulo.

Investointiajanjaksolla tarkoitetaan aikaa, jona investointia käytetään. Investointiajanjakson arviointi on usein vaikeaa, mutta tässä investoinnissa pyritään 12 vuoden investointiajanjaksoon. Jäännösarvolla tarkoitetaan myyntituloa joka investoinnista arvioidaan saatavan pitoajan päättyessä. (Stenbacka, Mäkinen & Söderström 2007, 219–220). Tuulivoimalan jäännösarvoksi on laskettava nolla, koska tuulivoimaloiden keskimääräinen käyttöikä on noin 20 vuotta, jonka jälkeen tuulivoimala puretaan tai kunnostetaan (Energia Teollisuus).

### 3.2 Investoinnin laskentatavat

Investointilaskentamenetelmät voidaan jakaa moderneihin investointiteorian suosittuihin kehittyneisiin menetelmiin joita ovat nettonykyarvomenetelmä sekä sisäisen korkokannan menetelmä. Toinen ryhmä on perinteiset peukalosääntömenetelmät, joita ovat esimerkiksi investoinnin takaisinmaksuajan menetelmä sekä investoinnin tuotto prosenttimenetelmä. (Niskanen & Niskanen 2013, 307)

Nettonykyarvomenetelmä on teoreettisesti suositeltavin menetelmä se mittaa investoinnin absoluuttista kannattavuutta. Tässä menetelmässä yrityksen ennakoitujen nettokassavirtojen nykyarvosta vähennetään investoinnin hankintameno, ja tätä erotusta kutsutaan nettonykyarvoksi. Nykyarvomenetelmässä diskontataan tulevaisuudessa syntyvät tulot ja menot nykyhetkeen. Mikäli investoinnille jää pitoajan jälkeen jotain arvoa, otetaan se laskelmassa huomioon. Menetelmän mukaan investointi kannattaa suorittaa, mikäli nettonykyarvo on positiivinen. Kaikki tällaiset investoinnit lisäävät yrityksen arvoa ja ne tulisi näin ollen hyväksyä. Yrityksen ja yritysjohdon tavoitteena on omistajan varallisuuden maksimointi. Tämä on kaikkien rahoitusratkaisujen taustalla, pyritään omaisuuden mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön, jotta varallisuus pystytään säilyttämään ja kasvattamaan. (Niskanen & Niskanen 2013, 308-310)

Sisäisen korkokanta (IRR) on toinen kehittynyt menetelmä, jota investointilaskelmissa yleisesti käytetään. Sisäisen korkokannan menetelmässä etsitään korkokanta, jota käyttäen investoinnista aiheutuvien tulojen nykyarvo on yhtä suuri kuin menojen nykyarvo. Tällöin investoinnin nykyarvo on nolla. Sisäinen korkokanta kertoo, kuinka monen prosentin tuoton investointi antaa sijoitetulle pääomalle. (Stenbacka, Mäkinen & Söderström 2007, 229)

### 3.3 Rahoitusrakenne

Yrityksen suunnitellessa investointeja, yritys tarvitsee niiden toteutukseen rahaa. Investoinnin vaatiman rahantarpeen selvittämiseksi on selvitettävä tarkoin tarjolla ole-

vat vaihtoehdot. On otettava huomioon perushankintamenon lisäksi myös investoinnista aiheutuvat maksut. Usein investointihankkeisiin liittyy liitännäisinvestointeja, jotka hankaloittavat hankkeiden läpivientiä ja vaativat myös rahoitusta. Yritys tarvitsee rahaa investointeihin, mutta myös juoksevan toiminnan pyörittämiseen. Yrityksen jokapäiväinen toiminta sitoo rahaa, eli käyttöpääomaa.

Yritys saa rahaa eri lähteistä. Erilaisten selvitysten mukaan tulorahoitus on yritysten mieluisin rahoituslähde. Tulorahoituksella tarkoitetaan yrityksen päivittäisessä toiminnassa muodostuvien tulojen ja menojen erotusta. Tulorahoitus ei kuitenkaan aina riitä kaikkiin rahoitettaviin kohteisiin, vaan lisäksi tarvitaan ulkoista rahoitusta. Ulkoinen rahoitus jaotellaan kahteen eri pääasialliseen lähteeseen; vieraaseen ja omaan pääomaan. Optimaalinen pääomarakenne maksimoi yrityksen ja sen osakepääoman arvon markkinoilla. Tilanteessa yrityksen markkina-arvo on riippumaton rahoitusrakenteesta. (Niskanen & Niskanen 2013, 266-267)

Rahoitusrakenteen suunnittelussa selvitetään, missä suhteessa yrityksen kannattaa käyttää toisaalta oman pääoman ja toisaalta vieraan pääoman ehtoista rahoitusta. Tätä asiaa arvioidaan yrityksen arvon ja omistajan varallisuuden maksimoinnin näkökulmasta.

### **3.4 Rahoitusmuodot**

Yrityksellä on useita eri mahdollisuuksia hankkia rahoitusta. Tavallisin tapa perustettavalle osakeyhtiölle on ulkopuolinen rahoitus oman pääoman lisäksi. Ulkoisen rahoituksen muotoja ovat; ostovelat, lyhytaikainen ja pitkäaikainen pankkilaina, joukkovelkakirjalainat, osake-emissiot sekä eri rahoituslähteiden välimuodot. Ulkopuoliselle rahoituksen saatavuuden ehtona ovat usein riittävän suuret vakuudet, joita yrityksen on kyettävä osoittamaan rahoittajalle (Finnvera).

Yritys voi hankkia tarvittavan rahoituksen myös pääomasijoittajilta, jolloin heidän sijoittavansa rahat yritykseen ovat yleensä vakuudettomia. Vaikka yritys ei saisikaan kaikkia tarvitsemiaan rahoitusta pääomasijoituksina, luo se mahdollisuuden ulkopuolisen rahoituksen saamisen. Pääomasijoittajien sijoitukset ovat yritykselle oman



pääoman mukaista, jolloin sijoitukset toimivat vakuutena haettaessa ulkopuolista rahoitusta (Yrityssuomi).

### **3.4.1 Vieras pääoma**

Vieraspääoma palautetaan takaisin luotonantajille ennalta laaditun takaisinmaksusuunnitelman mukaisesti. Vieraalle pääomalle maksetaan myös korkoa, joka on vieraan pääoman kustannuksista merkittävin. Vieraspääoma voi olla joko lyhyt- tai pitkäaikaista. Vieraan pääoman avulla yritys voi hankkia lisää tuottoja. Velkaa kannattaa pitää, jos velan kustannus on pienempi kuin se tuotto, joka velan avulla ansaitaan. Koron ylittävä osa voitosta kasvattaa tällöin oman pääoman tuotto-osuutta ja tätä kutsutaan vieraanpääoman vipuvaikutukseksi. (Stenbacka, Mäkinen & Söderström 2007, 242). Lisäksi vieraan pääoman saamiseksi on saatava riittävät vakuudet. Lainan takauksesta on maksettava takausprovisiota, jonka suuruus on arvioitu olevan noin 4 prosenttia puolesta vieraan pääoman määrästä (Finnvera)

Velan kustannuksia arvioitaessa otetaan huomioon myös koron vähennyksestä saatava verohyötyä. Korot ovat verotuksessa vähennyskelpoisia, joten lainasta aiheutuva lopullinen kustannus huomattavasti pienempi kuin lainasta nimellisesti maksettava korko. On olemassa kuitenkin aina riski siitä, että suhdanteet kääntyvät laskuun ja yrityksen tuotot laskevat ja täten yritys voi joutua vaikeuksiin velan hoitamisen kanssa. Velanotto lisää tuottomahdollisuuksia, mutta samalla kasvattaa riskiä. (Knupfer & Puttonen 2009,31-34)

### **3.4.2 Oma pääoma**

Yritys saa rahaa omistajilta oman pääoman ehdoin. Oma pääoma kasvaa myös yritykseen jätettyjen voittojen myötä ja sitä sijoitetaan yritykseen ennalta määräämättömäksi ajaksi ja sille maksetaan korvausta osinkoina. Oma pääoma on riskipääomaa, jolle saa korvauksen vain, mikäli yritys tuottaa riittävästi voittoa. Oma pääoma sisältää suuremman riskin, jonka vuoksi siitä odotetaan suurempaa voittoa. Mitä korkeammaksi yrityksen velkaisuus nousee, sitä suurempaa oman pääoman tuotto

on. Oma pääoma voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen omaan pääomaan. Ulkoisella omalla tarkoitetaan osakeannein hankittua pääomaa. Sisäisellä pääomalla tarkoitetaan tulorahoituksella hankittua. (Knupfer & Puttonen 2009, 30-33)

Oman ja vieraan pääoman rahoituksen lisäksi yritykset voivat käyttää hyväkseen rahoitusyhtiöiden tarjoamia vaihtoehtoja esimerkiksi; leasing-rahoitusta, osamaksurahoitusta, factoringia, myyntisaamisten myymistä ja ostolaskurahoitusta. (Stenbacka, Mäkinen & Söderström 2007, 242)

Yritys voi myös hyödyntää välirahoitusta, jossa on sekä oman että vieraan pääoman piirteitä. Välirahoitusinstrumentit eivät ole selkeästi omaa eikä vierasta pääomaan, vaan sisältävät molempien ominaisuuksia. Välirahoituksia ovat optiolainat, vaihtovelkakirjalainat, pääomalainat sekä etuosakkeet. (Knupfer & Puttonen 2009, 39)

### **3.5 Investoinnin tukimahdollisuudet**

Tuulivoimalan investointiin ei ole mahdollista saada tällä hetkellä valtion myöntämää energiatukea, jos tuulivoimala hyväksytään mukaan syöttötariffiin. Jos tuulivoimala ei hae syöttötariffia tai se ei pääse mukaan syöttötariffiin, on sen mahdollista saada investointitukea. Tuen määrä tuulivoimalalle, jossa käytetään normaalia teknologiaa, voi olla maksimissaan 30 prosenttia. Investointitukea voi hakea kaikkiin kustannuksiin, jotka syntyvät tuulivoimalan rakentamiseen ja perustamiseen. Tukea täytyy hakea ennen kuin hanke aloitetaan. Tuen myöntää Ely-keskus, jos hankkeen kokonaisinvestointi on alle viisi miljoonaa (Työ- ja elinkeinoministeriö). Jos tuulivoimala ei hae syöttötariffia, vaan myy sähkön valtakunnan verkkoon markkinahintaan, on silloin mahdollisuus hakea investointitukea. Sähkön keskimääräinen markkinahinta vuonna 2013 oli 41,17 euroa MWh:lta (Savonvoima).

<b>Investointituki tuulivoimalalle</b>			
Kustannusperuste			Hinta alv. 0 %
Tuulivoimala pystytyksineen			1 600 000,00 €
Tuulivoimalan valmistajan vakuutus			60 000,00 €
Vaadittava tiestö			302 419,00 €
Tuulivoimalan perustukset			250 000,00 €
Kantaverkkoon liittyminen ja kytkinaseman rakentaminen			600 000,00 €
Sähkökaapeli ilmakaapelina sekä muuntajat			270 161,00 €
Sähköjohdon rakennuslupa			4 000,00 €
Tuulisuus mittaus			24 194,00 €
Rakennuslupa, suunnittelutarveratkaisu ja kuulemiset			1 613,00 €
Lentoestelupa			258,00 €
Lentoeste lausunto Finavia			242,00 €
Kustannukset yhteensä			3 112 887,00 €
Saatavissa oleva investointituki 30 %			933 866,10 €

Taulukko 1. Investointituki laskelma, jos syöttötariffia ei saada

## 4 TUULIVOIMALAN RAKENNUSKUSTANNUKSET

Tuulivoimalan rakentaminen vaatii paljon valmisteluita ja rakentamista ennen kuin tuulivoimala voidaan pystyttää sille tarkoitettuun paikkaan. Suuria kustannuseriä ovat riittävän kantavan tien rakentaminen tuulivoimalalle ja perustuksen tekeminen. Tien kantavuuden täytyy olla tarpeeksi suuri, jotta se kestää tuulivoimalan rakennuspystytysvaiheessa tarvittavat raskaat ajoneuvot. Myös tuulivoimalan perustuksen täytyy olla vahva, koska tuulivoimalan korkeus tulee olemaan yli 90 metriä, asettaa se kovat vaatimukset tuulivoimalan alustalle

Rakennusvaiheeseen kuuluu myös sähköverkkoon liittämistä varten tehdyt valmistelut. Koska tuulivoimalan ohjataan valtakunnanverkkoon, täytyy tuulivoimalta tehdä yhteyskaapeli lähimpään olemassa olevaan kantaverkkoon. Tuulivoimalan ja kantaverkon välinen kaapeli täytyy olla ilmakaapelia, jolloin tarvitaan vähintään 26 metrin levyinen kaista, johon voidaan pystyttää sähkötolpat ja vetää kaapeli turvallisesti. Tarvittavat maat täytyy lunastaa maanomistajilta ja mahdolliset pidempi aikaiset korvaukset tulee ottaa kannattavuuslaskelmissa huomioon. Tuulivoimalan etäisyys lähimmästä valtakunnan verkosta on noin 1,8 kilometriä, jolloin ilmakaapelin pituus tulee olemaan samansuuruinen. Sähkökaapelin hinta on 150 euroa metriltä, kokonaiskustannus on näin ollen 335 000 euroa arvonlisäveron kanssa.

Ennen tuulivoimalan rakentamista täytyy hankkia useita lupia, joilla mahdollistetaan tuulivoimalan rakentaminen. Suunnittelutarveratkaisu ja rakennuslupa haetaan tuulivoimalan rakennuspaikan kunnalta. Suunnittelutarveratkaisu joudutaan hakemaan, koska tuulivoimala rakennetaan haja-asutusalueelle. Kun suunnittelutarveratkaisu on saanut hyväksytyksen, voidaan hakea rakennuslupaa. Näiden lupien avulla alueen asukkailla on mahdollisuus vaikuttaa lupahakemuksen käsittelyyn, koska hakemukset ovat julkisia. Lupien hinta Ilmajoen kunnassa vuonna 2014 on tuulivoimalaa kohden 100 euroa sekä tehon mukaan 200 euroa megawatilta (Ilmajoen kunta). Koska tuulivoimala ei tule lähelle asutusta ja sen aiheuttamat haitat eivät ole välittömiä, niin YYA-lain mukaista selvitystä ei ole pakko tehdä (Tuulivoimatieto).

#### **4.1 Sähköverkkoon liittyminen**

Suomessa sähkön kantaverkosta vastaa valtion sähköyhtiö Fingrid Oyj. Tuulivoimalan tuottama sähkö tullaan liittämään Fingridin valtakunnan verkkoon, jonka voimalinjan suuruus on 110 KV. Liittyessä kantaverkkoon on hakijan vastattava, että tuotantolaitos täyttää Fingridin asettamat järjestelmätekniset vaatimukset. Tuulivoimalayhtiö vastaa sähköverkkoon liittymisestä sekä kytkinlaitokseen liittymisestä aiheutuneista kuluista. Liittymismaksu 110 KV kantaverkkoon on 500 000 euroa, jonka lisäksi tuulivoimala yhtiö vastaa kytkinaseman rakennuskustannuksista (Fingrid). Kantaverkkoon liittymisestä on sähkömarkkinalaissa määritelty, että tekniset vaatimukset täyttävä sähköntuotantovoimalaitos on liitettävä kantaverkkoon, jos siihen on haettu liittymistä (Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588 20 §). Lisäksi 110 KV ko-koiselle johdolle tulee hakea hankelupa Energiamarkkinavirastolta (L 9.8.2013/588. 14 §)

Fingridillä on käytössään tasepalvelu, joka edellyttää tuotantolaitokselta etukäteen kokonaistuotantosuunnitelman. Jos tuotanto ei yllä suunnitelma mukaiseen määrään, on tuottajan ostettava tasesähköä Fingridiltä. Jos toteutunut tuotanto on suurimpi kuin suunnitelmassa on ilmoitettu, ostaa Fingrid tuottajalta tasesähköä erotuksen mukaisesti. Tasepalvelun hinta 200 euroa kuukaudessa sekä toteutuneesta tuotannosta maksettava korvaus on 0,15 euroa megawatilta ilman arvonlisäveroa. Lisäksi kantaverkosta perittävä maksu on 0,85 euroa megawatilta ilman arvonlisäveroa (Fingrid).

#### **4.2 Haittakorvaus sekä muut kustannukset**

Tuulivoimalan rakentamisen yhteydessä joudutaan ostamaan maanomistajilta maa-alueita tai vuokraamaan ne pitkäksi aikaa. Osa maanomistajista ei kuitenkaan suostu luopumaan maa-alueistaan, vaan he haluavat vuokraa joko tuottoon sidottuna tai kiinteänä summana. Koska tuulivoimala perustetaan kauaksi asutuksesta, ei kannattavuuslaskelmissa tarvitse huomioida erillisiä haittakorvauksia, joita aiheuttaa tuulivoimalan aiheuttamasta kohinasta tai lapojen varjostumista sekä heijastumisista.

Tuulivoimalasta joudutaan maksamaan kiinteistövero siihen kuntaa, jonka alueella tuulivoimala sijaitsee. Opinnäytetyössä tarkasteltava tuulivoimala sijaitsee Ilmajoella, jossa kunnanvaltuuston päättämä kiinteistövero voimalaitoksille on 1,40% (Verohallinto/kiinteistöverot 2014). Kiinteistövero lasketaan tuulivoimalan rakenteiden jälleenhankinta-arvosta johon tehdään vuotuinen ikäalennus, joka on voimalaitoksille 2,5 % (Tuulivoimaopas). Kiinteistövero on vähennyskelpoinen verotuksessa.

Tuulivoimalle on myös pyydettävä lausunto Finavialta. Finavian lausunnolla voidaan hakea lentoestelupaa tuulivoimalan alueelle liikenteen turvallisuusvirasto Trafilta. Lausunnon hinta vuonna 2014 on 240 euroa ilman arvonlisäveroa. Lentoesteluvan hinta vuonna 2014 alle 150 metrin tuulivoimalalle on 260 euroa ilman arvonlisäveroa (Finavia]).

### **4.3 Tuulivoimalan tiestö ja perustukset**

Tuulivoimalan pystyttäminen ja huoltotyöt vaativat, että tuulivoimalan välittömään läheisyyteen tulee päästä myös raskaammalla kalustolla. Koska tuulivoimala tullaan sijoittamaan paikkaan, johon ei ole olemassa valmista tieyhteyttä, on tie jouduttava tekemään. Tien rakentamisen ehtona on, että tuulivoimalan pystyttämiseen tarvittavat ajoneuvonosturi ja betoniautot pääset kulkemaan sitä pitkin. Tämä asettaa tien kantavuudelle erityisehtoja, jotka on otettava huomioon tien suunnittelussa ja rakentamisessa.

Rakennettavan tien kantavuuden tulee olla vähintään 100 tonnia. Myös tien leveys tarvitsee olla tarpeeksi leveä vähintään 8 metriä, että sen rakenne ei pääse murtumaan ajoneuvonosturin painosta. Tuulivoimala tullaan pystyttämään noin kilometrin päähän olemassa olevasta tiestä, jolloin rakennettavan tien pituus tulee olemaan noin kilometri. Tie tullaan tekemään vaihtelevaan maastoon, jossa on nuorta metsää, peltoa sekä hieman suoaluetta. Alueella ei ole kallioita joita jouduttaisiin räjäyttämään. Tien rakennuskustannusten lisäksi on huomioitava tienhoito ja – huolto,

joka on oltava jatkuvaa, koska tuulivoimalaan on pystyttävä pääsemään mahdollisten onnettomuuksien ja vikatilanteiden vuoksi joka päivä ympäri vuorokauden. Tienhoidon vuosimaksu Destian tarjouksen mukaisesti 1413 euroa vuodessa.

Koska tien tulee täyttää kriteerit, joita tuulivoimalan pystytysvaiheessa tarvittavat koneet ja ajoneuvonosturi vaativat, tulee sen kustannukset olemaan huomattavasti korkeammat kuin tavallisen metsätien. Destian tekemästä tarjouksesta, johon kuuluvat tien rakennus sekä tuulivoimalan perustukset, selviää että tien rakentaminen ja tuulivoimalan perustusten tekeminen ovat lähes samansuuruiset. Tien rakennuskustannukset muodostuvat eri maa-aineksista ja kaivinkone sekä muista konetyötunneista. Tien rakenne koostuu hiekasta ja murskeesta johon päälle tulee asfalttibetonointi. Tien paksuus tulee olla yhteensä metri, että sen kantavuus saadaan tarpeeksi vahvaksi. Murskeen osuus tästä on 0,6 metriä ja hiekan 0,3 metriä. Päälle tulee asfalttibetonointi, joka tiivistää tien. Maa-ainesten osuus tie kustannuksista on 222 000 euroa.

Työkonetunteja tien rakentamiseen menee yhteensä useita satoja. Kaivinkone tunteja tien tekemiseen menee noin 300. Pintamaansiirtoon ja maanmuokkaukseen kuluu 50 tuntia. Lisäksi tien jyräys, kasteleminen ja asfalttibetonointi vievät yhteensä 90 tuntia. Työkoneiden kustannuksiksi koostuu näin ollen yhteensä 40 000 euroa. Kun mukaan lasketaan vielä suodatinkangas, rumpu- ja kuivatustyöt, kuten ojien teko sekä yleiskustannuslisä 12 prosenttia on tien kustannusarvio tarjouksessa 375 000 euroa sisältäen arvonlisäveron.

Tien lisäksi tuulivoimalaa varten täytyy tehdä erittäin vahva perustus. Koska tuulivoimalan napakorkeus on 90 metriä, tarvitsee perustuksen olla hyvin syvä ja laaja-alainen. Tuulivoimalan perustus vaatii useita satoja kuutioita betonia sekä suuren määrän laudoitusta. Betonin vahvistamiseen ja tukemiseen tarvitaan myös suuri määrä raudoitusta. Perustukseen tehdään myös pulttaus, joka mahdollistaa tuulivoimalan pystytyksen. Myös ajoneuvonosturille tehdään erillinen nostinalusta, joka vaatii vahvat pohjatyöt sekä tukevan pinnan. Kustannusarvio tarjouksen mukaisesti on 310 000 sisältäen arvonlisäveron.

Suurin yksittäinen kustannuserä on tuulivoimalan hankinta. Tuulivoimalan hankintahintaan vaikuttavat sen koko ja onko se uusi vai käytetty. Hinta muodostuu itse voimalasta ja sen pystytyksestä. Tarjousten perusteella Lagerwey Systemsin tuulivoimalan hinnaksi muodostui pystytyksen kanssa 1,98 miljoonaa euroa arvonlisäveron kanssa. Lisäksi on mahdollista saada valmistajalta huoltovakuutus, jonka vuosittainen arvo on 74 400 euroa arvonlisäveron kanssa.



## 5 TUULIVOIMALAN KANNATTAVUUS

Tuulivoimalan kannattavuuteen vaikuttaa monet eri tekijät. Tuulivoimalan fyysinen koko ja sen nimellisteho ovat suurimpia vaikutustekijöitä, jotka vaikuttavat yksittäisen tuulivoimalan tuotantomäärään. Tuulivoimalan koko ratkaisee kuinka suuri on sen lapojen muodostama pyyhkäisyypinta-ala, joka ratkaisee tuulivoimalan tuotantomäärän suuruuden (Tuulivoimatieto). Opinnäytetyössä tutkittavan tuulivoimalan napakorkeus on 93 metriä. Tuulivoimalan fyysinen koko ei yksin vaikuta tuotantomäärään, vaan toinen tärkeä tekijä on alueen tuulisuus (Tuuliatlas). Tuulivoimala on rakennettava alueelle, jossa tuulennopeudet ja tuulisuudet ovat mahdollisimman korkeat, jolloin tuulivoimala voi tuottaa sähköä mahdollisimman tehokkaasti.

Tuulivoimalan rakennuspaikalla on tuulisuuden lisäksi myös tärkeää, että sen sijainti olisi mahdollisimman lähellä valtakunnan verkkoa. Sähkökaapelin hinnan ollessa korkea on hyvin ratkaisevaa, kuinka pitkä matka joudutaan kaapelia laittamaan tuulivoimalan ja kantaverkon välille. Myös tuulivoimalan alueella sijaitsevat asuinalueet sekä tiestö ovat tärkeitä kustannusten kannalta. Jos tuulivoimala voidaan rakentaa alueelle, jossa vakituinen tai loma-asutus ei häiriinny voidaan haittakorvauksissa säästää ja lupamenettelyt voivat olla nopeampia. Tuulivoimalan rakennusalueella olevan tiestön on oltava riittävän kantavaa ja tasaista, että tuulivoimalalle päästää tarvittavilla ajoneuvoilla. Mitä lyhempi tie tuulivoimalalle joudutaan rakentamaan, sitä pienemmillä kustannuksilla päästään. Tällöin tuulivoimalan sijainnin lähialueen maaperällä ja olemassa olevan tieverkoston rooli on erittäin suuri kustannusten kannalta.

### 5.1 Kyselyn analysointi

Opinnäytetyöhön tehtiin kirjekysely heinäkuussa 2013, joka kohdistettiin kaikkiin Suomessa oleviin tuulivoimala yhtiöihin, joilla oli yli yhden megawatin tuulivoimala. Yrityksiä oli kyselyn teko hetkellä 33 kappaletta, joihin kaikkiin lähetettiin kirjekysely. Kyselyn päätavoitteena oli saada informaatiota tuulivoimalaan liittyviin kustannuk-

siin, niin rakennus- kuin toimintavaiheessa. Lisäksi haluttiin selvittää, millaista tuulivoimalaa yrittäjät käyttävät ja mitä he olisivat tehneet toisin jos rakentaisivat tuulivoimalan nyt. Myös tuotantokatkoksista haluttiin saada tietoa, mistä ne ovat johtuneet ja miten niitä voisi ennaltaehkäistä. Kirjekyselyn kysymykset ovat opinnäytetyön liitteenä nro 2.

Kyselyn palautti 11 yritystä, joista osa oli vastannut kyselyyn puutteellisesti. Vastausprosentiksi muodostui 33 %. Kyselyn analysointiin otettiin kaikkiaan kahdeksan tuulivoimala yrityksen vastaukset, koska osan kyselyyn vastanneen vastaukset olivat puutteelliset tai niitä ei ollut ollenkaan.

Analysoinnin tavoitteena oli selvittää, mitä yllättäviä kustannuksia tuulivoimalaan oli tullut ja mistä mahdolliset tuotantokatkokset olivat muodostuneet. Haluttiin saada selville oliko tuulivoimalat kohdannut yhteisiä yllättäviä kustannuksia, joita pitäisi myös ottaa opinnäytetyössä huomioon. Lisäksi kyselyyn sai laittaa tunnuslukuja yrityksen taloustilanteesta, jonka avulla haluttiin selvittää onko tuulivoimala tehnyt voittoa vai tappiota. Tuotantokatkoksista merkittävimpiä syitä olivat tuulivoimaloiden jäätymisestä aiheutuneet seuraukset. Lisäksi osalla tuulivoimaloista pieneläimet olivat aiheuttaneet tuhoja katkaisemalla sähköjohtoja.

Kyselyn perusteella oli hyvinkin selvää, että tuulivoimalan luotettavuus on elintärkeä ehto tuulivoimalan kannattavuudelle. Suuret huoltokulut ja pitkät huoltoajat vaikuttivat selvästi myös voimalan tuottavuuteen. Suuret korjauskustannukset yhdessä tuulivoiman tuottamattomuuden kanssa aiheuttivat tuulivoimalayhtiöihin suuria taloudellisia ongelmia. Samalla voitiin huomata, että käytetty tuulivoimala ei ollut yhtä kannattava kuin täysin uusi tuulivoimala. Syynä olivat samat syyt kuin tuulivoimalan kannattavuudessakin. Luotettavalla tuulivoimalalla yhdessä hyvän huoltovakuutuksen kanssa on paremmat mahdollisuudet saada haluamansa tuotto tuulivoimalasta.

## 5.2 Tuulisuus Vittingin ja Könnin alueella

Tuulivoimala tarvitsee toimiakseen tuulta, koska tuulivoiman toiminta perustuu tuulen muuntamiseen tuuliturbiineilla sähköenergiaksi (Tuulitieto). Tuulivoimalan tuotantomäärä on siten suoraan riippuvainen tuuleen ja sen nopeuteen. Tuulivoimalan tuotantomäärä voidaan laskea, kun tiedetään mikä on alueen keskituulisuus. Tuulisuudessa on kuitenkin otettava huomioon, että tuulivoimala ei tuota sähköä, kun tuulennopeus on alle 3 m/s ja yli 25m/s (Suomen Tuulienergia). Tämä on myös huomioitava kannattavuuslaskelmissa, koska keskituulisuuden mittaamiseen on laskettu kaikki tuulennopeudet (Suomen Tuuliatlas).

Tuulisuuden selvittämiseksi tietyltä alueelta käytetään myös erillisiä tuulisuusmittausjärjestelmiä. Mittausyksikkö mittaa tuulisuutta useilta eri korkeuksilta selvittäen, missä tuulisuus on kaikkein suurinta (Ylä-Satakunta lehti 15.7.2014).

Tuulisuutta on vaikea ennustaa etukäteen, mutta edellisten vuosien tilastoitujen tuulisuuksien avulla voidaan arvioida keskimääräiset tuulennopeudet hyvinkin tarkalla alueella. Siksi on tärkeää keskittyä tutkimaan tuulisuutta juuri Vittingin ja Könnin alueella johon suunniteltu tuulivoimala on aikomus rakentaa. Lähimpänä tuulivoimalan suunniteltua rakennuspaikkaa sijaitsevat kaksi ilmatieteenlaitoksen havaintoasemaa, jotka mittaavat tuulta Ilmajoella Seinäjoen lentokentällä sekä Seinäjoella Pelmaan kylässä (Ilmatieteenlaitos).

Ilmatieteenlaitoksen ja tuuliatlaksen yhteisten aineistojen ja graafisten karttojen avulla voidaan selvittää tarkasti alueen kolmen viimeisen vuoden keskituulisuus. Viimeisen kolmen vuoden tilastoitu tuulenkeskinopeus Vittingin ja Könnin alueella on ollut 5-6 m/s (Suomen Tuuliatlas). Tämä on sisämaassa keskimääräistä parempi tulos, koska sisämaassa tuulenkeskinopeudet ovat vakiintuneet 3 m/s (Suomen Tuuliatlas). Rannikkoalueilla tuulten keskinopeudet ovat olleet samansuuruiset kuin opinnäytetyössä tarkasteltavalla alueella eli noin 5 m/s (Suomen Tuuliatlas). Sisämaassa tuulen kuukausittaiset keskinopeudet ovat kuitenkin pysyneet hyvin tasaisina verrattuna rannikkoalueisiin tai Lapin tuntureille, joissa keskinopeuksissa voidaan havaita suuriakin eroja (Suomen Tuuliatlas).

Vaikka keskituulisuus antaa alueelta yleistä tuulisuustietoa, on keskituulisuutta tärkeämpää kuinka usein tuulee ja mikä on tuulennopeuden mediaani. Tällöin voidaan selvittää tarkemmin, kuinka usein tuulivoimala tuottaa sähköä ja mikä on sen mahdollinen tuotantomäärä.

### **5.3 Tuotantokatkokset**

Tuulivoimalan kannattavuuteen vaikuttaa olennaisesti erinäiset tuotantokatkokset, joiden syy voi olla tuulivoimalassa itsessään tai ulkopuolinen tekijä. Tuotantokatkos on nopeimmillaan ainoastaan tuulivoimalan sammuminen ja käynnistyminen uudelleen, jolloin tuotantomäärään ei synny juurikaan menetystä. Katkoksen ollessa pitempiaikainen tuo se tuotannon keskeytymisen lisäksi myös muita kannattavuusongelmia. Tuulivoimalan korjaus- ja huoltotyöt ovat hyvin kalliit ja huoltotöihin voi kuluu aikaa jopa viikkoja.

### **5.4 Muut kustannukset ja kuluerät**

Muita kustannuksia tuulivoimalan investoinnissa on lainankorko- ja hoitokulut. Tuulivoimalan investointiin on laskettu otettavan ulkopuolista rahoitusta 2 800 000 euroa. Lainan korko tulee olemaan ennakkotarjousten mukaan 4,0–5.0 %. Lainan takaisinmaksu aika on 12 vuotta ja sitä lyhennetään tasaerissä. Koron ja hoitokulujen suuruus 5.0 % lainalle on 929 158 euroa. Lisäksi lainasta täytyy maksaa neljä prosenttia takausprovisiota. Takaus voi olla kuitenkin enintään 50 % koko lainan määrästä. 12 vuoden takausprovision hinta on 397 098 euroa. Rahoituskulut ovat 12 vuodelta yhteensä 1 326 256 euroa. Jos lainan korko saadaan pudotettua neljään prosenttiin, on rahoituskulujen säästö 12 vuoden aikana lähes 200 000 euroa.

Rahoituskulujen lisäksi tuulivoimalan investoinnit tulee poistaa poistosuunnitelman mukaisesti. Tuulivoimalan käyttöaika on noin 20 vuotta, mutta odotettu tuottoaika on 12 vuotta, jolloin syöttötariffi loppuu. Tämän vuoksi tuulivoimala, tie, perustukset,

sähkökaapeli sekä kantaverkon liittymismaksu tulisi poistaa 12 vuodessa. Kannattavuuslaskelmissa poistot on laskettu 12 vuoden tasapoistoina.

### **5.5 Kriittinen piste**

Opinnäytetyön tärkeimpiä selvityskohteita on laskea kriittinen piste tuulivoimalalle. Kriittinen piste kertoo, kuinka paljon tuottoa täytyy olla että liiketoiminnan kulut saadaan katettua, että tulos on nolla (Taloussanomat). Kriittisen pisteen selvittämiseksi lasketaan, millä tuotantomäärällä saadaan katettua kaikki arvioidut kustannukset. Kriittinen piste kertoo samalla, onko investointi kannattava ja milloin hankintameno on maksettu kokonaan. Kriittisen pisteen saavuttamisen edellytyksenä on, että arvioidut kustannukset eivät ylitä ja tuulivoimalaan ei tule pitkiä tuotantokatkoja.

### **5.6 Tavoitetuotto**

Tuulivoimalan omistaa yritys, jonka tavoitteena on saada sijoitukselle voittoa. Yrityksen osakkaiden tavoitteena on saavuttaa 15 prosentin vuotuinen tuotto tuulivoimalla ensimmäisen 12 vuoden ajan, jolloin syöttötariffi on voimassa. Tämän jälkeen sähköntuotannosta maksetaan ainoastaan sähkönmarkkinahinta, jonka suuruutta ei voida varmasti tietää. Tämän vuoksi on tärkeää, että tuulivoimalan investointi saadaan kokonaan maksetuksi ennen kuin mahdollisuus syöttötariffiin loppuu. Sijoittajat ovat sijoittaneet tuulivoimalaan noin 500 000 euroa, jolloin vuotuinen tuottotavoite on 75 000 euroa. Koska tuotto on pääomatuloa, voidaan se jakaa sijoittajille osinkona ainoastaan, jos yhtiöllä vapaata omaa pääomaa. (Verohallinto). Vuosittaisen tavoitetuoton saavuttamiseksi, on yhtiön tehtävä voittoa.

### **5.7 Tuulivoimalan kustannus- ja kannattavuuslaskelmat**

Tuulivoimalan kannattavuuslaskelmiin on otettu huomioon teoriaosuuksissa kappaleten 3 ja 4 esiteltyt investoinnit ja tuulivoimalaitokseen liittyvät muut kustannukset. Suurimpiin investointeihin on saatu tarjoukset joiden perusteella ne huomioidaan

kannattavuuslaskelmissa. Tarjoukset on saatu tuulivoimalasta ja sen pystytyksestä, tien rakentamisesta sekä tuulivoimalan perustuksista. Liittymismaksu valtakunnanverkkoon sekä ja kantaverkon käyttömaksut on saatu suoraan Fingridin hinnoista. Suoritetarveratkaisun ja rakennusluvan hinnat on saatu tuulivoimalan rakennuspaikkakunnalta ole. Muiden lupien hinnat ovat lupaviranomaisten hinnaston mukaiset. Tuulivoimalan haittakorvausten ja maanlunastushinnat ovat ohjeellisia ja niissä on käytetty alueen yleisiä hintatasoja.

Tuulivoimalan arvioidut tuotantomäärät perustuvat tuulisuusmittauksiin ja alueelta saatuihin tuulisuusarvoihin edellisiltä vuosilta. Lisäksi on selvitetty kaikkien Suomessa toimivien kolmen megawatin tuulivoimaloiden tuotantomäärien mediaani. Viimeisimmät tuotantotilastot ovat vuodelta 2011. Kaikki tuulivoimalat sijaitsivat rannikon läheisyydessä, joka hieman nostaa tuotantolukuja. Mediaani tuotantomäärä kolmen megawatin voimalle rannikkoseudulla oli vuonna 2011 7387 megawattituntia (VTT).

Opinnäytetyössä tarkasteltavan tuulivoimalan ennakoitu vuosittainen tavoite tuotantomäärään vaikuttaa myös tuotantokatkokset. Tuulivoimalaan ei odoteta kuitenkaan tulevan pidempi aikaisia tuotantokatkoja ensimmäisen 12 vuoden aikana, jolloin syöttötariffi on voimassa. Kun huomioidaan tuulisuus Vittingin ja Könnin alueella, joka on noin 0,5 m/s heikompa kuin rannikkoseudulla ja tuulivoimalan koko 2.6 megawattia, niin realistinen vuosittainen tuotantomäärä tulee olemaan vähintään 6300 megawattituntia. Tuulivoimalan odotetaan valmistuvan ennen vuotta 2016, jolloin on myös mahdollista saada korotettua syöttötariffia ensimmäisen kolmen vuoden ajan.

### **5.7.1 Kustannuslaskelma**

Kustannuslaskelmalla saadaan selville, kuinka paljon tuulivoimalainvestointi tulee maksamaan ennen kuin tuulivoimalasta alkaa syntyä tulorahoitusta. Kustannuslaskelman tietoja käytetään laskiessa tuulivoimalan kriittistä pistettä sekä kannattavuuslaskelmaa tavoitetuotolle

Tuulivoimalan ensimmäisen vuoden kustannukset ovat yhteensä 3 153 987 euroa. Laskelmassa on otettava huomioon, että lähes kaikkiin laskelman hintoihin tulee lisätä arvonlisävero. Tämä lisää todellisia kustannuksia hetkellisesti 24 prosenttia ennen kuin arvonlisävero saadaan palautuksina takaisin. Tämän vuoksi investointiin varattava rahoitus täytyy olla suurempi. Kokonaisrahoitus tulee olla vähintään 3 300 000 euroa, jolloin kaikki kustannukset voidaan kattaa ennen kuin arvonlisäveron palautukset saadaan yritykseen.

<b>Kustannusperuste</b>	<b>Hinta/€</b>
Tuulivoimala pystytyksineen	1 600 000
Tuulivoimalan valmistajan vakuutus vuodeksi	60 000
Vaadittava tiestö	302 419
Tuulivoimalan perustukset	250 000
Kantaverkkoon liittyminen ja kytkinaseman rakentaminen	600 000
Sähkökaapeli ilmakaapelina sekä muuntajat	270 161
Sähköjohdon rakennuslupa	4000
Tasevastaava kiinteä kuukausimaksu vuodeksi	2 400
Tasevastaava tuotantomaksu vuoden ajalta	945
Syöttötariffi ennakkopäätös	1 400
Syöttötariffin myöntämispäätös	2 100
Syöttötariffin maksatushakemus vuoden ajalta	2 500
Sähkönsiirtomaksu vuoden ajalta	5 355
Tuulisuus mittaus	24194
Rakennuslupa, suunnittelutarveratkaisu ja kuulemiset	1613
Lentoestelupa	258
Lentoeste lausunto Finavia	242
Tienhoito kustannukset vuoden ajalta	1 417
Kiinteistövero ensimmäiseltä vuodelta	25 900
<b>Ensimmäisen vuoden kustannukset yhteensä</b>	<b>3 153 987</b>

Taulukko 2. Ensimmäisen vuoden kustannuslaskelma

### 5.7.2 Kriittisen pisteen laskeminen

Laskelmassa halutaan selvittää tuulivoimalan kriittinen piste. Kriittisen pisteen laskelmassa otetaan huomioon kaikki tuulivoimalaan liittyvät vuosittaiset kustannukset,

alkuinvestoinnit sekä lainan korkokulut 12 vuodelta. Tämän jälkeen muutetaan 12 vuoden kustannukset vuositasonalle. Koska tuulivoimalan tuotantomäärää ei voida tietää etukäteen, lasketaan mahdollinen vuosittainen tuotanto kappaleen viisi tilastojen ja keskiarvojen mukaisesti 6300 megawattitunnilla. Laskelman hinnat ovat ilman arvonlisäveroa.

<b>Kustannusperuste</b>	<b>Hinta/€</b>
Tuulivoimala pystytyksineen	1 600 000
Tuulivoimalan valmistajan vakuutus 12 vuodeksi	720 000
Vaadittava tiestö	302419
Tuulivoimalan perustukset	250000
Kantaverkkoon liittyminen ja kytkinaseman rakentaminen	600000
Sähkökaapeli ilmakaapelina sekä muuntajat	270161
Sähköjohdon rakennuslupa	4000
Tasevastaava kiinteä kuukausimaksu 12 vuodelta	28 000
Tasevastaava tuotantomaksu 12 vuodelta	11340
Syöttötariffi ennakkopäätös	1400
Syöttötariffin myöntämispäätös	2100
Syöttötariffin maksatushakemus 12 vuodelta	30 000
Sähkönsiirtomaksu 12 vuodelta	64260
Tuulisuus mittaus	24194
Rakennuslupa, suunnittelutarveratkaisu ja kuulemiset	1613
Lentoestelupa	258
Lentoeste lausunto Finavia	242
Tienhoito kustannukset 12 vuodelta	17 000
Kiinteistövero 12 vuodelta	266 417
Lainan korkokulut 12 vuodelta 5 % korolla	929 158
Lainan takausprovisio 12 vuodelta	397 100
<b>12 vuoden kustannukset yhteensä</b>	<b>5 509 189</b>

Taulukko 3. Kriittisen pisteen kustannusperusteet

Kriittisen pisteen selvittämiseksi täytyy laskea tuulivoimalan tuotannosta saatava tuorahoitus 12 vuoden ajalta. Oletetaan, että tuulivoimala saa korotettua syöttötariffia kolmelta ensimmäiseltä vuodelta. Ensimmäisen kolmen vuoden ajalta sähkön myyntihinta MWh:lta on 105,30 euroa ja vuosittainen tuotantomäärä 6300 MWh:a.



Vuosina 4-12 myyntihinta on 83,50 euroa MWh:lta ja tuotantomäärän oletetaan pysyvän 6300 MWh:ssa.

Tuulivoimalan tulorahoitus ensimmäiseltä kolmelta vuodelta	1 990 170
Tuulivoimalan tulorahoitus vuosilta 4-12	4 734 450
Yhteensä tuulivoimalan tulorahoitus 12 vuodelta	6 724 620
Tuulivoimalan kustannukset 12 vuodelta	5 509 189
Tuulivoimalan tulorahoitus on kustannuksia suurempi	1 215 431

Taulukko 4. Kriittinen piste korotetulla syöttötariffilla

Koska tuulivoimalan tulorahoitus on menoja suurempi 12 vuoden ajalla, on investointi kannattava. Sijoittajien asettaman tavoitetuoton täytyminen tarkastellaan myöhemmässä luvussa. Kriittinen piste lasketaan jakamalla vuotuinen tulo koko 12 vuoden kustannuksista. Tuulivoimalan kriittiseksi pisteeksi saadaan 9 vuotta 11 kuukautta ja 9 päivää.

Lisäksi voidaan laskea millä vuosittaisella tuotantomäärällä kriittinen piste saavutetaan. Tulorahoituksen on katettava kaikki 12 vuoden kustannukset yhteensä 5 509 189 euroa. Kun syöttötariffin 12 vuoden keskihinta 88,95 euroa jaetaan kokonaiskustannuksilla, saadaan 12 vuoden tarvittava tuotantomäärä 61 936 MWh:a. Kriittinen piste vuosittaisessa tuotantomäärässä on tällöin 5161 MWh:a vuodessa.

Jos tuulivoimalalle ei myönnetä korotettua syöttötariffia, on syöttötariffi koko 12 vuoden 83,50€. Kriittisen pisteen laskemiseen käytetään samoja kulurakennetta kuin edellisessäkin laskelmassa, mutta tulorahoitus muuttuu.

Tuulivoimalan 12 vuoden tulorahoitus	6 312 600
Tuulivoimalan kustannukset 12 vuodelta	5 509 189
Tuulivoimalan tulorahoitus on kustannuksia suurempi	803 411

Taulukko 5. Kriittinen piste ilman korotettua syöttötariffia

Koska tuulivoimalan tulorahoitus on menoja suurempi 12 vuoden ajalla, on investointi kannattava ilman tuottovaatimuksia.. Kriittinen piste lasketaan jakamalla vuotuinen tulo koko 12 vuoden kustannuksista. Tuulivoimalan kriittiseksi pisteeksi saadaan 10 vuotta 5 kuukautta ja 9 päivää.

Lisäksi voidaan laskea millä vuosittaisella tuotantomäärällä kriittinen piste saavutetaan. Tulorahoituksen on katettava kaikki 12 vuoden kustannukset yhteensä 5 509 189 euroa. Kun syöttötariffin 12 vuoden hinta 83,50 euroa jaetaan kokonaiskustannuksilla, saadaan 12 vuoden tarvittava tuotantomäärä 65 979 MWh:a. Kriittinen piste vuosittaisessa tuotantomäärässä on tällöin 5499 MWh:a vuodessa.

### 5.7.3 Tuloslaskelma

Tuulivoimalan vuosittainen tulos saadaan selville, kun vähennetään vuosittaisesta tulorahoituksesta kaikki vuotuiset käyttökustannukset, poistot sekä rahoituskulut. Koska tuulivoimalan suunniteltu tuottoaika on 12 vuotta, lasketaan kaikki poistot 12 vuoden tasapoistoina, vaikka todellinen käyttöikä olisikin suurempi. Poistojen suuruus vuosittain on 251 882 euroa. Lainan 12 vuoden korkokulut on jaettu vuosittain yhtä suureksi, jolloin vuotuinen korko on 110 521 euroa.

Vuosittainen tulorahoitus korotetulla syöttötariffilla	560 385
Vuosittaiset käyttömenot ja kiinteistövero	96 696
Vuosittaiset poistot	251 882
Vuosittaiset rahoituskulut	110 521
Vuosittainen tulos ennen veroja	101 286
Yhteisövero	20 257
<b>Vuosittainen voitto</b>	<b>81 029</b>

Taulukko 6. Tuloslaskelma

Yhteisöveron suuruus vuonna 2014 on 20 prosenttia (Verohallinto [Viitattu 20.7.2014]).

Jos korotettua syöttötariffia ei saada, on tulos verojen jälkeen 53 560 euroa. Sijoittajien tavoitetuotto voidaan maksaa osinkoina, jolloin vuosittaisen voiton on oltava vähintään 75 000 euroa.

#### **5.7.4 IRR ja Nykyarvomenetelmä**

Vaikka tuloslaskelman mukaan investointi näyttäisi kannattavalta, pitää tuulivoimalainvestointi tarkastella nykyarvomenetelmän avulla. Myös sisäinen korko eli IRR lasketaan. IRR on korkokanta, jolla diskontattujen tulevien kassavirtojen summa on yhtä suuri kuin hankintameno (Taloussanommat). Investointia voidaan pitää kannattavana, jos sisäinen korko on tarpeeksi suuri. Tässä investoinnissa IRR pitäisi olla yli 15 %, jotta investointi täyttäisi sijoittajien tuotto vaatimukset. Tuulivoimala investoinnin IRR korkokanta on 0 %, koska investoinnista saatavat tuotot eivät ylitä alkuinvestointia. Korkokannan laskennassa on oletettu tuotantomäärän pysyvän 6300 MWh:ssa vuositason ja vuosittaiset menot eivät ylity arvioidusta 459 099 eurosta. Menoihin on laskettu vuosittaiset käyttökustannukset, poistot sekä rahoituskulut.

Investoinnin kannattavuuden laskennassa käytetään lisäksi nykyarvomenetelmää, jossa nettotulojen nykyarvoa verrataan hankintamenuon. Nykyarvon täytyy olla suurempi kuin hankintameno. Investoinnille on asetettu sijoittajien toimesta 15 % tavoitetuottovaatimus. Jos investoinnin netto nykyarvo on suurempi kuin tuulivoimalan hankintahinta 3 119 277 euroa, on investointi kannattava myös netto nykyarvomenetelmällä.

Investointiaika		12 vuotta
Vuosi	Investointi	Nettotulot/Vuosi
0	3 119 277	
1		560385
2		560385
3		560385
4		560385
5		560385
6		560385
7		560385
8		560385
9		560385
10		560385
11		560385
12		560385
Yhteensä		6724620

Taulukko 7. Nettotulot vuosittain

Tavoitetuotto	15 %	Nykyarvo
Diskonttikerroin		
1	1	487 291
2	1	423 732
3	1	368 462
4	1	320 402
5	0	278 610
6	0	242 270
7	0	210 669
8	0	183 191
9	0	159 296
10	0	138 519
11	0	120 451
12	0	104 740
Yhteensä		3 037 634

Taulukko 8. Nettotulot nykyarvomenetelmällä

Koska nettotulot nykyarvomenetelmällä laskettuna ovat pienemmät kuin hankintameno, ei tuulivoimala investointi ole kannattava.

### **5.7.5 Investointituki mahdollisuutena**

Jos tuulivoimalaan ei haeta syöttötariffia tai se ei pääse mukaan valtion syöttötariffiin, on silloin tuotannosta saatava hinta suoraan markkinahinta. Tällöin tuulivoimalaan on mahdollista hakea investointitukea, jonka suuruus on 935 783 euroa. Jos markkinahinta pysyy 2013 vuoden tasolla seuraavat 12 vuotta, on tuulivoimalan tuotto 6300 MWh vuosituotannolla 12 vuoden ajalta 3 112 452 euroa. Vuosittaisen tuoton ollessa 259 371 euroa. Koska alkuinvestointi on matalampi ja lainan määrä on suoraan investointituen verran pienempi. Rahoituskulut pienenevät noin 500 000 euroa. Lisäksi syöttötariffin maksatushakemuksia eikä hyväksymispäätöksiä tarvitse hakea on vuotuinen säästö 3000 euroa.

Vaikka investointituen ansiosta tuulivoimalan rahoituskulut pienenevät selvästi, ei pelkkä investointituki riitä saamaan tuulivoimalaa kannattavaksi. Pelkästään vuosittaiset poistot ovat yhtä suuret kuin tuulivoimalan vuosituotto. Lisäksi muut tuulivoimalan kustannukset ovat samaa luokkaa kuin syöttötariffin omaavalla tuulivoimalla. Voidaankin todeta, ettei tuulivoimala ole kannattavaa ilman syöttötariffia suurten poistojen vuoksi.

## **5.8 Johtopäätökset**

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tuulivoimalan kannattavuutta Vittingin ja Könnin kylien alueella. Kannattavuuden selvittämiseksi tarkasteltiin olemassa olevien tuulivoimalayhtiöitä lähettämällä kirjekyselyt kaikkiin olemassa oleviin tuulivoimala yhtiöihin. Kyselyn tarkoituksena oli saada selville, mitkä seikat ovat vaikuttaneet tuulivoimaloiden kannattavuuteen lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä. Kyselyn vastausten perusteella voitiin havaita yhteisiä tekijöitä, joilla oli selviä vaikutuksia tuulivoimala yhtiön taloudelliseen menestymiseen. Opinnäytetyössä keskityttiin lisäksi

perustettavan tuulivoimalan rakennuspaikan soveltuvuuteen tuulivoimalalle sekä tarkasteltiin valtion myöntämien tukien vaikutusta tuulivoimaan.

Tuulivoimalan kannattavuuden osalta suurimmat vaikutusmahdollisuudet ovat jo suunnittelu vaiheessa. Tuulivoimalan tuleva sijainti vaikuttaa erityisen paljon tuleviin investointeihin ja niiden suuruuteen. On erittäin tärkeää, että tuulivoimalan tuottamiseen vaadittava tuulisuus on riittävän suuri tuottamaan vaadittavan määrän sähköä, jotta vuosittaiset menot saadaan katettua. Tuulisuuden ja alueen soveltuvuuden kunnollinen selvittäminen antavat tuulivoimala yhtiölle selkeän kuvan jo alkuvaiheessa, onko tuulivoimalan rakentaminen alueelle kannattavaa vai ei.

Vaikka tuulisuus olisikin riittävää, on otettava huomioon investoinnit, joita tuulivoimalaa varten joudutaan tekemään. Opinnäytetyössä selvisi, että suuret investoinnit lukuun ottamatta itse tuulivoimalaa ovat täysin riippuvaisia tuulivoimalan sijainnista. Yksittäiset investoinnit kuten tien tekeminen sekä sähköjohdon vetäminen kantaverkkoon ovat hyvin isoja investointeja, joiden kustannuksiin vaikuttaa suuresti etäisyydet jo olemassa oleviin tie- ja sähköverkostoihin. Jos tuulivoimala voidaan suunnitella ja pystyttää alueelle, jossa tarvittavat yhteydet ovat valmiiksi lähellä, on investoinnin rahallinen säästö huomattavan suuri.

## 6 YHTEENVETO

Tuulivoimasta saatava tuotto on lukittu takuuhintaan valtion myöntämän syöttötariffin ansiosta. Koska takuuhinta on hyvin korkea verrattuna markkinahintaan, ovat monet yritykset ja sijoittajat nähneet tuulivoimassa hyvän tulonlähteen. Tuulivoimalan kannattavuuden osalta voitiinkin todeta, että valtion myöntämän tuen ansiosta tuulivoimala pystyy tuottamaan tulorahoitusta enemmän kuin tuulivoimalasta syntyvät menot 12 vuoden aikana, kun kannattavuutta laskettiin vuosittaisella tasolla. Jos tuulivoimala tuottaa 6300 megawattituntia vuodessa, eivät tuulivoimala yhtiön vuosittaiset voitot kuitenkaan riitä kattamaan sijoittajien asettamia tavoitetuottoja nykyarvomenetelmällä laskettuna. Suurin vaikuttava tekijä on poistojen suuri osuus vuotuisessa tuloksessa. Poistojen suuruuteen voidaan vaikuttaa tekemällä pidempi poistosuunnitelma esimerkiksi käyttöiän mukaan. Lisäksi voidaan miettiä menojäännöspoistoa tasapoiston sijaan, jolloin suuret poistot ajoittuvat investoinnin alkuun ja pienemmät loppuun, jossa myös rahan nykyarvo on heikompi. Tuulivoimalan vuositulo voidaan myös ennustaa vuosittain, jolloin se on tarkempi kuin 12 vuoden tuottojen ja kulujen jakaminen tasan jokaiselle vuodelle. Tällöin voidaan huomioida vuosittain pienevän lainan koron ja kiinteistöveron määrä paremmin varsinkin IRR-laskelmissa.

Koska tuulivoimalan kustannuksiin voidaan vaikuttaa, on se voitava hyödyntää niin hyvin kuin mahdollista. Rakennettavan alueen optimaalisen sijainnin lisäksi on tuulivoimalan tuotantokatkosten ehkäisyyn panostettava esimerkiksi rakentamalla alueelle aita ulkopuolisten sekä eläinten pääsyn estämiseksi. Alueen tuulisuuden selvittäminen etukäteen ja alueen soveltuvuuden varmistaminen tuulivoimalalle ovat avaintekijät menestyvälle tuulivoimala yhtiölle. Tuulivoimalan tavoitetuotantomäärä on opinnäytetyön mukaan hyvin saavutettavissa normaaleissa olosuhteissa. Jos tuulivoimalan tuotantoon ei tule katkoksia ja tuulisuus pystytään hyödyntämään jo matalillakin tuulennopeuksilla, voidaan tuotannossa päästä vuositasolla selvästi yli 6300 MW:n. Lisäksi korotettu syöttötariffi on pystyttävä hyödyntämään, koska 6300 MW:n vuosituotannolla korotetun syöttötariffin saatava hyöty on yhteensä yli 400 000 euroa kolmen ensimmäisen vuoden aikana.

Jotta nettonykyarvo saataisiin positiiviseksi, tarvitsee vuosittaisen tuotantomäärän nousta yli 8110 MWh:n, mikä on 3 MW:n kokoiselle tuulivoimalalle tilastojen mukaan erittäin hyvä saavutus. Pelkkä tuotantomäärän kasvu ei riitä sijoittajien asettamaan tavoitetuottoon, vaan vuosittaisia kustannuksia on pystyttävä pudottamaan. Koska poistot ovat selkeästi suurin vuosittainen kustannus, pitäisi poistosuunnitelma tehdä arvioidun käyttöiän mukaan, jolloin vuotuinen poiston määrä putoaisi huomattavasti. Myös rahoituskustannuksista olisi pystyttävä säästämään. Finnveran takauksen ansiosta voi lainan korkoa saada madallettua nykyisestä arviosta. Rahoituskustannusten osalta yhden korko prosentin pudotus viidestä prosentista neljään prosenttiin pienentäisi korkokuluja 12 vuoden aikana yli 200 000 euroa.

Vaikka tuulivoimalan tuotantomäärät jäisivät 6300 MWh:iin, on tuulivoimala yhtiöllä mahdollisuudet pystyä tekemään vuosittain positiivinen tulos, kuten tuloslaskelmassa on laskettu. Nettonykyarvolla laskettuna on tuotantomäärää kuitenkin voitava kasvattaa, jotta investointi olisi kannattava. Sijoittajien tavoitetuottoon pääseminen edellyttää kustannuksien pienentämistä, jolloin vuotuinen tulos paranisi. Tällöinen tuulivoimala pystyy tekemään tarpeeksi hyvän tuloksen, josta on mahdollista jakaa osinkoja sijoittajille ja myös yhtiön muille osakkaille.



## LÄHTEET

Energia teollisuus 2014, Energia ja Ympäristö [Verkkosivu]. [Viitattu 9.4.2014]. Saatavana <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/tuulivoima>

Energiavirasto. [Verkkosivu]. Tuotantotuen päätösten hinnat 2014. [Viitattu 24.4.2014]. Saatavana <http://www.energiavirasto.fi/documents/122057/0/Hinnasto+tuotantotuki+1.2.2014.pdf/6e74b984-ed59-43ec-82f9-ffc1b713df80>

Finavia. [Verkkosivu]. Lentoesteet. [Viitattu 15.7.2014]. Saatavana <http://www.finavia.fi/fi/lentoesteet/>

Fingrid. [Verkkosivu]. Liittyminen kantaverkkoon. [Viitattu 14.7.2014] Saatavana <http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/liittyminen/Sivut/default.aspx>

Fingrid. [Verkkosivu]. Tuotantotase. [Viitattu 14.7.2014] Saatavana <http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/tasepalvelut/tasemallinkuvaus/tuotantotase/Sivut/default.aspx>

Finnvera. [Verkkosivu]. Rahoituksen hinta. [Viitattu 29.8.2014] Saatavana <http://www.finnvera.fi/Liiketoiminnan-aloittaminen/Rahoituksen-hinta>

Finnvera. [Verkkosivu]. Vakuuksien merkitys. [Viitattu 16.7.2014] Saatavana <http://www.finnvera.fi/Liiketoiminnan-aloittaminen/Rahoituksen-hakeminen/Vakuuksien-merkitys>

Heikki Pettinen. 2014. Alkkiasta löytyy tarpeeksi tuulta sähkön tuotantoon yli 100 metristä. Ylä-Satakunta lehti nro. 51. sivu 6.

Ilmajoen kunta. [Pdf- tiedosto]. Taksat. [Viitattu 15.7.2014]. Saatavana <http://www.ilmajoki.fi/files/Tiedostot/Rakennusvalvontataksat.pdf>

Ilmatieteenlaitos. [Verkkosivu]. Havaintoasemat. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana <http://ilmatieteenlaitos.fi/havaintoasemat>

Jormakka, R. Koivusalo, K. Lappalainen, J. & Niskanen, M. 2009. Laskentatoimi. Helsinki: Edita Prima Oy.

Knupfer, S. & Puttonen, V. 2009. Modernirahoitus. 4. uudistettu painos. Juva: WS Bookwell Oy.

Lagerwey System. [WWW-dokumentti]. Specifications L92-2.6MW. [Viitattu 13.7.2014]. Saatavana <http://www.lagerweywind.nl/products/windturbines/l93-2-6-mw/>

Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 1396/2010

Niskanen, J. & Niskanen, M. 2013. Yritysrahoitus. 7., uudistettu painos. Porvoo: Edita Publishing Oy.

Savonvoima .[Pdf-dokumentti]. Sähkön markkinahinta 2013. [Viitattu 29.8.2014]. [https://www.savonvoima.fi/SiteCollectionDocuments/Myynti/Spot\\_kuukausihin-nat.pdf](https://www.savonvoima.fi/SiteCollectionDocuments/Myynti/Spot_kuukausihin-nat.pdf)

Stenbacka, J. Mäkinen, I. & Södeström T. 2007. Kannattavuuden avaimet. 1.-4. painos. Helsinki: WSOY.

Suomen Tuuliatlas. [Karttaliittymä]. Tuuliatlas- Karttaliittymä. [Viitattu 24.4.2014]. Saatavana <http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/>

Suomen Tuuliatlas. [Karttaliittymä]. Tuulisuus Suomessa 2014. [Viitattu 24.4.2014]. Saatavana <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/>

Suomen tuulienergia. [Verkkosivu]. Perustietoa tuulivoimasta. [Viitattu 25.4.2014]. Saatavana [http://www.suomentuulienergia.fi/perustietoa\\_1.html](http://www.suomentuulienergia.fi/perustietoa_1.html)

Suomen Tuulivoima Ry 2014. 21.01.2014. [Pdf- julkaisu]. Lehdistötiedote. [Viitattu 9.4.2014]. Saatavana [http://www.tuulivoimayhdistys.fi/sites/www.tuulivoimayhdistys.fi/files/vuositiedote\\_2013-2.pdf](http://www.tuulivoimayhdistys.fi/sites/www.tuulivoimayhdistys.fi/files/vuositiedote_2013-2.pdf)

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588. Oikeusministeriö

Taloussanommat. [Verkkosivu]. Sanakirja. [Viitattu 15.7.2014]. Saatavana <http://www.taloussanommat.fi/porssi/sanakirja/termi/kriittinen+piste/0>

Taloussanomat. [Verkkosivusto]. Sanakirja. [Viitattu 21.7.2014]. Saatavana <http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/termi/sis%E4inen%20korkokanta/>

Theseus. [Verkkoarkisto]. Tuulivoima [Viitattu 16.5.2014]. Saatavana <https://www.theseus.fi/search?query=tuulivoima&submit=Hae>

Tuulivoimaopas. [Verkkosivu]. Vaikutus kuntatalouteen. [Viitattu 25.7.2014]. Saatavana [http://www.tuulivoimaopas.fi/vaikutukset\\_kuntatalouteen](http://www.tuulivoimaopas.fi/vaikutukset_kuntatalouteen)

Tuulivoimatieto. [Verkkojulkaisu]. YVA- menettely. [Viitattu 15.7.2014]. Saatavana [http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparisto- ja\\_muut\\_vaikutukset/yva-menettely](http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparisto- ja_muut_vaikutukset/yva-menettely)

Tuulivoimatieto. [Verkkosivu] Tuulivoimatekniikka. [Viitattu 24.4.2014]. Saatavana <http://www.tuulivoimatieto.fi/tuulivoimatekniikka>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2014. [Verkkosivu]. Energia tuki. [Viitattu 9.4.2014]. Saatavana <http://www.tem.fi/index.phtml?s=3091>

Työ- ja elinkeinoministeriö. [Verkkosivu]. Energiatuen hakeminen. [Viitattu 27.7.2014]. Saatavana [http://www.tem.fi/energia/energiatuki/hakeminen\\_ja\\_maksatus](http://www.tem.fi/energia/energiatuki/hakeminen_ja_maksatus)

Valtioneuvoston asetus energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista 27.12.2012  
Työ- ja elinkeinoministeriö/Energiatuki, valtionavustuslaki (1063/2012)

Verohallinto. [Verkkojulkaisu]. Kiinteistöverot kunnittain 2014. [Viitattu 25.7.2014]. Saatavana [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EH0zpXv0oXwJ:https://www.vero.fi/download/Kiinteistoveroprosentit\\_kunnittain\\_v\\_2014/%257B6E691459-C77A-4A0C-B678-D108DB9ECC4E%257D/9030+&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EH0zpXv0oXwJ:https://www.vero.fi/download/Kiinteistoveroprosentit_kunnittain_v_2014/%257B6E691459-C77A-4A0C-B678-D108DB9ECC4E%257D/9030+&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi)

Verohallinto. [Verkkosivu]. Osingot. [Viitattu 20.7.2014]. Saatavana [http://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat\\_veroohjeet/Henkiloasiakkaan\\_tuloverotus/Korot\\_ja\\_osingot/Osingot\(25291\)](http://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Henkiloasiakkaan_tuloverotus/Korot_ja_osingot/Osingot(25291))

Verohallinto. [www-dokumentti]. Yhteisöjen verotus. [Viitattu 20.7.2014]. Saatavana [http://www.vero.fi/fi-FI/Yritys\\_ja\\_yhteisoasiakkaat/Osakeyhtio\\_ja\\_osuuskunta/Tulo-verotus laki](http://www.vero.fi/fi-FI/Yritys_ja_yhteisoasiakkaat/Osakeyhtio_ja_osuuskunta/Tulo-verotus_laki)

Viljanen V. & Jaakkola K. 2013. Totuus tuulivoimaloista. Porvoo: Mividata Oy

VTT 2014, Suomen tuulivoimatilastot. [Pdf- julkaisu]. [Viitattu 9.4.2014]. Saatavana [http://www.vtt.fi/files/projects/windenergystatistics/VTT\\_Wind\\_energy\\_statistics\\_Year\\_report\\_2013\\_public.pdf](http://www.vtt.fi/files/projects/windenergystatistics/VTT_Wind_energy_statistics_Year_report_2013_public.pdf)

VTT 2014, Suomen tuulivoimatilastot. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 9.4.2014]. Saatavana <http://www.vtt.fi/proj/windenergystatistics/?lang=fi>

VTT 2014. [Verkkosivu]. Suomen tuulivoimatilastot 2011. [Viitattu 9.7.2014]. Saatavana <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T74.pdf>

Yrityssuomi. [Verkkosivu]. Pääomarahoitus. [Viitattu 16.7.2014] Saatavana <http://www.yrityssuomi.fi/fi/web/guest/paaomarahoitus>

## LIITTEET

Liite 1. Destian tarjous tiestä ja perustuksen tekemisestä

Liite 2. Kirjekysely tuulivoimala yrittäjille

## Liite 1. Destian tarjous tiestä ja perustuksen tekemisestä

Tien kustannus		1000m				
Neliötä		8000		Määrä	Yksikköhinta	Kokonaishinta
Leveys 8 metriä, pohja 10 metriä						
0,30 metriä hiekkaa			15€/kuutio	3000	15,00 €	45 000,00 €
0,60 metriä murskettä			22€/kuutio	4800	22,00 €	105 600,00 €
0,10 metriä asfalttibetonia			9€/neliö	8000	9,00 €	72 000,00 €
300 tuntia kaivinkonetunteja			70€/tunti	300	70,00 €	21 000,00 €
Jyrää 50 tuntia			50€/tunti	50	50,00 €	2 500,00 €
Kastelu 20 tuntia			50€/tunti	20	50,00 €	1 000,00 €
Suodatinkangas 8000 neliötä			0,50€/neliö	8000	0,50 €	4 000,00 €
Maanleikkaus						0,00 €
Pintamaan raivaus						0,00 €
Dumpper 50 tuntia			70€/tunti	50	70,00 €	3 500,00 €
Asfalttibetonointi (sis.tiivistys ja höyläys)			1,5€/neliö	8000	1,50 €	12 000,00 €
Rumpujen sekä ojien teko			4 000 €	1	4 000,00 €	4 000,00 €
						270 600,00 €
Yleislisä 12 %						303 072,00 €
						375 809,28 €
<b>Tuulivoimalan perustusten tekeminen sekä ajoneuvonostimen nostopedin tekeminen</b>						
Hinta on kiinteä 250.000 euroa riippuen tuulivoimalan maaperästä.						
Kaikkiin hintoihin lisätään voimassa oleva arvonlisävero.						
<b>Samppala Olavi</b>						
Työpäällikkö maa- ja pohjarakentaminen						
Projektilaskenta						
Länsi- ja Pohjois Suomi						

## Liite 2. Kirjekysely tuulivoimala yrittäjille

Vastaathan kysymyksiin mahdollisimman tarkasti.

**1. Montako tuulivoimalaa/ tuulimyllyä teillä on käytössänne tällä hetkellä?**

---

**2. Kuinka suuria tuulivoimalat/myllyt ovat tehoiltaan?**

---

**3. Onko käytössänne olevat tuulivoimalat hankittu uutena vai käytettynä?**

- Osa tuulimyllyistä on hankittu uutena
- Kaikki tuulimyllyt on hankittu käytettynä

Jos hankittu käytettynä, mikä on arvioitu käyttöikä?

---

**4. Minkä merkkisiä tuulimyllyt ovat ja miltä yhtiöiltä ne ovat?**

---

**5. Tuotatteko sähköä osakkaiden vai valtakunnan verkkoon?**

---

- Tuotamme sähköä vain valtakunnan verkkoon

Tuotamme sähköä molempiin verkkoihin

**6. Paljonko olette tuottaneet sähköä valtakunnan verkkoon vuositasolla viimeisen kolmen vuoden aikana?**

---

**7. Paljonko tuotatte sähköä osakkaiden verkkoon vuositasolla?**

---

**8. Oletteko rakentaneet voimaloista yhdyslinjan valtakunnan verkkoon?**

Ei

Kyllä

**9. Mikäli olette rakentaneet yhdyslinjaa valtakunnan verkkoon, kuinka pitkän linja olette rakentaneet? Paljonko siitä aiheutuu kustannuksia vuosittain?**

---

**10. Onko tullut merkittäviä kustannuksia, joista ei ennakkoon ollut tietoa?**

Ei

Kyllä. Erittele alle kustannukset

---

**11. Onko ollut häiritseviä tuotantokatkoksia viimeisten kolmen vuoden aikana?**

Ei

Kyllä. Erittele alle mistä ovat johtuneet

---



**11. Minkä näette kannattavuuden näkökulmasta merkittävimpinä tekijöinä?**

---

–

---

–

**12. Yrityksenne viime tilikauden liikevaihto ja tilikauden voitto?**

---

–

**10. Minkä suuruiset ovat olleet teidän viimeisen kolmen vuoden kiinteät käyttökustannukset? Erittele vuosittaiset (2010- 2012) käyttökustannukset mahdollisimman tarkasti alla oleviin kenttiin.**

Halutessanne voitte lähettää meille nimettöminä kolmen edellisen vuoden tuloslaskelmat, joissa näkyvät tilierittelyt. Tällöin pystymme itse poimimaan kustannukset, jolloin teidän ei itse tarvitse eritellä kyseisiä lukuja.

Vuokrat

2010	2011	2012

Korjaus ja huolto kustannuksia

2010	2011	2012

Haittakorvaukset

2010	2011	2012

Vakuutukset

2010	2011	2012

Muut kiinteät kustannukset

2010	2011	2012

**11. Minkä suuruiset ovat olleet teidän viimeisen kolmen vuoden muuttuvat käyttökustannukset? Erittele vuosittaiset (2010- 2012) käyttökustannukset mahdollisimman tarkasti alla oleviin kenttiin**

Huolto- ja korjauskulut

2010	2011	2012

Muut muuttuvat käyttökustannukset

2010	2011	2012

**Kiitämme teitä vastauksestanne!**