

Juha Jääskeläinen

TUULIVOIMAHANKKEIDEN VALMISBETONIKONSEPTI

Opinnäytetyö

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Projekti- ja myyntijohtaminen

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (ylempi AMK)
Tekijä/Tekijät	Juha Jääskeläinen
Työn nimi	Tuulivoimahankkeiden valmisbetonikonsepti
Toimeksiantaja	Lujabetoni Oy
Vuosi	Toukokuu 2021
Sivut	39 sivua
Työn ohjaaja(t)	Matti Koivisto

TIIVISTELMÄ

Tuulivoimarakentamisen voimakas nousu on tuonut uusia markkinoita valmisbetonitoimittajille. Tässä opinnäytetyössä pyrittiin muodostamaan valmisbetonitoimittajalle tuulivoimakonsepti, mitä toimeksiantaja voi käyttää omissa tuulivoimaprojekteissaan. Opinnäytetyössä tuotiin esiin eri valmisbetonituotteet ja eri tuotantotavat, mitä tuulivoimaprojekteissa voidaan käyttää.

Opinnäytetyön teoreettisessa viitekehysessä tarkasteltiin tuulivoiman historiaa, kehitysnäkymiä ja tuulivoimaloiden sijoittumista Suomessa. Työssä selvitettiin tuulivoimala hankkeiden toimijoita aina rakennuttajista, rakentajiin sekä valmisbetonin toimittajiin. Työssä sivuutettiin tuulivoimaprojektien hankekehitystä ja luvitus toimenpiteitä, jotta olisi helpompaa ymmärtää tuulivoimahankkeiden kokonaiskuvaa.

Opinnäytetyö toteutettiin konstruktiivisena tutkimuksena. Työn konkreettinen tuotos on toimintamalli, joka perustuu projektiliiketoimintaa harjoittavien yritysten tapaan toimia. Kehittämishankkeessa tuotettiin yhtenäiset periaatteet valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin läpivientiin, aina projektin aloituksesta sen päättämiseen.

Työssä käytiin läpi valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin erivaiheet. Valmisbetonitoimittajan näkökulmasta tuulivoimaprojektin vaiheet voidaan jakaa karkeasti kolmeen: projektin valmistelu-, toteutus- ja päättämisvaiheeseen. Työssä kuvattiin nämä kaikki vaiheet yksityiskohtaisesti ja niihin liittyvät toimenpiteet.

Opinnäytetyössä saavutettiin toimeksiantajan asettamat tavoitteet. Työn teoria osuutta toimeksiantaja voi käyttää tuulivoima valmisbetoni markkinoiden enustamisessa hyödykseen. Toimeksiantajalle työ toimii toimintaohjeena, jota se voi käyttää tulevissa tuulivoimaprojekteissa aina tarjousvaiheesta projektin tuotanto ja päättämisvaiheeseen. Työn tutkimusosuutta toimeksiantaja voi hyödyntää myös muissakin kuin tuulivoimala hankkeissa.

Asiasanat: projektiliiketoiminta, projektiprosessi, projektinhallinta

Degree	Master of Engineering
Author (authors)	Juha Jääskeläinen
Thesis title	Ready-mix concrete concept for wind power projects
Commissioned by	Lujabetoni Oy
Time	May 2021
Pages	39 pages
Supervisor	Matti Koivisto

ABSTRACT

The strong rise in wind power construction has brought new markets for ready-mixed concrete suppliers. The aim of this thesis was to form a wind power concept for a ready-mixed concrete supplier which the principal can utilize in their own wind power projects. The thesis highlighted different ready-mixed concrete products and different production methods that can be used in wind power projects.

The theoretical framework of the thesis examined the history of wind power, development prospects and the locations of wind power plants in Finland. The thesis reviewed the wind power operators from wind power plan developers to builders and ready-mixed concrete suppliers. The thesis also describes the project development and licensing of wind power projects to make it easier to understand the overall picture of wind power projects in general.

The thesis was implemented as constructive research. The concrete output of the work is an operating model based on the way companies do project business. The development project produced uniform principles for the implementation of a ready-mixed concrete supplier's wind power project from the start of the project to its completion.

This work included different phases of the ready-mixed concrete supplier's wind power project. From the concrete supplier's point of view the phases of the wind power project can be roughly divided into three; preparation, implementation and completion phase. The thesis describes all these phases and the related measures in detail.

The thesis reached its initial goals set by the principal. The principal can utilize the theoretical part of the thesis in forecasting the wind power ready-mixed concrete markets. For the principal, the thesis serves as a guideline in future wind power projects from the tender phase to the project production and completion phases. The principal can also utilize the research part of the thesis in projects other than wind power.

Keywords: project business, project process, project management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TUULIVOIMA JA KEHITYSNÄKYMÄT	7
2.1	Tuulivoima Suomessa	7
2.1.1	Tuulivoiman historiaa Suomessa	8
2.1.2	Tuulivoimaloiden sijoittuminen Suomessa	9
2.2	Tuulivoiman kehitysnäkymät.....	10
3	TUULIVOIMAHANKKEIDEN TOIMIJAT JA TOIMINTATAVAT SUOMESSA	12
3.1	Rakennuttajat ja hankekehittäjät.....	13
3.2	Tuulivoiman rakentajat.....	14
3.3	Valmisbetonitoimittajat ja niiden toimintakenttä	14
3.4	Tuulivoiman hankekehitys	15
4	VALMISBETONITUOTTEET TUULIVOIMAHANKKEISSA.....	15
4.1	Tuulivoimaloiden perustukset	16
4.1.1	Maanvarainen perustus (Gravitaatioperustus).....	16
4.1.2	Teräsbetoniperustus paalujen varassa	17
4.1.3	Kallioankkuroitu teräsbetoniperustus	17
4.2	Vaihtoehtoja tuulivoimaloiden perustusten betonituotantoon.....	18
4.2.1	Kiinteä asema	18
4.2.2	Mobiiliasema.....	19
4.2.3	Ultramobiiliasema	21
4.3	Valmisbetoni tuulivoimaperustuksissa	22
5	TOIMEKSIANTAJAN TAVOITTEET JA MENETELMIEN ESITTELY	22
5.1	Toimeksiantaja Lujabetoni Oy	22
5.2	Työssä käytettävät menetelmät	23
5.3	Projektiliiketoimintamalli.....	23
6	VALMISBETONITOIMITTAJAN TUULIVOIMAPROJEKTI	24
6.1	Projektin valmistelu.....	25

6.1.1	Tarjousvaihe	25
6.1.2	Projektiorganisaation valinta	26
6.1.3	Toimenkuvat projektissa	27
6.1.4	Vastuumatriisi	28
6.1.5	Alihankinta	29
6.2	Projektin toteutus	29
6.2.1	Ympäristölupa tai rekisteröinti ympäristösuojeluviranomaisille	30
6.2.2	Aloituspalaveri tilaajan kanssa ja tehtaan perustustyöt.....	31
6.2.3	Tehtaan toimitus ja pystytys.....	32
6.2.4	Työturvallisuus- ja perehdytysuunnitelmat tehtaalle.....	33
6.2.5	Projektin tuotanto.....	34
6.2.6	Laadunvalvonta	35
6.3	Projektin päättäminen	36
6.3.1	Tuotannon lopetus ja tehtaan purku	37
6.3.2	Loppuraportointi.....	37
7	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET.....	40
	KUVALUETTELO	VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.

1 JOHDANTO

Uusiutuvan energian merkitys Suomessa kasvaa. Tämä on näkynyt tuulivoimahankkeiden investointikehityksenä viimeisen viiden vuoden aikana. Vuonna 2021 Suomessa on luvitusvaiheessa useita tuulivoimapuistohankkeita. Samoin myös toimijoiden määrä tällä sektorilla on kasvanut merkittävästi. Erityisesti rakennuttajien ja hankekehittäjien määrä on lisääntynyt voimakkaasti. Nykyiset tuulivoimalahankkeet ovat pääasiassa markkinavetoisia. Tämä on suurin muutos tuulivoimahankkeissa viimeisen vuosikymmenen aikana, sillä aikaisemmin hankkeet olivat lähes poikkeuksetta julkisin varoin tuettuja.

Tämän työn toimeksiantaja on Lujabetoni Oy. Lujabetoni Oy on yksi Suomen suurimmista valmisbetonin toimittajista, sillä on pitkät perinteet rakennustuoteollisuudesta. Lujabetoni Oy toimittaa valmisbetonia tuulivoimaloiden perustuksiin. Valmisbetonin toimituksiin ja tuotteisiin löytyy eri ratkaisumalleja, millä tuulivoimaloiden perustuksia voidaan toteuttaa.

Tämän työn tavoitteena on ensin perehtyä yleisesti tuulivoimarakentamiseen Suomessa ja sen kehitysnäkymiin. Työssä tehdään myös katsaus tuulivoimahankkeiden keskeisiin toimijoihin. Lisäksi työssä perehdytään tuulivoimarakentamisen valmisbetonituotteisiin ja perustamistapoihin sekä valmisbetonituotteiden tuottamisen eri tehdastyypeillä.

Opinnäytetyön kehittämishankkeen tarkoitus on luoda yhtenäiset periaatteet valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin läpivientiin, aina projektin aloituksesta sen päättämiseen. Opinnäytetyössä määritellään toimeksiantajalle tuulivoimaprojektien toteutusmalli, joka sisältää sekä toteutusvaiheet että eri vaiheisiin liittyvät projektinhallintatoimenpiteet, mitkä ovat tärkeitä projektin läpiviemiseen. Tämän työn määrittelemää toimintamallia valmisbetonitoimittaja voi pitää runkona uusissa tuulivoimaprojekteissa ja myös muissa samankaltaisissa toimitusprojekteissa.

Kehittämishankkeessa käytettiin konstruktivistista lähestymistapaa ja toimintatutkimukselle tyypillisiä menetelmiä. Konstruktivistisen tutkimuksen periaatteiden mukaisesti työllä on selkeä tavoite eli uuden toimintatavan kehittäminen.

Toisaalta työn toteuttaja toimii myös itse tuulivoimaprojektien tarjouskilpailu-
tuksien parissa. Tämä sopii hyvin yhteen toimintatutkimuksen periaatteiden
kanssa, joissa korostuu pyrkimys vaikuttaa ja toisaalta tutkijan oma osallistu-
minen kehittämisen kohteena olevan toiminnan ja organisaation toimintaan.

Kehittämishankkeen tiedonkeruulähteinä toimivat tieteelliset julkaisut ja artik-
kelit, eri toimijoiden verkkojulkaisut, verkkoaineistot sekä viranomaisdokumen-
tit esimerkiksi tuulivoimahakkeiden YVA-menettelyt. Toimeksiantajan tuulivoi-
maprojektien tarjouskilpailut toimivat hyvänä havainnointikanavana kehittämis-
hanke osioon. Opinnäytetyön yleistietoutta täydensivät hankekartoituskyselyt
puhelimitse tuulivoimaprojektien eri toimijoiden kanssa, sekä haastattelut Luja-
betonin henkilöstön kanssa.

Opinnäytetyön rakenne on seuraava: Luvussa 2 tutustutaan tuulivoimaan, sen
historiaan ja kehitysnäkymiin Suomessa. Luvussa 3 käydään läpi tuulivoima-
hankkeiden toimijoita sekä sivutaan hieman tuulivoiman hankekehitystä. Lu-
vussa 4 tutustutaan tuulivoimaloiden eri perustamistapoihin ja niiden valmis-
betonituotantovaihtoehtoihin. Näiden lisäksi neljännessä luvussa käydään läpi
eri valmisbetonilaadut, joita käytetään tuulivoimaperustuksissa. Luvussa 5 on
toimeksiantajan tavoitteet ja menetelmien esittely. Luku 6 sisältää kehittämis-
hankkeen, jossa määritellään valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin eri
vaiheet ja pureudutaan niihin. Luvussa 7 on yhteenveto.

2 TUULIVOIMA JA KEHITYSNÄKYMÄT

Fossiilisen energiatuotannon ympäristövaikutukset ovat saaneet viime vuosina
paljon huomiota niin meillä Suomessa kuin muualla maailmassa. Päästöt, il-
mastomuutos ja luonnonvarojen väheneminen pakottavat meitä etsimään
kestäviä energiantuotantomuotoja, näistä suurimman huomion ovat saaneet
tuuli- ja aurinkovoima. Tässä työssä huomio on tuulivoimaloissa ja seuraa-
vaksi kuvataan tuulivoiman historiaa ja kehitystä. Samoin otetaan kantaa tuuli-
voimahankkeiden tulevaisuuden näkymiin.

2.1 Tuulivoima Suomessa

Tuulivoimarakentaminen on kiihtynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana
merkittävästi Suomessa. Vuonna 2020 Suomeen rakennettiin yhteensä 302

megawatin edestä tuulivoimaa. Tämä tarkoittaa 67 uutta tuulivoimalaa. 2020 vuoden lopussa tuulivoimakapasiteetti Suomessa oli 2 586 megawattia ja tuulivoimaloiden määrä 821 voimalaa. Näillä tuulivoimaloilla tuotettiin tuona vuonna yhteensä 7 788 gigawattituntia sähköä, mikä vastaa noin 12 prosenttia koko Suomen sähköntuotannosta. Suurin osa vuonna 2020 rakennetusta tuulivoimasta on markkinaehtoista, eli ei tuettua. (Suomen Tuulivoimayhdistys Ry 2021.)

2.1.1 Tuulivoiman historiaa Suomessa

Suomessa ei ole pitkiä perinteitä tuulivoimarakentamiselle. Suomen ensimmäinen isompi tuulivoimala rakennettiin vuonna 1986. Imatran voima rakensi sen Kopparnäsiin, se toimi koevoimalana, jonka teho oli murto-osa nykyisistä voimaloista. 1980-luvun lopussa rakennettiin muutama tuulivoimala vielä lisää, mutta käytännössä tuulivoimarakentaminen alkoi vasta 1990-luvulla. (Tiihonen 2019a.)

Vuonna 1996 kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) myönsi tuulivoimahankkeille 40 prosentin investointituen. Tämän seurauksena tuulivoimaan uskallettiin panostaa ja tuulivoimarakentaminen alkoi 1990-luvun alun hiljaiselon jälkeen piristyä. 2000-luvun alussa leikattiin tuulivoiman investointitukea rajusti. 40 prosentin tuesta siirryttiin 25 prosentin tukeen. Tämän johdosta investointien määrä käytännössä pysähtyi ja hankekartoitukset eri energiayhtiöiden puolelta laitettiin jäihin. (Tiihonen 2019.)

Vuosina 2003 - 2005 Suomen tuulivoimarakentaminen hieman piristyi, mutta hankkeiden aloitus oli verikkaista. Tämä johtui lähinnä raskaista lupamenettelyistä. Vuonna 2004 Suomen tuulivoima kapasiteetti kasvoi 58 prosenttia, mutta vuonna 2005 se laski 3 prosenttia. 2000-luvun puolivälissä tuulivoimahankkeet saivat valtion tukea ilmastostrategian johdosta noin 30 - 35 prosenttia. Vuoden 2005 Suomen sähköntuotannosta tuotettiin 0,2 prosenttia tuulivoimalla. (Tiihonen 2019.)

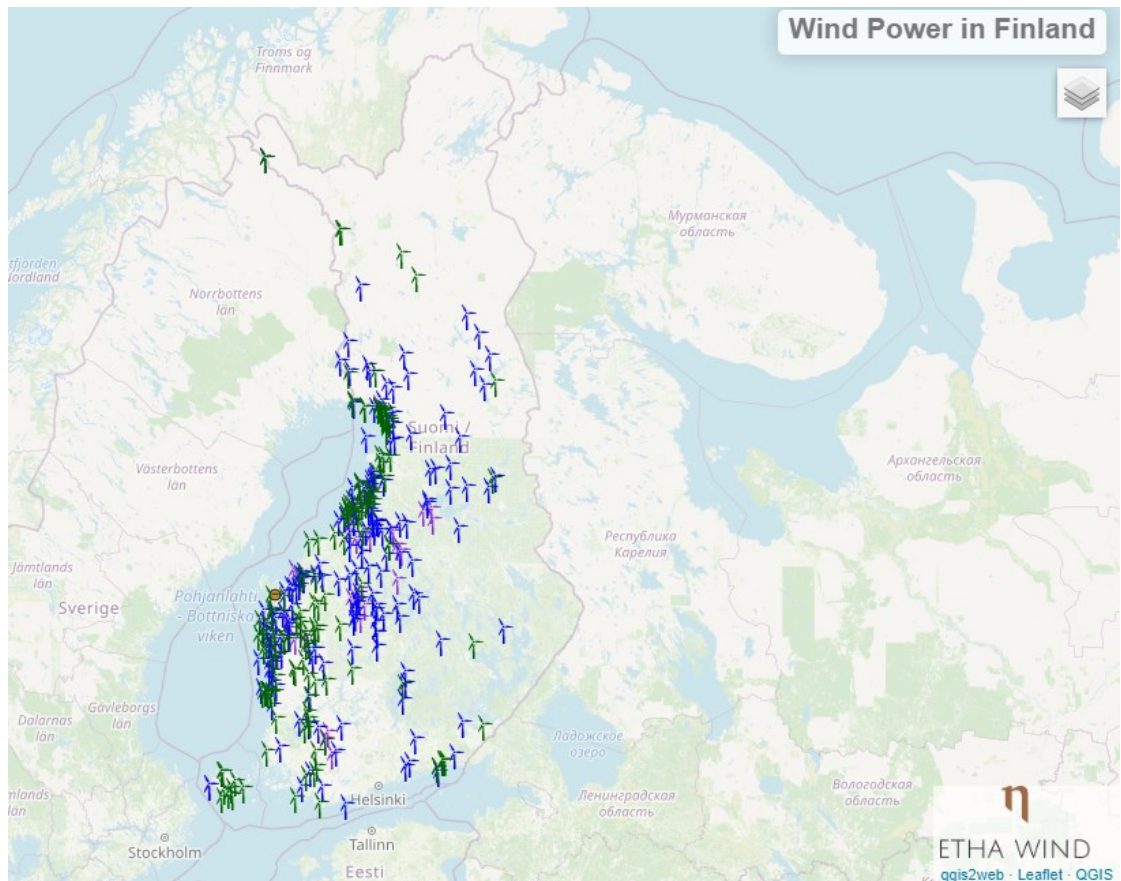
Vuonna 2009 Suomen tuuliatlas teki julkaisun, jonka avulla pystyttiin paremmin selvittämään tuuliolosuhteita tuulivoimalle. Se helpotti tuulivoimalle suostuisten alueiden etsintää. Atlas osoitti, että myös sisämaasta löytyi tuulivoimalle sopivia sijoituskohteita. (Mikkonen & Tiihonen 2019.)

2010-luvulla tuulivoimarakentaminen lähti nousuun, kun valtio alkoi tukea tuulivoimarakentamista niin sanotun syöttötariffijärjestelmän kautta. Tariffijärjestelmä tukee ekologisia energiamuotoja julkisilla varoilla ja sen avulla markkinoille tuli useampia toimijoita, sekä rakennettavien voimalaitosten koko kasvoi (Fortum Oy s.a.). Tuulivoimatuotanto oli vuonna 2011 kasvanut 481 gigawattituntiin ja tämä kattoi 0,6 prosenttia Suomen kokonaissähkönkulutuksesta (Mikkonen & Tiihonen 2019).

Teknologian kehittyessä tuulivoimasta on tullut viime aikoina markkinaehtoisesti kannattavaa, minkä vuoksi tukijärjestelmälle ei ole Suomessa tällä hetkellä enää tarvetta (Fortum s.a.). Tuulivoimaloiden syöttötariffijärjestelmä sulkeutui vuonna 2017. Kaikkiaan Suomessa oli vuoden 2019 lopussa 754 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskapasiteetti oli 2284 MW. Vuonna 2019 Suomen tuulivoimalat tuottivat sähköä 5,9 TWh, joka kattoi Suomen sähkönkulutuksesta noin seitsemän prosenttia. (Motiva Oy 2020.)

2.1.2 Tuulivoimaloiden sijoittuminen Suomessa

Suomessa tuulivoimalat sijoittuvat enimmäkseen Pohjois-Pohjanmaalle, Pohjanmaalle, Etelä-Pohjanmaalle, Lappiin ja Keski-Suomeen kuten kuvasta 1 voidaan todeta. Itä-Suomessa haasteita tuovat tuuliolosuhteet ja puolustusvoimien tutkien takia rajoitetut alueet (Lindroos 2020).



Kuva 1. Suomen tuulivoimakartta (Etha Wind Oy 2021)

Suomen tuulivoimalat ovat pääsääntöisesti sijoittuneet maalle, mutta tulevaisuudessa on suunnitteilla hankkeita, missä voimaloita voitaisiin rakentaa myös merelle. Tästä esimerkkinä on mm. Metsähallituksen kaavailema meritulivoimapuisto Korsnäsin edustalla Pohjanmaan rannikoille. Merellä ja rannikkoalueilla tuuliolosuhteet ovat yleensä hyvät ja sinne sijoitettavat voimalat voivat olla maalle sijoitettuja voimaloita huomattavasti tehokkaampia. (Pöntinen 2020.) Ahvenanmaan merialueille on suunnitteilla merkittävän kokoluokan tuulivoimahanke. Se sisältäisi noin 500 tuulivoimalaa ja sitä varten on varattu jo 1000 neliökilometriä merialueita Ahvenanmaan lähivesillä (Sandell 2021).

2.2 Tuulivoiman kehitysnäkymät

Suopea ilmapiiri vihreälle energialle auttaa tuulivoimahankkeita. Tämä on näkynyt uusien tuulivoimahankkeiden merkittävänä kasvuna 2020-luvulla. Tulevaisuudessa kehittyvä akkuteknologia lisää tuulivoiman kilpailukykyä sähköntuotannon vaihtoehtona. Akkuteknologian avulla tuulivoiman energiatuotanto katkot ei ole enää käänteentekevä ongelma. Eli teollisuusluokan sähkö-

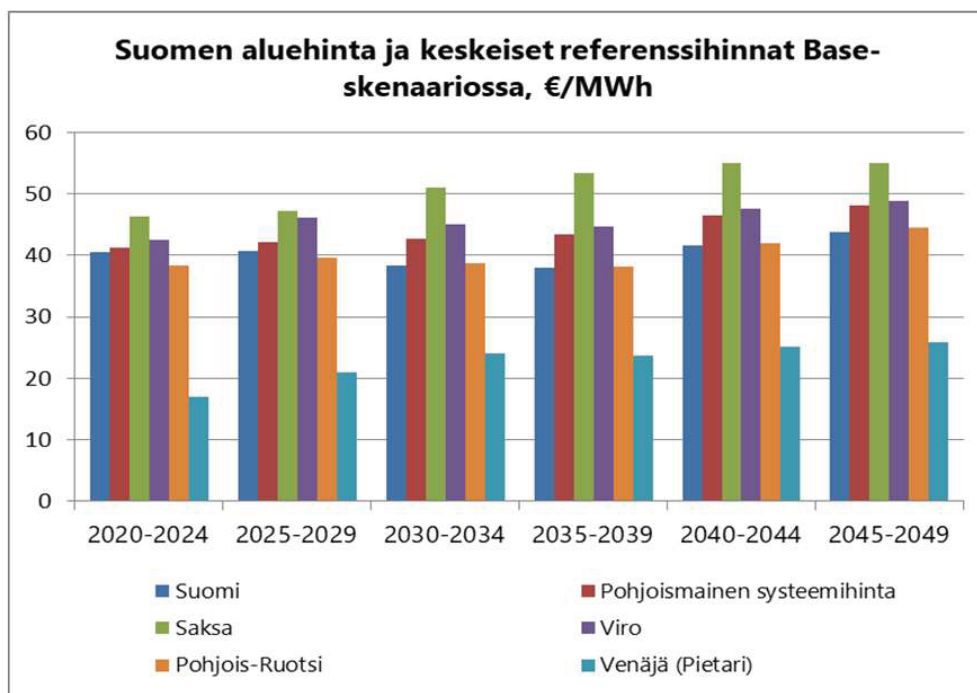
varastoilla pystytään syöttämään varastoitunutta sähköä verkkoon, kun tuulivoimalat eivät itsessään tuota energiaa. Akkujen ja tuulivoimaloiden nopeat säätöominaisuudet tukevat sähköverkon hallintaa jopa paremmin kuin perinteiset voimalaitokset. (Lampila 2019.)

Tuulivoimankehityksen jarruttava tekijä löytyy sähkön hinnoista. Suomen tuulivoimayhdisty Ry:n ja Gasum Portfolio Services Oy:n tekemässä selvitystyössä ennustetaan, että sähkön ylitarjonnan takia hinnat laskevat ainakin hetkellisesti ja se voi mahdollisesti jarruttaa investointi innokkuutta tuulienergiaan. Suomessa käyttöön otettava Olkiluoto 3 -ydinvoimala tuo lisäkapasiteettia sähkömarkkinoille eli lisää tarjontaa. Kuitenkin Ruotsissa on suljettu ja suunnitteilla sulkea ydinvoimaloita. Ringhals 2 suljettiin 2019 - 2020 vuodenvaihteessa, Ringhals 1 suljettiin loppuvuonna 2020, Oskarshamn 1 ja Oskarshamn 2 on suljettu jo aiemmin. Täten sähkön mahdollinen vienti Ruotsiin kasvaa. Tämä taas mahdollisesti tasapainottaa sähkön tarjontaa. Yhteenvetona selvitystyössä todettiin, että tulevaisuudessa sähkön tarjonnasta saattaa olla hetkellistä ylitarjontaa, mutta seuraavan vuosikymmenen aikana Suomen tuulivoimassa tapahtuu vielä voimakasta kasvua. (Visio 2030 2020.)

Selvitys pitää realistisena arviona, että Suomessa tuulituotantokapasiteetti nousee 7000 - 9000 MW:n tasolle vuoteen 2030 mennessä. Tällöin Suomen tuulivoimatuotanto vuositasona olisi noin 25 - 32 TWh. Tämä tarkoittaisi sitä, että 2020-luvun loppuun mennessä Suomen tuulituotantokapasiteetti olisi noin 2 – 3-kertainen vuoden 2020 kapasiteettiin nähden. (Visio 2030 2020.)

Työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannossa vuonna 2019 selvitettiin suomalaista sähköntuotantoa verrattuna muihin maihin, aina vuoteen 2050 asti. Tutkimuksessa todettiin, että suomalainen sähköntuotanto lisääntyy ydin- ja tuulivoimainvestointien myötä yli 30TWh ensi vuosikymmenen loppuun mennessä. Selvitys ennusti myös, että kun kulutuksen kasvu on samaan aikaan noin viidennes tästä, laskee tuontisähkön tarve ja Suomesta tulee sähkön nettoviejä. Suomen ennustetaan säilyvän sähkön nettoviejänä kunnes nykyisen ydinkapasiteetin ikääntyminen 2040-luvun lopulla kääntäisi Suomen jälleen sähkön nettotuojaksi. Muihin naapurimaihin suhteessa selvityksessä mainittiin, että Suomi on koko tarkastelujakson sähkön nettotuojana Venäjältä ja Norjasta. Suh-

teessa Viroon Suomi säilyisi nettoviejänä. Ruotsin suhteen selvityksessä katsotaan, että Suomi on sähkön nettotuojana ensi vuosikymmenen lopulle, minkä jälkeen vaihto Ruotsin kanssa mahdollisesti muuttuu nettovienniksi. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.) Kuvassa 2 on verrattu muiden maiden sähköntuotantoa, aina vuoteen 2050 asti.



Kuva 2. Suomen aluehinta skenaario vuoteen 2050 asti (Työ- ja elinkeinoministeriö 2019)

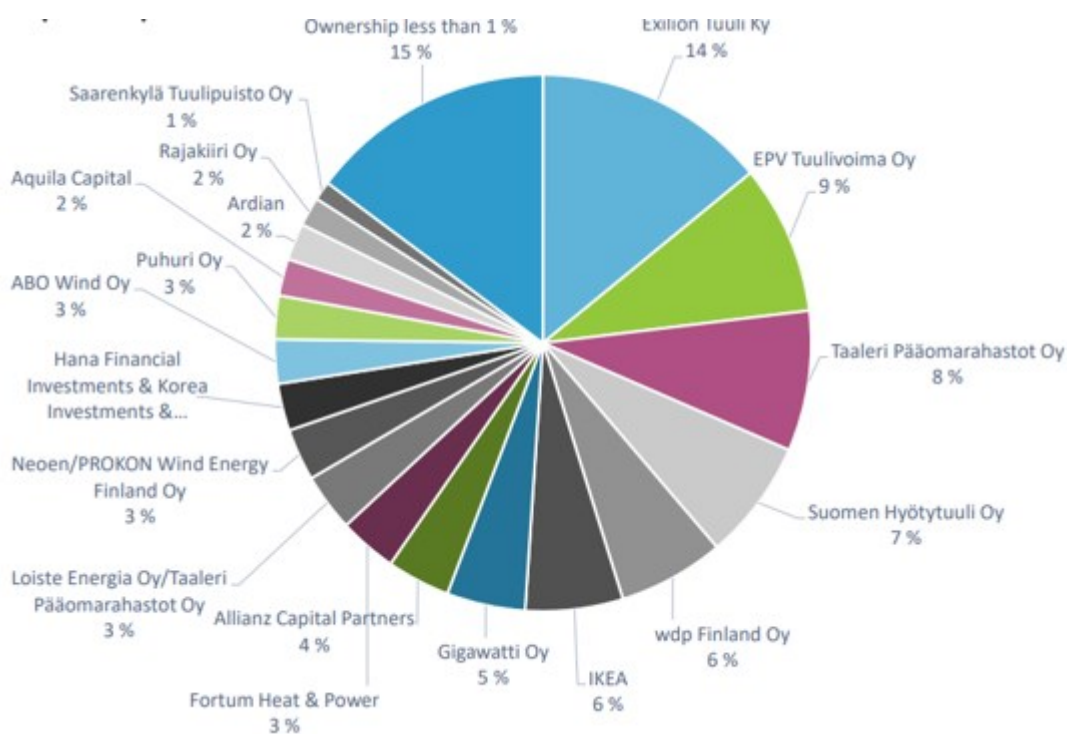
3 TUULIVOIMAHANKKEIDEN TOIMIJAT JA TOIMINTATAVAT SUOMESSA

Tuulivoimaa rakennettaessa on toimijoita paljon. Viranomaispuolelta lupaprosesseissa ovat mukana mm. kunnan rakennusvalvontaviranomaiset, kunnan ympäristönsuojeluviranomaiset ja Trafli (Ympäristöministeriö 2016). Näiden lisäksi tuulivoimahankkeille vaaditaan puolustusvoimien tuulivoimalalausunto (Puolustusvoimat s.a.). Edellä mainittujen toimijoiden lisäksi on myös hyvä mainita paikalliset maanomistajat ja asukkaat, joiden elämään tuulivoima voi vaikuttaa. Tässä luvussa kuitenkin keskitytään lähinnä rakennuttajien, hankekehittäjien, rakentajien sekä valmisbetonitoimittajien rooleihin hankkeiden toteuttamisessa.

3.1 Rakennuttajat ja hankekehittäjät

Tariffituen päättymisen on tuonut suomalaisille tuulivoimamarkkinoille paljon ulkomaalaisia toimijoita. Näistä suurimpia olivat vuonna 2019 ranskalais-saksalainen Neon & Prokon (PROKON Wind Energy Finland Oy) ja saksalainen WPD, joka toimii Suomessa nimeltä WPD Finland Oy (Salonen 2020). Suurimpia suomalaisomisteisia yhtiöitä Suomessa ovat Exilion Tuuli Ky, minkä suurimpina omistajina ovat suomalaiset eläkevakuutusyhtiöt (Exilion s.a.) ja EPV Tuulivoima Oy, jonka suurimpina omistajina on suomalaiset energiayhtiöt (EPV Energia Oy s.a.).

Suurimpia tuulivoiman hankeomistajia ovat Suomessa tällä hetkellä mm. seuraavat yritykset Wpd Finland Oy, OX2, EPV Tuulivoima Oy, Ilmatar, Windpower Oyj, Prokon Wind Energy Finland Oy, Rajakiiri Oy, Suomen Hyötytuuli Oy, Megatuuli Oy, Puhuri Oy, Energiequelle Oy, Fortum Heat & Power Oy ja YIT Suomi Oy (Suomen Tuulivoimayhdistys Ry & FCG Finnish Consulting Group Oy 2021). Kuvassa 3 on esitetty tuulivoimalaomistajien osuudet kumulatiiviseen kapasiteettiin nähden.



Kuva 3. Eri omistajaorganisaatioiden osuus kumulatiivisesta tuulivoimakapasiteetista (Suomen Tuulivoimayhdistys Ry ja FCG Finnish Consulting Group Oy 2021)

3.2 Tuulivoiman rakentajat

Rakennuttaja voi pilkkoa tuulivoimahankkeet erilaisiin hankekokonaisuuksiin. Monesti infran rakentaminen eriytetään omaksi urakaksi ja tuulivoimala, pystytyksineen omaksi urakaksi. Tuulivoimalan pystytyksen voi hoitaa tuulivoimalatoimittaja. Infran rakentamiseen yleensä kuuluu tiestön, puiston sisäisen sähkönsiirron verkko, sähköasemien ja asemarakennuksien, voimaloiden asennuskentän ja tuulivoimaloiden perustuksien rakentaminen (Ympäristöhallinto 2014). Näiden lisäksi hankkeisiin kuuluu voimalinjojen rakentaminen alue- ja kantaverkkoon, josta vastaa joko Fingrid Oy tai paikalliset jakeluverkon toimijat (Fingrid Oy s.a.).

Tuulivoimalahankkeiden Suomalaisia rakennusyhtiöitä ovat mm. seuraavat: YIT Suomi Oy, Keski-Suomen Betonirakenne Oy (KSBR), Suvic Oy, Destia Oy, Skanska Infra Oy ja Suomen Maastorakentajat Oy, Infra Builders Oy (ent. NCC:n tuulivoima yksikkö), Nobe Oy, Enersense Oy ja AB Tallqvist Oy.

3.3 Valmisbetonitoimittajat ja niiden toimintakenttä

Valmisbetonin myynti suomessa on kovin kilpailtua. Suomen markkinoiden koon nähden on valmisbetonitoimittajia paljon. Varsinkin kasvukeskuksissa eri toimijoita on paljon. Tuulivoimahankkeissa kuitenkin tilanne on vielä toinen. Kukaan isoista alan toimijoista ei ole vielä aggressiivisesti lähtenyt näille markkinoille.

Tuulivoimaperustuksissa käytettävä betoni on suurimmilta osin tuotettu kiinteillä valmisbetoniasemilla. Markkinoilla on tullut kuitenkin muutosta, kun eri valmisbetonitoimittajat ovat investoineet liikuteltaviin mobiiliasemiin. Tämä on rikkonut perinteistä kilpailutilannetta, jossa kiinteiden tehtaiden sijainti on määrännyt mahdollisen kilpailuedun.

Valmisbetonitoimittajia tuulivoimaprojekteissa ovat muun muassa Rudus Oy, Lujabetoni Oy, Ruskon Betoni Oy (JA-KO Betoni Oy ja Napapiirin Betoni Oy), Swerock Oy ja Kymppibetoni Oy (Betoniteollisuus Ry s.a.).

3.4 Tuulivoiman hankekehitys

Tuulivoimahankkeet ovat kompromisseja eri toimijoiden välillä. Niissä pyritään yhteensovittamaan toimijoiden eri intressit ja saamaan aikaan vuoropuhelua. Tuulivoiman hankekehitykseen kuuluvat muun muassa suunnittelu, maanvuokraus ja neuvottelut maanomistajien kanssa, mittaukset, ympäristövaikutusten arviointi (YVA-menettely), projektin järjestelyt, luvat ja kaavoitussopimusten tekeminen. (YIT Suomi Oy s.a.)

Tuulivoimahankkeet käynnistyvät yleensä esiselvityksellä ja alueen etsinnällä. Esiselvityksessä kartoitetaan sopivien sijoituskohteiden tuuliolot, infrastruktuuri, maankäyttö ja ympäristö. Kun sopivat sijoituspaikat hahmottuvat neuvotellaan kunnan sekä alueen maanomistajan kanssa. Kun paikka on löytynyt, pyydetään puolustusvoimilta lausunto tuulivoimaloiden rakentamista koskien. Samoihin aikoihin voidaan aloittaa tuulimittaukset ja alustavat neuvottelut verkonhaltian kanssa. ELY-keskukselta pyydetään päätöstä, tarvitseeko kyseessä olevassa hankkeessa soveltaa ympäristövaikutusten arviointimenetelyä. Nykyään myös kaava voidaan laajentaa siten, että se täyttää YVA-lain vaatimukset. Vaikka YVA tehtäisiin erikseen, niin se kannattaa viedä kaavoituksen kanssa läpi samaan aikaan. Silloin esimerkiksi kuulemistilaisuudet voidaan järjestää samaan aikaan. Kuulemisien ja kaavoituksen jälkeen aloitetaan lopulliset neuvottelut verkonhaltian kanssa. Samalla haetaan lopulliset luvat (esim. rakennuslupa), tehdään verkkoliityntäsopimus ja aloitetaan maanrakennustyöt. Voimaloiden hankinnan jälkeen voidaan aloittaa loput rakennustyöt. (Suomen Tuulivoimayhdistys Ry 2021.)

4 VALMISBETONITUOTTEET TUULIVOIMAHANKKEISSA

Suomessa on lyhyessä ajassa vakiintuneet ne menetelmät, joilla tuulivoimaloita perustetaan. Tämä johtuu lähinnä Suomen maastosta ja rakentamisolosuhteista. Tässä luvussa käydään läpi tuulivoimaloiden perustuksia, niissä käytettyjen betonien eri tuotantovaihtoehtoja sekä niissä käytettyjä betoneita.

4.1 Tuulivoimaloiden perustukset

Maalle rakennettavissa tuulivoimaloissa on kaksi eri perustamisvaihtoehtoa. Niissä voidaan käyttää joko maanvaraista betonilaattaperustuksia tai kalioankkuroituja perustuksia (Itä-Uudenmaan liitto & Kymenlaakson liitto 2005). Maanvaraisia perustuksia on erimuotoisia ja erilaisia. Maanpohjaolosuhteet vaikuttavat perustamistapaan ja ne valitaan maaperäselvityksien avulla (Ympäristöhallinto 2014).

4.1.1 Maanvarainen perustus (Gravitaatioperustus)

Maaperän ollessa tarpeeksi kantavaa, voidaan tuulivoimala perustaa maanvaraisesti. Maaperän kantavuuden pitää riittää, jottei synny painumia maahan. Pintamaat poistetaan ja maahan kaivetaan n. 1,5 - 5 metrin syvyinen kaivanto, johon perustus tehdään mursketäytön päälle (Ympäristöhallinto 2014). Perustukset ovat noin 20 - 25 m halkaisijaltaan ja 1 - 3 metriä korkeudeltaan (voivat olla myös isompia). Betonia maanvaraiseen perustaan menee noin 400–800 m³. Joissakin tapauksissa betonia voi mennä yli 800 m³. Raudotteita perustukseen menee noin 40 - 80 tonnia. (EPV tuulivoima Oy 2011.) Kuvassa 4 on kuva maanvaraisesta tuulivoimaperustuksesta.



Kuva 4. Maanvarainen tuulivoimaperustus (Engineer News 2014)

4.1.2 Teräsbetoniperustus paalujen varassa

Kun maan kantokyky ei ole riittävä ja tarvittavat kitkamaat ovat niin syvällä, ettei niin syvälle ole taloudellista kaivaa, ovat paaluperustaiset perustukset järkevin vaihtoehto. Paaluperustuksissa pintamaat poistetaan ja perustuksen pohjalle ajetaan murskearina, jonka läpi paalut lyödään. Paalutyyppejä ja kokoja on erilaisia ja niiden asennustavat poikkeavat toisistaan. Paalujen koko ja tyyppi perustuvat pohjatutkimustuloksiin. Pääsääntöisesti voidaan puhua lyönti- ja porapaaluista käytettävän asennusmenetelmän mukaisesti. Paalutuksen jälkeen paalujen päälle valetaan teräsbetoniperustus. Tietyissä tapauksissa paalutettu perustus saattaa olla pienempi kuin gravitaatioperustus. (EPV tuulivoima Oy 2011.)

4.1.3 Kallioankkuroitu teräsbetoniperustus

Silloin kun kallionpinta on lähellä tai näkyvässä voidaan tuulivoimalan perustamisessa käyttää kallioankkuroitua teräsbetoniperustusta (engl. direct anchoring). Peikko Oy oli ensimmäisenä maailmassa ottamassa tätä perustamistapaa käyttöön. Kallioankkuroidussa perustuksessa louhitaan kallioon perustukselle pohja ja siitä porataan kallioon reiät teräsankkureita varten. Näihin reikiin pujotetaan 12 metriä pitkät kalliopultit, joita voi tulla perustukseen noin 40 - 60 kappaletta. Kallioankkuroituun perustukseen menee vähän betonia eli noin 20 m³ per perustus (Paalatie 2019). Kuvassa 5 on Proplaten esitekuva kallioankkureista heidän verkkosivuiltaan.



Kuva 5. Kallioankkuroitu tuulivoimaperustus (Proplate s.a.)

4.2 Vaihtoehtoja tuulivoimaloiden perustusten betonituotantoon

Tuulivoimaprojekteissa riittävä betonin saanti on kriittinen osa projektia. Laskelmien kautta on selvitettävä projektin betonitarpeen kokonaismäärä ja tämän lisäksi on otettava huomioon ilmasto, maasto ja logistiikka. Näiden perusteella voidaan arvioida, onko betonin toimitus projektille kannattavampaa kiinteältä valmisbetoniasemalta vai onko järkevää investoida siirrettävään mobiili-asemaan (Tuomikko 2016). Seuraavassa on tarkasteltu kolmea valmisbetonin toimitusvaihtoehtoa tuulivoimalatyömaalla. Nämä vaihtoehdot ovat: perinteinen kiinteiltä asemilta toimitettu betoni, siirrettäviltä mobiiliasemilta toimitettu betoni ja ultramobiiliasemilta toimitettu betoni.

4.2.1 Kiinteä asema

Perinteisen kiinteältä asemalta toimitetun betonin vahvuuksiin kuuluu ennalta sovitut ja kilpailutetut raaka-ainetoimittajat, sekä kiinteät sähkö- ja vesiliittymät. Myös henkilöstö on asemilla vakinainen ja erillisiin rekrytointeihin ei tarvitse lähteä. Lisäksi kuljetus- ja pumppauskumppanit ovat ennalta sovittuja ja toimintaympäristö näiden osalta tuttua. Heikkouksiin kuuluu se, että projektit pitää olla lähialueilla, ja tämä rajoittaa tarjottavien kohteiden määrää. On lähinnä

sattuman kauppaa, jos valmisbetoniasema sattuu olemaan tuulimylykohteiden lähetyvillä. Näin ollen esimerkiksi liikenneruuhkat vaikuttavat toimituksiin herkemmin. Samoin myös betonin kuljetusmatkat kohteesta riippuen voivat venyä pitkiksi, kun ei päästä lähemmäksi kohdetta. Tämä taas tuo lisäkustannuksia. Kiinteällä asemalla myös tuotetaan betonia muihin kohteisiin kuin tähän yhteen hankkeeseen. Näin ollen tehtaan tuotantokyky täytyy varmistaa ja mahdolliset häiriöt tuotannossa pitää ottaa huomioon projektin suunnittelussa (Tuomikko 2016). Kuvassa 6 on Lujabetoni Oy:n kiinteä valmisbetoniasema Tampereelta.



Kuva 6. Lujabetoni Oy:n kiinteä valmisbetoniasema

4.2.2 Mobiiliasema

Mobiiliasema turvaa betonin tasaisen saannin projektille. Mobiiliaseman vahvuuksiin kuuluu sen liikuteltavuus. Varsinkin isoissa tuulivoimalapuistoissa asema voidaan sijoittaa siten, että siltä voidaan palvella useampaa tuulivoimalakohdetta ja hankkeen edetessä asema voidaan siirtää toiseen paikkaa. Näin betonin kuljetusmatka pysyvät kohtuullisina ja lisäkuljetuskapasiteettia ei tarvitse käyttää. Esimerkiksi jos koko tuulivoimalapuistossa on 60 tuulimylyä, niin mobiiliasemalta voidaan valaa vaikka 20 tuulimylyä ja siirtää asema sen

jälkeen suotuisempaan paikkaan. Mobiiliaseman liikuteltavuus on vahvuus, mutta myös samalla heikkous. Mobiiliasema tarvitsee vettä ja sähköä toimiakseen. Sähkö on mobiiliasemille helppo järjestää aggregaatein, mutta veden saanti voi olla maaperästä ja ympärillä olevasta infrasta riippuen epävarmaa. Tämä rajoittaa hieman mobiiliaseman sijoittelua. Veden tuonti asemalle järkevästi käytännössä tarkoittaa porakaivojen tekemistä aseman viereen tai veden tuomista säiliöautoin. Keskimäärin gravitaatioperusteisen (n. 800 m³) tuulivoimalan anturaan menee n. 160 - 200 m³ vettä. Tämä karkeasti tarkoittaa n. 8 säiliöautoa. Jos samalta asemalta aiotaan valaa esimerkiksi 20 gravitaatioperusteista tuulivoimalaa, se tarkoittaa 160 säiliökuormaa. Eli näillä esimerkeillä on taloudellisesti ajateltuna kannattavaa pyrkiä vesi saamaan lähistöltä tehtaalle. Mobiiliaseman pystytys kestää kokonaisuudessaan 1–2 viikkoa, riippuen siitä minkälaiseen ympäristöön ja minkälaisia massoja sillä meinataan tuottaa. Itse aseman asennukseen ei mene kuin 3 - 8 päivää (Tuomikko 2016). Mikäli maaperä tehtaan alla ei ole tarpeeksi kantavaa, on syytä harkita paalutusta tehtaan alle. Perustamistavat selvitetään ennen tehtaan pystytystä esimerkiksi pohjatutkimuksilla. Kuvassa 7 on Lujabetonin siirrettävä mobiiliasema Lahdesta. Kyseessä oleva mobiiliasema toimi Lahden ohitustiehankeessa.



Kuva 7. Lujabetoni Oy:n siirrettävä mobiiliasema kiinteän aseman takana

4.2.3 Ultramobiili-asema

Suomessa ei ole totuttu näkemään ultramobiili-asemia. Ultramobiili-aseman ehdon vahvuus on sen helppo liikuteltavuus ja pystytys. Eri valmistajien mukaan tällaisen aseman saa pystyyn ja toimintakuntoon noin 2 päivässä. Ultra-asemia käytettäessä betonin toimituskustannukset pystytään painamaan hyvin pieneksi ja teoriassa jopa nolliin, jos asemalta valetaan suoraan tuulivoimalan perustus. Tämä teoriassa tarkoittaisi, sitä että asema syöttäisi betonia suoraan kuljetuspumppuun, mikä pumpppaisi sen kohteeseen tai että betoni syötettäisiin jonkun tyyppiseen väliastiaan, josta se pumpattaisiin kohteeseen. Tämän kaltaisia ratkaisuja ei kuitenkaan Suomessa ole totuttu näkemään. Ultramobiili-asemat eivät käytännössä pysty toimimaan kylmissä olosuhteissa, koska niihin on hankala rakentaa runkoaineksen lämmitysmekanismia (turboa) tai rakentaminen vaikuttaisi niiden käyttöominaisuuksiin. Ultra-asemissa on myös samoja heikkouksia, kuin mobiili-asemissa. Eli veden saanti kohteeseen voi olla rajoittava tekijä niiden käytölle. Ultra-asemilla on myös hankalampi tehdä vaativimpia massoja, mitkä vaativat eri lisäaineita, esimerkiksi masuunikuonaa. Tämä sen takia, koska niiden silokapasiteetit ovat yleensä rajatut. Ultra-asemien tehtaan betonivalmistus tuotto on myös pienempi, kuin valmisbetoni asemilla tai mobiili-asemilla. Tämä pidentää yhden tuulivoimalaperustuksen valutöiden kestoa ja sitä kautta lisää kustannuksia. (ELKON Polska Sp .s.a.) Kuvassa 8 on esitetty Elkonin ultramobiili-asema.



Kuva 8. Elkon Ultramobiili-asema

4.3 Valmisbetoni tuulivoimaperustuksissa

Pääosa tuulivoimaperustuksesta valetaan yleensä säänkestävänä, tavallista hitaammin kovettuvana C35/45-betonilla, jonka rasitusluokka on XC1. Tai vaihtoehtoisesti C30/37-betonilla, minkä rasitusluokka on XC2. Kooltaan isoissa betonivaluissa on suositeltavaa käyttää betonin seassa masuunikuonaa, mikä hidastaa betonin kovettumista ja pienentää sen maksimi lämmöntuottoa. Tällöin on suositeltavaa miettiä, että betonin arvosteluikä olisi 56 tai 91 vuorokautta tyypillisen 28 vuorokauden sijaan. Tällöin voidaan varmistua siitä, että betoni on tuottanut lujuutta tarpeeksi puristuspäivään mennessä, eli sen puristuslujuus täyttää vaadittavat arvot. (Tompuri 2021.)

Valutyön aikana massan lämpötilaerot saavat olla vain noin $\pm 20^{\circ}$ C astetta. Kaulusvaluissa taas käytetään C45/55-luokan betonia (tai C55/67, XC2), mikä on lujuusluokaltaan hieman suurempaa kuin pääosan perustuksessa käytetty betoni. (Kiviniemi 2014)

5 TOIMEKSIANTAJAN TAVOITTEET JA MENETELMIEN ESITTELY

Tässä luvussa esitellään työn toimeksiantaja Lujabetoni Oy ja sen liiketoiminnassa meneillään olevat muutokset. Lisäksi työssä kuvataan kehityshankkeen keskeisiä menetelmiä ja niiden soveltamista.

5.1 Toimeksiantaja Lujabetoni Oy

Lujabetoni Oy on yli 65 vuotta vanha suomalainen perheyrittys, joka keskittyy betoniteollisuuteen. Se kuuluu Luja-konserniin, johon kuuluu myös Lujatalo Oy ja Fescon Oy. Lujabetonin liikevaihto on noin 193 miljoonaa euroa ja Lujabetonilla työskentelee yli 800 ihmistä. Lujabetoni toimii Suomen lisäksi Ruotsissa ja Venäjällä. Tehtaita Lujabetonilla on Suomessa 24 kappaletta.

Lujabetoni Oy on viime vuosina siirtynyt lähemmäksi palvelu- ja projektiliiketoimintamallia, eli perinteisestä valmisbetoninmyynnistä (tuoteliiketoiminnasta) on siirrytty ja siirtymässä kohti kokonaisvaltaisempaa palveluntarjontaa, jossa

markkinoilla perinteistä valmisbetonin myyntiä täydennetään erilaisilla palveluratkaisuilla. Näistä hyvinä esimerkkeinä voidaan pitää liikuteltavia valmisbetonitehtaita sekä kattavaa betonin toimitusmallia, jossa työn toteutus on sisällytetty kauppaan. Palvelu- ja projektiliiketoimintamallissa Lujabetoni ei pelkäänsä ole tuottamassa valmisbetonia asiakkaille, vaan on myös osana projektien tai hankkeiden suunnittelua sekä tarjoamassa erityyppisiä ratkaisuvaihtoehtoja. Esimerkkejä tällaisesta ovat muun muassa paikallavalu holveista aina lattiatasoitetyypisiin ratkaisuihin, joissa asiakas voi valita projektilleen haluamansa tuotteen ja palvelun. Tuulivoimaprojektit osuvat hyvin tähän Lujan uuteen palvelutarjontakonseptiin.

5.2 Työssä käytettävät menetelmät

Tämä työ on toteutettu konstruktivisena tutkimuksena. Konstruktivinen tutkimuksen periaatteiden mukaisesti pyrin tuottamaan uusia, innovatiivisia ratkaisuja tarkasteltavaan reaali maailman ongelman eli luoda yhtenäiset periaatteet valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin läpivientiin, aina projektin aloituksesta sen päättämiseen.

Työn konkreettinen tuotos on siis toimintamalli, joka kuvaa projektiliiketoimintaa harjoittavien yritysten tapaa toimia. Tätä projektiliiketoimintamallia ja sen soveltamista betoniliiketoimintaa valotetaan seuraavaksi.

5.3 Projektiliiketoimintamalli

Projektiliiketoiminnan voi kuvailla olevan johdettua ja tavoitteellista toimintaa, minkä pitäisi palvella yrityksen päämäärien saavuttamista (Arto ym. 2006, 3) Projektit koostuvat joukosta tehtäviä ja ne ovat ainutlaatuisia kokonaisuuksia, joilla on alku ja loppu (What is a business project 2021).

Tuulivoimaprojektien liiketoimintamalli valmisbetonitoimittajan näkökulmasta on sellainen, missä se pyrkii kehittämään ratkaisu-, palvelu- ja tarjousmallin, mitä asiakas voi hyödyntää tulevissa hankkeissa ja valmisbetonitoimittaja pääsisi tuottamaan näitä palveluita. Projektiliiketoimintamallissa valmisbetonitoimittajalla on käytössään kaavailtu ydintyöryhmä, minkä olisi tarkoitus siirtyä hankkeilta ja projekteilta toisille. Tämä ydintyöryhmä koostuu toimihenkilöiden osalta pääsääntöisesti omasta henkilöstöstä, mahdolliset betonityönjohtajat

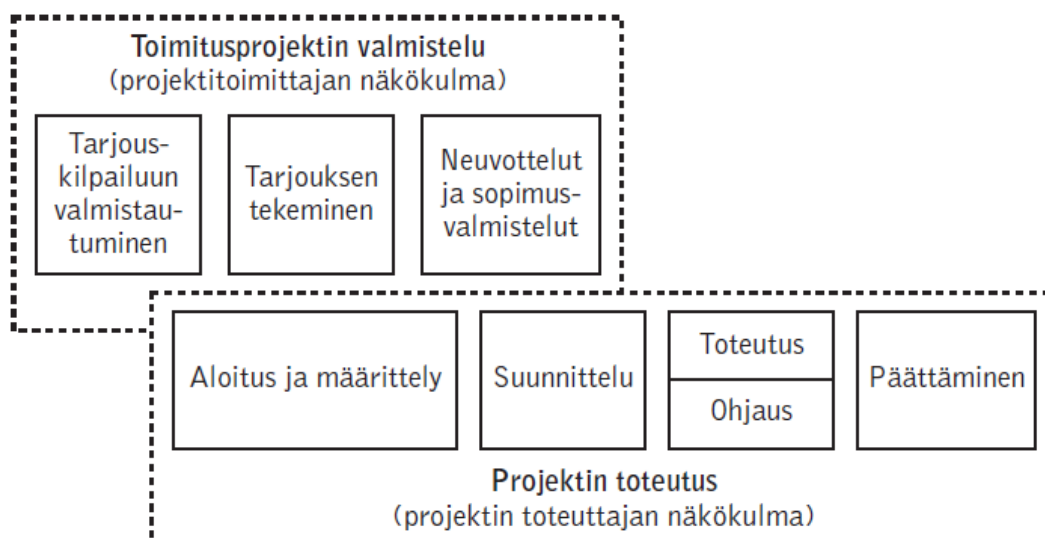
pois lukien, jotka voidaan hankkia yrityksen ulkopuolelta. Omaa kuljetus- ja pumppauskalustoa voidaan harkita hankittavaksi projektille tai vaihtoehtoisesti nämä toiminnot voidaan ulkoistaa. Aseman henkilöstö pyritään saamaan yrityksen sisältä, mutta ensimmäisten voimaloiden betonitoimituksiin on hyvä myös harkita ulkopuolisia työntekijöitä, joilla pystytään mahdollisesti tulevaisuudessa turvaamaan työn saatavuus.

Projektiliiketoimintamallissa betonin valmistuksen, toimituksen ja pumppauksen lisäksi on mahdollista tarjota seuraavia palveluita:

- valutyö
- betonityönjohto
- raudoitustyö (rautoineen)
- muottityöt (muotteineen)
- betonin laadunvalvonta.

6 VALMISBETONITOIMITTAJAN TUULIVOIMAPROJEKTI

Tässä luvussa luodaan opinnäytetyön kehittämishankkeen tavoitteen mukaisesti yhtenäiset periaatteet valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin läpivientiin aina projektin aloituksesta päättämiseen. Valmisbetonituottajan näkökulmasta tuulivoimaprojektin voi jakaa karkeasti kolmeen vaiheeseen, jotka ovat projektin valmistelu-, projektin toteutus- ja projektin päättämisvaihe. Nämä kolme vaihetta voidaan toteuttaa osittain päällekkäin. Kuvassa 9 on esitetty esimerkki projektin toteutuksesta.



Kuva 9. Projektin vaiheet (Artto ym. 2006)

6.1 Projektin valmistelu

Valmisteluvaiheessa on hyvä muistaa, etteivät kaikki projektit toteudu, koska tilaaja päättää kenen yrityksen tarjoukset se hyväksyy. Siten ymmärretään, kuinka paljon resursseja on hyvä varata esimerkiksi tiettyjen tuulivoimaprojektien tarjouksen tekemiseen. Ennen tarjousvaihetta tulee olla suunniteltuna, millä konseptilla kyseessä olevia hankkeita lähdetään tarjoamaan ja toteuttamaan. Näissä suunnitelmissa on tärkeintä ymmärtää millaisilla resursseilla tämän kaltaisia hankkeita pystytään viemään läpi. Valmistelussa on tärkeitä, että on ennalta käyty läpi projektin tavoitteet, sisältö, toteutustavat ja resurssit. Valmisteluvaiheessa on myös hyvä käydä läpi tiettyjä projektin yksityiskohtia. Tässä vaiheessa voidaan tarkastella, onko kannattavaa tarjota kohteeseen tiettyjä osia. Tästä esimerkkinä valutyöt tai tietyt materiaalit, esimerkiksi raudoitteet. Tilaajalla voi itsellään olla resurssit tai muut jo hankittuna tai sovituna. (Projektin vaiheet ja elinkaari 2020.)

Konkreettisesti nämä suunnitteluvaiheet voidaan jakaa seuraavasti (Projektin suunnittelu 2012):

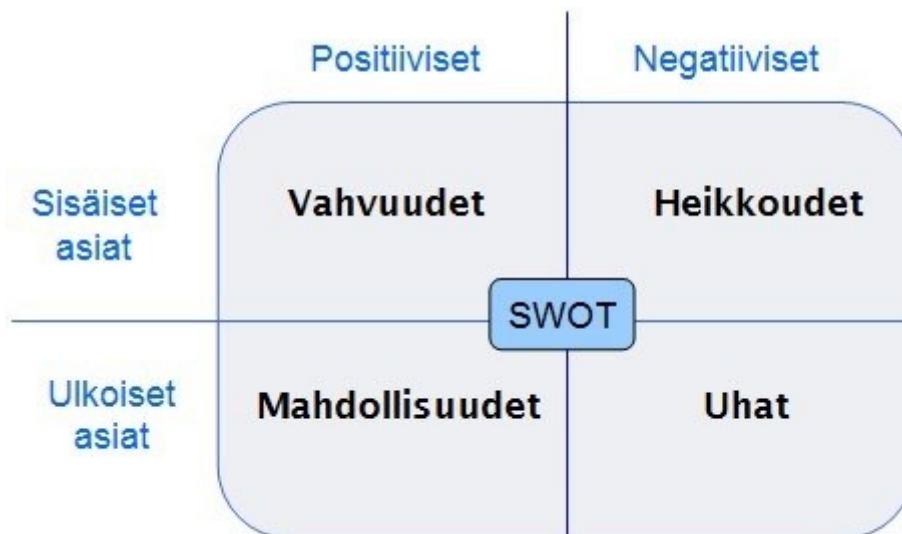
- Minkälaiset tuotto-odotukset projektille asetetaan?
- Mitä projektilla tehdään esim. betonin valmistus, kuljetus, pumppaus, laadunvalvonta, valutyöt ja mahdollisesti muotti työt tai raudoitustyöt?
- Millä aikataululla olisi yrityksen omat resurssit valmiina projektia varten ja milloin ne olisi hyvä saada projektilta pois seuraaviin hankkeisiin?
- Millä aikataululla mobiiliasemat olisivat projektille saatavissa ja miten se pystytään yhteen sovittamaan tilaajan aikatauluun?
- Onko toimitus valmisbetonitehtaalta vai mobiiliasemalta?
- Ketkä ovat hankkeen yhteistyökumppanit?
- Millä toimitavoilla ja johtamisperiaatteilla projektissa toimitaan? Onko hankkeella vain yksi projektipäällikkö, joka vastaa koko hankkeesta, vai jaetaanko vastuut vaikka kahdelle henkilölle seuraavasti:
 - Materiaalin hankinnoista, tehtaan pystytyksestä, betonin valmistuksesta, kuljetuksesta ja pumppauksista vastaava henkilö
 - Työn toteutuksesta ja aikataulutuksen yhteensovituksesta vastaava henkilö.

6.1.1 Tarjousvaihe

Tarjousvaiheessa määritellään kannattaako tulevaa projektia tarjota. Tarjousvaihe on projektin kriittinen vaihe. Mikäli ei ole selvitetty projektin lähtökohtia ja vaatimuksia tarpeeksi tarkasti, on riskinä, ettei projekti onnistu halutulla tavalla

ja halutussa budjetissa. Tämän takia olisi hyvä, että projektin vetäjä (projektipäällikkö) osallistuu tarjousvaiheeseen (Proha Oy 2019).

Tarjousvaiheen määrittelyn työkaluna voidaan hyödyntää SWOT-analyysia. SWOT-analyysi (lyhenne vahvuuksista, heikkouksista, mahdollisuuksista ja uhista) toimii työkaluna, jolla organisaatio tai henkilö voi arvioida tilannetta, mistä luodaan strategia, mikä parantaa kilpailuetua suhteessa muihin (Collins 2011). SWOT-analyysi kaaviona tarjoaa objektiivisen, rationaalisen tilannekuvan, minkä avulla voi tehdä johtopäätöksiä objektiivisuuteen ja realismiin perustuen. Eli SWOT-analyysi tukee päätöksentekoa (Collins 2011). SWOT-analyysi antaa motivaation analysoida tilannetta suhteessa kilpailijoihin. Vahvuudet ja heikkoudet tulevat yrityksen sisältä. Mahdollisuudet ja uhat tulevat yrityksen ulkopuolelta (Kurjenniemi 2017). Tuulivoimahankkeen tarjousvaiheessa vahvuuksia voi olla esimerkiksi sijainti, uhkana voi olla projektin aikataulu, heikkoutena taas raaka-ainetoimitukset ja mahdollisuuksina esimerkiksi organisaatio tai sopimuskumppanit. Kuvassa 10 kuvataan SWOT-analyysia.



Kuva 10. Nelikenttäanalyysi – SWOT

6.1.2 Projektioorganisaation valinta

Projektioorganisaation muodostaminen luo edellytyksen onnistuneelle projektille. Mikko Mäntyneva (2016) kuvaa projektioorganisaatiota seuraavasti: "Projektioorganisaatio toteuttaa projektin. Projektin laajuus ja luonne vaikuttavat sen organisoitumiseen. Projektioorganisaation suorituskyky on pitkälti riippuvainen sen käytössä olevista henkilöresursseista ja osaamisesta. Mukaan otettavien

henkilöiden tietämys, taidot, suhdeverkosto, kokemustausta ja persoonallisuus vaikuttavat projektiryhmän koostumukseen ja suorituskykyyn. Arjessa todellisuus on kuitenkin se, että projekteihin otetaan mukaan ne tahot, jotka ovat eriyistä vapaina eli optimaaliseen projektiryhmän koostumukseen ei päästä läheskään aina. Menestykselliselle projektille on yleensä ominaista se, että osallistujat saadaan sitoutettua projektin tavoitteisiin ja toimintaan.”

Tuulivoimahankkeisiin kohdistuvissa projekteissa tulisi olla mukana esimerkiksi seuraavat resurssit:

- projektipäällikkö
- paikallinen myyntipäällikkö/avainasiakkuus päällikkö
- tuotantopäällikkö /-vastaava, jonka alla löytyy seuraavat:
 - myllärit
 - laborantit
 - tehdastyöntekijät/ remonttimiehet
- projektin valvoja, mikä valmisbetonitoimittajan tapauksessa voisi olla joku linjaorganisaation ylemmästä johdosta.

6.1.3 Toimenkuvat projektissa

Kustannussyistä ei valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojekteissa voida pitää isoa organisaatiota. Täten toimenkuvat projektilla jakautuvat hyvin suppeasti. Organisaatio projektille voidaan asettaa seuraavasti (Mäntyneva 2016, 20–22):

- *Projektin asettaja*, joka valmisbetoni liiketoiminnassa voidaan ajatella olevan yksikön johtaja. Projektin asettaja tekee projektin käynnistämispäätöksen, eli ns. hyväksyy tarjouksen. Asettaa resurssit projektille ja sovittaa ne linjaorganisaatioiden välillä.
- *Projektipäällikkö*, joka laatii projektisuunnitelman, sekä käynnistää ja ohjaa projektiryhmän työskentelyä. Projektipäällikkö myös kohdentaa ja viestii tehtävät projektiin osallistuville henkilöille. Seuraa projektiin liittyvien tehtävien edistymistä, sekä tekee projektin loppuraportoinnin ja päättää projektin.
- *Projektisihteerin* roolia hoitaa valmisbetoniorganisaatiossa projektipäällikkö. Eli osallistuu budjetin tekemiseen ja laatii projektin liittyvät tarjouskyselyt yhdessä yksikön johtajan, avainasiakkuus- tai myynti päällikön kanssa. Seuraa kustannusten kertymisiä projektin aikana. Vastaa kokousjärjestelyistä.
- *Projektiryhmän* jäsen osallistuu oman tehtäväalueen projektin suunnitteluun. Esimerkiksi laborantti, joka osallistuu laadunvalvonta tilojen järjestelyihin tehtaalla. Raportoi projektipäällikölle projektin liittyvien tehtävien edistymisestä. Ylläpitää ja kehittää omaa osaamistaan ja ammattitaitoaan.

6.1.4 Vastuumatriisi

Vastuumatriisia voidaan käyttää projektissa roolien ja vastuiden selkeyttämiseen ja dokumentointiin. Tämän avulla pyritään selkeyttämään projektiin osallistuvien tehtäviä. Yksinkertaisimmillaan se on taulukko tehtävistä ja niihin kuuluvista rooleista. Sen pitäisi antaa vastauksen kuka tekee ja mitä tekee, sekä kuka on mistäkin vastuussa (Hautanen 2018). Kuvassa 11 on havainnollistettu valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin vastuumatriisia.

PROJEKTI: Esimerkki Tuulivoimapuisto
PVM: 11.2.2020

Vaihe	Tehtävä	Vastuullinen tekijä	Hyväksyjä	Neuvoja	Pidettävä ajan tasalla
Valmisteleva	Tarjous	Avainasiakaspäällikkö/ Myyntipäällikkö	Yksikönjohtaja	Projektipäällikkö	Toimitusjohtaja
Valmisteleva	Sopimus	Avainasiakaspäällikkö/ Myyntipäällikkö	Yksikönjohtaja	Projektipäällikkö	Toimitusjohtaja /Aluepäällikkö
Valmisteleva	Alihankinta kvalifointi/-kilpailutukset/-sopimukset (työntoteutus, kuljetus, pumppaukset)	Avainasiakaspäällikkö/ Myyntipäällikkö / Projektipäällikkö	Yksikönjohtaja	Myyntipäällikkö / Hankintapäällikkö	
Valmisteleva	Raaka-aine hankinnat (sementti,lisäaineet,vesi,runkoaineet)	Projektipäällikkö / Avainasiakaspäällikkö	Yksikönjohtaja	Myyntipäällikkö / Hankintapäällikkö / Kehityspäällikkö	
Valmisteleva	Henkilöstö	Projektipäällikkö / Yksikönjohtaja	Yksikönjohtaja	Aluepäällikkö/ Myyntipäällikkö Avainasiakaspäällikkö	Alueiden johto, mistä henkilöstö tulee
Toteutus	Tehtaan pystytys/labratilat/sosiaalitalat	Tuotantovastaava/ Projektipäällikkö	Yksikönjohtaja	Tehdastoimittaja/ Laborantti / Prosessihoitaja/ Remontti	Tilaaaja
Toteutus	Laadunhallinta/ ennakkokokeet yms.	Laborantti/ Prosessihoitaja	Tuotantovastaava	Kehityspäällikkö	Projektipäällikkö/ (Tilaaaja)
Toteutus	Raaka-aine tilaukset (sementti,lisäaineet,vesi,runkoaineet)	Prosessin hoitaja	Tuotantovastaava	Laborantti	Projektipäällikkö
Toteutus	Kuljetus/pumppaus	Tuotantovastaava	Projektipäällikkö	Tuotantovastaava/ Tehdaspäällikkö	Tilaaaja
Toteutus	Aikataulu/ yhteensovitus	Projektipäällikkö	Tilaaaja	Tuotantovastaava	Kuljetus, pumppaus ja muut aliurakoitsijat
Toteutus	Betonointi työt/ (muotitus/raudoitus)	Projektipäällikkö	Tilaaaja		Aliurakoitsija
Toteutus	Turvallisuussuunnitelma	Projektipäällikkö	Yksikönjohtaja	Tuotantovastaava	Tilaaaja
Lopetus	Tehtaan ja muiden tilojen purku	Tuotantovastaava/ Projektipäällikkö	Yksikönjohtaja	Tehdastoimittaja	Tilaaaja
Lopetus	Kannattavuuslaskenta / auki-laskenta	Projektipäällikkö	Yksikönjohtaja		Toimitusjohtaja
Toteutus/ Lopetus	Raportointi	Projektipäällikkö	Yksikönjohtaja		

* vastuumatriisin vastuut voivat vaihdella projekteittain, riippuen projektin koosta ja resursseista

Kuva 11. Esimerkki vastuumatriisi valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektissa

Matriisissa on kuvattu eri värein hankeen vaiheet. Lisäksi kullekin tehtävälle määritellään vastuullinen tekijä ja hyväksyjä. Lisäksi voidaan ilmoittaa erilliset neuvojat ja ajan tasalla pidettävät tahot.

6.1.5 Alihankinta

Valmisbetonitoiminnassa alihankkijoiden käyttö on yleistä. Varsinkin kuljetus- ja pumppaustoiminnot on monesti ainakin osittain hankittu alihankkijoilta. Samoin tuotannon eri tehtäviä on voitu myydä alihankkijoille. Esimerkiksi laadunvalvonnan eri tehtäviä voidaan suorittaa alihankintana. Aliurakoitsijoiden käyttöä ja valintaa harkitessa on mietittävä kykeneekö alihankkija suoriutumaan hänelle kohdennetuista tehtävistä ja onko alihankkijan edustajilla riittävä osaaminen tai pätevyydet tehtävän suorittamiseen. Osaamista voidaan selvittää esimerkiksi referenssiluettelon avulla. Sillä saadaan kattava kuva siitä, mitä alihankkija on aikaisemmin tehnyt. Alihankintaa valittaessa on myös varmistettava, että aliurakoitsijan resurssit on käytettävissä projektin aikataulun mukaisesti. Resurssien saatavuus voidaan varmentaa esimerkiksi sopimukseen lisätyillä sakko- tai sanktiopykälillä, jotka langetetaan aliurakoitsijalle, mikäli hän ei toimita riittäviä resursseja projektille sovitussa aikataulussa. Alihankkijoita käytettäessä on myös selvitettävä, että alihankkija vastaa taloudellisista velvoitteistaan. Projektissa on myös mietittävä, miten alihankkijan työtä seurataan ja miten sen tuottavuus mitataan (Mäntyneva 2016, 57).

6.2 Projektin toteutus

Projektin toteutus käynnistyy, kun tuulivoimaprojektin toteutukseen liittyvät valmistelevat työt aloitetaan. Eli käytännössä toteutusvaihe alkaa siitä, kun on saatu tehtyä sopimus tilaajan kanssa.

Projektin toteutus kulkee lineaarisesti projektin aloituksesta ja sen määrittelystä suunnitteluun. Suunnittelua seuraa itse toteutus ja sen ohjaus. Projektin päättäminen on viimeinen osa itse projektia. Alla on lueteltuna projektien keskeisiä asioita, mitkä pitää selvittää ja toteuttaa ennen projektia ja sen aikana:

- tausta ja hyödyt
- päämäärä ja tavoitteet
- riskienhallinta
- projektiorganisaatio ja vastuut
- laajuuden hallinta eli projektin tuotos
- työn ositus
- aikataulun hallinta
- resurssien hallinta

- hankintojen hallinta
- budjetti ja kustannusten hallinta
- raportointi ja viestintä.

Jatkossa tässä osiossa keskitytään tuulivoimaprojektiin, jossa käytetään mobiiliasemaa. Mobiiliasemien käyttö tuulivoimaprojekteissa on yleistymässä, koska hankkeet ovat harvoin valmisbetoniasemien läheisyydessä. Samoin tuulivoimaprojektit sisältävät monesti monia tuulivoimaloita, jotka työllistävät yhden aseman kapasiteetin täysin. Täten on hyvin perusteltua käyttää siirrettäviä mobiiliasemia näissä hankkeissa.

6.2.1 Ympäristölupa tai rekisteröinti ympäristösuojeluviranomaisille

Uusien valmisbetonitehtaiden käyttöönotto vaatii, joko ympäristöluvan tai rekisteröinnin ympäristösuojeluviranomaisille. Ympäristölupaa täytyy hakea kuuksikymmentä päivää ennen tai rekisteröintilupaa kolmekymmentä päivää ennen aiottua tuotannon aloitusta.

Ympäristöhallinnon yhteisissä verkkopalveluissa (2021) todetaan, että ”rekisteröinti on luonteeltaan kirjaamistoimenpide, jossa ei tehdä hallinnollista päätöstä eikä anneta määräyksiä. Kunnan ympäristösuojeluviranomaisen on rekisteröitävä toiminta edellä säädettyssä määräajassa. Toiminta voidaan aloittaa, kun se on rekisteröity. Viranomaisen tulee ilmoittaa toiminnan rekisteröinnistä viipymättä toiminnanharjoittajalle”.

Kyseisillä verkkosivuilla (Rekisteröintimenettely 2021) mainitaan myös, että ”asfalttiasemien, keskisuurten energiantuotantolaitosten, polttonesteiden jake-luasemien sekä betoniasemien ja betonituotetehtaiden rekisteröinti-ilmoitusten sisältövaatimuksista on säädetty niitä koskevissa toimialakohtaisissa valtioneuvoston asetuksissa. Jos rekisteröinti-ilmoitus on puutteellinen, on kunnan ympäristösuojeluviranomaisen pyydettävä toiminnanharjoittajaa täydentämään sitä. Tällöin rekisteröinnin määräaika lasketaan siitä päivästä, jolloin rekisteröinti-ilmoituksessa on esitetty toimialakohtaisessa asetuksessa edellytetyt tiedot. Rekisteröitävän toiminnan on noudatettava toimialakohtaisessa asetuksessa säädettyjä vaatimuksia. Toimialakohtaisten asetusten tarkoituksena on sekä yhtenäistää toiminnalta edellytettäviä ympäristösuojeluvaatimuksia

että parantaa niiden ennakoitavuutta. Viranomainen varmistaa toiminnan valvonnalla, että toiminnassa noudatetaan toimialakohtaisen asetuksen vaatimuksia”.

Toimintaa ei voi rekisteröidä silloin, jos toiminnasta voi aiheutua vesistöjen pilaantumista tai toiminnasta saattaa aiheutua alueen naapureille kohtuutonta raskautusta ympäristössä. Rekisteröintiä ei voi hakea myöskään silloin, kun se on vesilain mukaan luvanvaraista toimintaa tai jätevedet voivat aiheuttaa ojan, lähteen tai vesilain 1 luvun 3 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitetun noron pilaantumista (Rekisteröintimenettely 2021).

Betoniasemalle on haettava automaattisesti ympäristölupa, jos niiden sijainti on tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella. (Rekisteröintimenettely 2021.)

6.2.2 Aloituspalaveri tilaajan kanssa ja tehtaan perustustyöt

Aloituspalaveri tilaajan kanssa on tärkeä vaihe, koska siinä määritellään tarkka-aikataulu valmisbetonitoimitusten aloitukselle. Palavarissa sovitaan tehtaaseen pystytys ajankohdasta ja milloin siitä pitäisi saada toimitettua betonia.

Aloituspalaverissa on hyvä käydä läpi mahdollisesti seuraavia asioita:

- pohjatutkimukset tehdasalueella
- veden saanti tehtaalle
- varasähköntuottojärjestelmät tehtaalle
- autonosturin järjestäminen tehdasta varten
- pohjatyöt tehtaaseen pystytystä varten
- valuaikataulutustulivoimaperustuksien osalta
- yhteisten toimintatapojen sopiminen.

Aina ennen isoja tulivoimaperustusten valuja on hyvä pitää betonointipalaverit, missä on mukana rakentaja, työntekijät ja valmisbetonitoimittajan edustus. Mahdollisesti ensimmäisiin valuihin tai ennen ensimmäistä isompaa valua on hyvä ottaa suunnittelija mukaan keskusteluihin, jotta saadaan suunnittelijan hyväksyntä valituille massoille ja valumenetelmille. Tästä esimerkkinä suunnitelmista poikkeavan betonilaadun käyttö valussa.

6.2.3 Tehtaan toimitus ja pystytys

Mobiilisti siirrettävä valmisbetoniasema nousee pystyyn hyvinkin lyhyessä ajassa. Pystytysjärjestykset ja ajat voivat vaihdella tehdastoimittajasta riippuen. Tässä osiossa on käyty läpi vaihe vaiheelta Tecwill Oy:n betoniaseman pystytystä ja se perustuu Tolvasen (2017) esittämään kuvaukseen.

Aseman pystytykseen tarvitaan yleensä kahdesta kolmeen asennusmiestä ja näiden lisäksi sähkö- ja putkimies. Tärkein työkone on pystytyksessä autonosturi, joka käytännössä purkaa aseman eri moduulit rekoista ja nostaa ne paikalleen. Autonosturin lisäksi tarvitaan henkilönostin, jonka avulla saadaan muun muassa nosturin koukut irrotettua. Suunnitellessa asennusaikataulua on hyvä ottaa huomioon tontin koko ja muoto, jotta voidaan vähentää nosturin siirtoja paikasta toiseen. Eri moduulien nostojärjestyksiä voidaan muuttaa, jotta nosturin siirrot voitaisiin minimoida.

Pystytyksen ensimmäisenä päivänä betoniperustukselle merkitään betoniaseman lohkojen oikeat paikat. Yleensä ensimmäisenä lohkona rekasta nostetaan kiviainessiilon alaosa. Tämän jälkeen niin sanottu päämoduuli, mikä sisältää sekoittimen eli myllyn. Yleensä tehtaalta tulee myös lämpökontti, jolla voidaan lämmittää esimerkiksi kiviaineita, jotta pystytään tuottamaan betonia kylmissä olosuhteissa. Lämpökontti nostetaan betoniperustuksille päämoduulin jälkeen. Kaikki päivän aikana tulleet kuormat pyritään aina viimeistään päivän päätteeksi purkaa, jotta ylimääräinen liikenne saadaan työmaalta pois ja rekoille ei kertyisi turhaa seisokkia.

Toisena päivänä kasataan päämoduuli toiminta-asentoon sekä pystytään päämoduulin kulkutiet. Näin ollen ei tarvita henkilönostimia ja kulku on turvallista. Kiviainessiilojen yläosasta nostetaan paikalleen samalta paikalta, kuin päämoduuli. Seuraavaksi asennusvuorossa on sideainessiilot ja sideainesruuvit. Viimeisenä nostona nostetaan päämoduulin katto. Katon jälkeen ei mobiilinoستوريا enää asennustyössä tarvita. Sähköt tehtaalta kytetään päämoduulin pystytyksen jälkeen. Samoin myös vesiliitäntä voidaan kytkeä tässä vaiheessa.

Kolmantena päivänä poistetaan kuljetustuet ja lasketaan vaa'at punnitusantureiden varaan sekä säädetään tehtaasta hihnat. Testiajot ja koulutukset kestävät kaksi päivää. Kolmantena ja neljäntenä päivänä vielä viimeistellään laitteiden toiminnot ja asennetaan ohjaamoon tai valvomoon ohjausjärjestelmät.

Viidentenä ja kuudentena päivänä testataan aseman hydraulikka ja kalibroidaan vaa'at. Tarkoitus on, että testimassaa päästäisiin tekemään jo tänä aikana. Tulevan aseman huoltomiehet ja operaattorit jatkavat perehdytystään ja ovat osittain mukana aseman asennustöissä. Operaattorit eli myllärit pääsevät valmistamaan itse testimassoja tässä vaiheessa.

Seitsemäntenä ja kahdeksantena päivänä viimeistellään betoniasema valmiiksi. Operaattorit ja huoltomiehet käyvät viimeisinä päivinä läpi tehtaan mekaniikkaa, sekä sähköautomatikkaa. (Tolvanen 2017.)

6.2.4 Työturvallisuus- ja perehdytysuunnitelmat tehtaalle

Uutta asemaa otettaessa käyttöön tai vanhan mobiiliaseman siirrossa, tulee tehtaalle päivittää turvallisuuteen liittyvät suunnitelmat. Nämä suunnitelmat on toimitettava pääurakoitsijalle, sekä myös Aluehallintoviranomaiselle (AVI). Suunnitelmia ovat tehtaan aluesuunnitelmat, missä on otettu kantaa muun muassa pelastautumiseen, sekä turvallisuusperehdytykset ulkopuolisille, vuokratyöntekijöille ja omille työntekijöille.

Alla listattuna tarvittavia asiakirjoja:

- työn vaarojen selvittäminen ja arviointi
- työhön perehdyttäminen ja opastus
- työterveyshuollon järjestäminen
- työterveyshuollon työpaikkaselvitys
- työtapaturma- ja ammattitautivakuutus.

Ennen töiden aloittamista tulee jokainen projektilla työskentelevä perehdyttää. Perehdytyksessä käydään tulevat tehtävät ja vastuut läpi. Perehdytyksessä käydään läpi työskentely- ja sosiaalityötilat asemalla. Näitä tiloja ovat esimerkiksi työpiste, pukutila ja taukotila. Perehdytettävän kanssa käydään läpi työvälineet ja mahdollisesti tarvittavat projektin käyttäjätunnukset. Lisäksi on hoidettava henkilökohtaiset suojarusteet, tarvittavat atk-laitteet ja reissutyönteki-

jöille majoitustilat. On tärkeää pitää yhteyttä työntekijään ennen projektille siirtymistä, jotta voidaan hyvissä ajoin sopia perehdytykset, lomat ja työvuorot. Työntekijöiden kanssa käydään myös läpi henkilökohtaisten suojaimien käyttö eri tilanteissa ja opastetaan apuvälineiden oikeaan ja turvalliseen käyttöön. Lisäksi kerrotaan, miten toimitaan hätätilanteessa ja ensiaputarvikkeiden sijainnit, sekä käydään läpi tehtävän vaarantekijät ja yksintyöskentelyn ohjeet. Henkilöille myönnettäviä käyttöluvia voi olla seuraavia: nostureiden käyttöluva, henkilönostimien käyttöluva, betonitestausta- ja laadunvalvontalaitteiden käyttöluva, trukkien ja varastonosturien käyttöluva, tulityöluva ja erinäköisten työkalujen ja työkoneiden käyttöluvat.

Ulkopuolisille tavarantoimittajille tulee toimittaa turvallisuusohje, jossa kerrotaan muun muassa liikkumisesta jalan ja moottoriajoneuvolla tehdasalueella, henkilökohtaisista suojavarusteista, sekä turvallisuuspoikkeamien ilmoittamisista.

Perehdytys suunnitelmassa otetaan huomioon seuraavat asiat:

- yleisten turvallisuuskäytäntöjen läpikäynti
- yrityksen toimintaohjeen läpikäynti
- turvallisuushavaintojen tekeminen ja niistä ilmoittaminen
- tutustuminen kone- ja turvallisuusmääräyksiin
- turvallisuussuunnitelman läpikäynti
- tehtaan aluesuunnitelmat
- tulityökäytäntöjen läpikäynti
- toimiminen tapaturmatilanteessa
- kemikaalien käyttö, varastointi ja käyttöturvallisuustiedotteiden läpikäynti.

6.2.5 Projektin tuotanto

Tehtaan pystytyksen, ennakkokokousten ja toiminnan varmistumisen jälkeen ruvetaan tuottamaan betonia projektille. Tuulivoimaloiden anturoiden betonityöt ovat pitkäkestoisia ja isoja hankkeita. Niihin on valmistauduttava aina huolella.

Tehtaan tuotantovastaavan on huomioitava seuraavaksi luetellut asiat: Materiaalien määrät ja niiden toimitukset sekä laadunvarmistustoimenpiteet. Eli tarkistetaan, että runko-, side- ja lisäaineita on tarpeeksi ja näiden toimittajien

kanssa on sovittu etukäteen, kuinka paljon ja milloin näitä toimitetaan lisää. Esimerkiksi sementtiä ja kiviaineksia kuluu isoja määriä yhden tuulivoimape-
rustan valussa. Näitä joudutaan tehtaalle toimittamaan valun aikana. Katastro-
faalinen tilanne olisi se, että jokin raaka-aineista loppuisi kesken valun. Tällöin
käytännössä valutyö seisahtuisi. Työvuorolistat ja työajat on sovittava etukä-
teen ennen isoja valuja. Mahdolliset varahenkilöt on myös määritettävä, jos
tälle nähdään tarvetta. Betoniautojen kuljettajien lepoajat tulee huomioida si-
ten, että samat kuskit eivät aja valun alusta loppuun. Tuolloin muuten rikottai-
siin ajo- ja lepoaikasäädöksiä. Huoltomiehen läsnäolo on myös järjestettävä
mahdollisia tehtaan vikatilanteita varten. Joko huoltomies on paikalla valun
ajan tai hän on saatavilla tarvittaessa. Mikäli järkevän matkan päässä on kiin-
teä valmisbetoni asema, on sitä hyvä käyttää vara-asemana isoissa valuissa.
Kaikkien osapuolien yhteystiedot pitää olla tiedossa. Lämpötila- ja lujuuslas-
kelmat ovat myös tarpeen. Mahdollinen ruokahuolto järjestettynä työntekijöille,
mikäli näin on sovittu. Näihin toimenpiteisiin on hyvä uhrata aikaa ja tehdä kai-
kille osallistujille tehtävät ja vastuut selviksi.

Projektintuotannon yksi tärkeistä tehtävistä on raportointi. Hyvän raportoinnin
avulla pystytään seuraamaan projektin kannattavuutta ja suuntaa. Raportoin-
nilla osoitetaan oikea ja riittävä kuva projektin tuloksesta ja taloudellisesta ti-
lasta. Se on kooste kaikista niistä rahan, materiaalin ja tuotteiden liikkeistä,
joita projektilla on tapahtunut raportoitavalla ajanjaksolla. Raportoinnissa syö-
tetään yrityksen järjestelmiin tiedot tehdyistä tilauksista, materiaalien saapumi-
sista, ostolaskuista ja niiden tiliöinneistä, myyntilaskuista ja tuotantojen kuit-
tauksista. Nämä muodostavat yhdessä raportoinnin kokonaisuuden.

6.2.6 Laadunvalvonta

Laadunvalvonta on merkittävässä roolissa tehtaan tuotantoa. Sillä varmistee-
taan tuotteiden laadukas lopputulos ja oikeellisuus. Laiminlyödyt laadunval-
vontatoimenpiteet voivat johtaa rakenteiden purkuun ja isoihin korjauskustan-
nuksiin.

Valmisbetoniasemalla on oltava voimassa varmennustodistus, jotta siltä saa
tuottaa valmisbetonia. Tämän todistuksen Suomessa myöntää Kiwa Inspecta

(Varmennustodistus rakennustuotteille 2021). Tehtaan on läpäistävä Kiwa Inspectan valvontakäynti, joita pidetään kahdesti vuodessa. Näissä valvontakäynneissä varmistetaan, että laadunvalvontamenettelyt ovat laatustandardin mukaiset, arvioidaan tehtaan toiminnan ja raportoinnin tasoa, käydään läpi lujuusmittausten, ennakkokokeiden, materiaalien ja muiden testausten tasoa, sekä varmistetaan laitteiden kunto, millä näitä kokeita ja tuotantoa suoritetaan. Tämän lisäksi valvontakäynnillä tarkistetaan eri annostelulaitteiden kalibrointi ja tarkkuus. Myös laboratoriotilat tarkistetaan ja henkilökunnan pätevyys varmistetaan. (Ahokas 2017, 3.)

Betonin laadunvalvonta toimenpiteet voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään, tuoremassakokeisiin ja kovettuneen betonin kokeisiin. Tuoremassa kokeissa testataan betonin lämpötilaa, tiheyttä, notkeutta ja sen muuttumista, vesimäärää ja ilmaa (mm. P-lukumassat). Kovettuneen betonin kokeissa mitataan varhaislujuutta ja arvosteluiän mukaista lujuutta, joka on yleensä 7 ja 28 vuorokautta. Poikkeustapauksissa betonia voidaan testata myös 56 tai 91 vuorokauden ikäisenä.

Raaka-aineiden hallinta on myös tärkeässä roolissa betonin valmistuksen laadunvalvontaa. Raaka-aineiden vastaanotossa vain tarkistettu ja hyväksytty raaka-aine voidaan siirtää varastoon. Raaka-aineet tulee olla CE-hyväksytyjä. Kiviainestoimittaja toimittaa tuoduista kuormista seulontaraportit, mutta tehtaan on hyvä tietyin väliajoin varmistaa kiviaineksen raejako myös itse. Tämä on erityisen tärkeää silloin, kun massan laatu vaihtelee. Kiviaineksen kosteutta pitää myös mitata tasaisin väliajoin. Tämä voidaan hoitaa myös automaattisella mittauslaitteella. Kiviaineksesta tulee olla myös selvitettyä humus- ja liepitoisuus, sekä mahdollisesti alkalireaktiivisuus ennen sen käyttämistä betonissa.

6.3 Projektin päättäminen

Käytännössä projektin päättäminen alkaa siitä, kun viimeiset betonityöt on saatu päätökseen projektilla. Jo ennen tätä on hyvä olla suunniteltuna, mihin siirrettävä asema sijoitetaan seuraavaksi. Tämä voi olla uusi projekti tai väliaikaisijoitus esimerkiksi vapaalle tontille tai jonkun vanhan aseman viereen tukemaan sen alueen betonintuotantoa.

loppuselvitykset läpi ja mahdollisesti teetättää heilläkin niin sanottu tyytyväisyys- tai kehityskysely.

7 YHTEENVETO

Tuulivoiman kehitysnäkymät Suomessa näyttävät tällä vuosikymmenellä valoisilta. Positiivinen suhtautuminen vihreään energiaan kasvaa. Kuluttajien sähkönkulutus tulee varmasti kasvamaan fossiilisten polttoaineiden vähentyessä mm. sähköautoilun kautta. Valmisbetonituottajan näkökulmasta tämä vuosikymmen tarjoaa monia tuulivoimaprojekteja. Hankkeita tulee olemaan paljon, mutta on kuitenkin syytä epäillä, että vuosikymmenen puoleenväliin tultaessa kilpailu kovenee tällä sektorilla. Liikuteltavat mobiilibetoniasemat korvaavat tulevaisuudessa kiinteitä asemia, mikä taas lisää kilpailua isoissa projekteissa. Oletetusti tuulivoimaloiden perustukset tulevat säilymään pääosin gravitaatioperusteisina, niiden yksinkertaisuuden ja selkeän asennustavan takia. Tämä takaa betonin tuottajille kysyntää tuulivoimahankkeissa vielä jatkossakin. Tuulivoimaprojektit ovat otollisia projektinkehitysalustoja valmisbetonitoimittajalle, koska ne ovat luonteeltaan yksinkertaisia, mutta läpimenoajoiltaan nopeampoisia.

Projektien onnistunut läpimeno on kiinni hyvästä suunnittelusta ja riskien tunnistamisesta ja hallinnasta. Tarjousvaiheessa tulee jo tunnistaa omat vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat, koskien projektia. Tunnistamisessa voidaan käyttää apuna nelikenttäanalyysiä (SWOT). Tiivis yhteistyö tuulivoimahankkeen pääurakoitsijaan parantaa mahdollisuuksia onnistuneelle hankkeelle. Viestintä on isossa roolissa tässä. Pääurakoitsijan kanssa tulee olla sovittuna selkeät aikataulu ja laatutavoitteet, ennen projektin aloitusta. Tuulivoimaprojektien toteutuksessa henkilöstö on se voimavara, jolla hankkeet saadaan toteutettua onnistuneesti. Omat ja alihankkijoiden rekrytoinnit tulee aloittaa jo projektin varhaisessa vaiheessa. Keskustelut alihankkijoiden kanssa tulee aloittaa jo tarjousvaiheessa. Henkilöstön oikeaoppisella perehdytyksellä varmistetaan työn turvallinen toteutus ja laadukkaat tuotteet.

Ennen projektin päättämistä tulee varautua tehtaan purkuun, sen tulevan sijoituspaikan selvittämisellä. Näin ollen säästyään turhilta mobilisaatio kustannuksilta ja saadaan resurssit oikeisiin paikkoihin käyttöön.

Valmisbetonitoimittajan tuulivoimaprojektin hyvä loppuraportointi auttaa tulevien hankkeiden tarjousvaihetta. Sen avulla saadaan kerättyä dataa eri vaiheiden kustannuksista ja työsaavutuksista. Se auttaa määrittämään nelikenttä-analyysin toteutusta ja tulevan hankkeen ennustettavuutta. 2020 - luvun tuulivoimaprojektit pitävät yllä korkeaa valmisbetonin kysyntää ja sitä kautta tulevat työllistämään eri valmisbetonitoimittajia.

LÄHTEET

Ahokas, H. 2017. Betonin laadunvalvonta valmisbetoniasemalla ja talonrakennustyömaalla. Semtu. WWW-dokumentti. Julkaistu 2017. Saatavissa: https://www.semtu.ee/application/files/9315/2189/4669/Semtu-uutiset_1-17_web.pdf [viitattu 27.4.2021].

Arto, K. & Martinsuo, M. & Kujala, J. 2006. Projektiliiketoiminta. E-kirja. 1. PAINOS. Helsinki: WSOY. Saatavissa: <https://docplayer.fi/2605952-Projektiliiketoiminta-karlos-artto-miia-martinsuo-ja-jaakko-kujala-wsoy-oppimateriaalit-oy-helsinki.html> [viitattu 15.4.2021].

Collins, R. 2011. Project Management. Nova Science Publishers. Julkaistu 2011. E-kirja. Saatavissa: [http://ebookcentral.proquest.com/lib/xamk-ebooks/detail.action?docID=3017821.Created from xamk-ebooks on 2021-03-23 06:01:06](http://ebookcentral.proquest.com/lib/xamk-ebooks/detail.action?docID=3017821.Created%20from%20xamk-ebooks%20on%202021-03-23%2006:01:06). [viitattu 15.4.2021].

Exilion Tuuli Ky sijoittaa vastuullisesti tuulivoimaan ja muuhun uusiutuvaan energiaan. s.a. Exilion Ky. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://exilion.fi/omistus/exilion-tuuli-ky/> [viitattu 10.4.2021].

Hautanen, J. 2018. Rooli- ja vastuumatriisin 7 vaihetta. WWW-dokumentti. Julkaistu 6.9.2018. Saatavissa: <https://www.juttahautanen.fi/rooli-ja-vastuumatriisin-7-vaihetta/> [viitattu 15.4.2021].

Itä-Uudenmaan liitto & Kymenlaakson liitto. 2005. Tuulivoiman tuotantoon soveltuvien maa- ja merialueiden kartoitukset Itä-Uudenmaan ja Kymenlaakson rannikkoalueilla. Julkaistu 2005. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.uudenmaanliitto.fi/files/6052/Tuulivoiman tuotantoon soveltuvien maa- ja merialueiden kartoitukset Itä-Uudenmaan ja Kymenlaakson alueella.pdf](https://www.uudenmaanliitto.fi/files/6052/Tuulivoiman_tuotantoon_soveltuvien_maa_ ja_merialueiden_kartoitus_Ita_Uudenmaan_ja_Kymenlaakson_alueella.pdf) [viitattu 12.4.2021].

Jäsenyritykset. s.a. Betoniteollisuus Ry. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://betoni.com/yhteystiedot/jasenyritykset/> [viitattu 12.4.2021].

Kiviniemi, A. 2014. Tieteellisen tarkkaa betonivalua. EPV Tuulivoima Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 26.6.2014. Saatavissa: <https://www.epvtuulivoima.fi/torkkolan-blogi/tieteellisen-tarkkaa-betonivalua/> [viitattu 14.4.2021].

Kurjenniemi, E. 2017. Miten yritys tekee SWOT-analyysin? Visma Passeli Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 5.12.2017. Saatavissa: <https://www.visma.fi/blog/miten-yritys-tekee-swot-analyysin/> [viitattu 15.4.2021].

Laihian Rajavuoren Tuulivoimapuisto YVA-ohjelma. 2011. EPV tuulivoima Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 18.5.2011. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B373C0D14-DC7F-4480-84EC-91EA73617B29%7D/58545> [viitattu: 12.4.2021].

Lampila, J. Teollisen mittakaavan akustot tasapainottavat sähköverkkoa. Energiatalous. WWW-dokumentti. Julkaistu 31.5.2019. Saatavissa: <https://www.energiatalous.fi/?p=2442> [viitattu 8.4.2021].

Lahden mobiilitehdas. s.a. Lujabetoni Oy. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://luja.emmi.fi/f/R9Lt> [viitattu 14.4.2021].

Lindroos, P. MT: Puolustusvoimat estää tuulivoiman rakentamisen Itä-Suomeen. 2020. *Alma Media Oy*. Verkkojlehti. Julkaisuaika: 9.10.2020 Saatavissa: <https://www.iltalehti.fi/kotimaa/a/2881c394-589e-445e-9a19-b804359ebdb7> [viitattu 8.4.2021].

Lujabetoni Oy:n kiinteä valmisbetoniasema. s.a. Lujabetoni Oy. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://luja.emmi.fi/f/6QjX> [viitattu 14.4.2021].

Mikkonen, A. & Tiihonen, A. 2019 Osa 8. 2009 - 2011 Pohja tuulivoimarakentamisen ja STY:n kasvulle. Blogi. Julkaistu 19.2.2019. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/tuulivoiman-historia-blogi.html> [viitattu 8.4.2021].

Mäntyneva, M. 2016. Hallittu projekti Jäntevästä suunnittelusta menestykselliseen toteutukseen. E-kirja. Helsinki: Helsingin seudun kauppakamari. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 15.4.2021].

Nelikenttäänalyysi – swot. s.a. Suomen Riskienhallintayhdistys Ry. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://pk-rh.fi/tools/swot.html> [viitattu 15.4.2021].

Osakkaat ja omistusosuudet. s.a. EPV Energia Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.epv.fi/yritys> [viitattu 10.4.2021].

Paalatie, H. 2019. Osa 32. Tuulivoimalan perustus. Blogi. Julkaistu 13.3.2019. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/100-tarinaa-tuulivoimasta/osa-32.-tuulivoimalan-perustus.html> [viitattu 12.4.2021].

Piiparinmäen-Lammaslamminkankaan tuulivoimapuiston hankkeen tekninen kuvaus. 2015. Ympäristöhallinnon yhteiset verkkopalvelut. PDF-dokumentti. Päivitetty 18.12.2015. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVA-hankkeet/PiiparinmaenLammaslamminkankaan_tuulivoimapuisto_Pyhanta_Siikalatva_Kajaani_Vierema/PiiparinmaenLammaslamminkankaan_tuulivoi\(17229\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVA-hankkeet/PiiparinmaenLammaslamminkankaan_tuulivoimapuisto_Pyhanta_Siikalatva_Kajaani_Vierema/PiiparinmaenLammaslamminkankaan_tuulivoi(17229)) [viitattu 12.4.2021].

Projektin vaiheet ja elinkaari. 2020. MCS-Management Consulting Services Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 15.6.2020. Saatavilla: <https://mcs.fi/projektin-vaiheet-ja-elinkaari/> [viitattu: 15.4.2021].

Projektin suunnittelu. 2012. Purot.net. WWW-dokumentti. Päivitetty 9.5.2016. Saatavissa: <https://proha.purot.net/projektin-suunnittelu-ja-ohjaus> [viitattu 15.4.2021].

Projektipäällikön 7 yleisintä sudenkuoppaa. 2019. Proha Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 22.5.2019. Saatavissa: <https://projekti-pomo.com/2019/05/22/projektipaallikon-7-yleisinta-sudenkuoppaa/> [viitattu 15.4.2021].

Proplate Rock Secure. s.a. Proplate Ab. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://proplate.se/en/products-and-services/wind-turbine-foundations/rock-foundations/proplate-rock-secure/> [viitattu 14.4.2021].

Pöntinen, S. Metsähallitus suunnittelee jättimäistä merituulipuistoa Pohjanmaalle – tuulinen ja matala alue mahdollistaisi jopa 3 kertaa tavallista tehokkaammat voimalat. Yleisradio Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 23.11.2020. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11658776> [viitattu: 8.4.2021].

Rekisteröintimenettely. 2021. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Päivitetty 17.2.2021. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain_mukainen_rekisterointi/Rekisterointimenettely\(8472\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain_mukainen_rekisterointi/Rekisterointimenettely(8472)) [viitattu 15.4.2021].

Salonen, J. 2020. Suomen tuulivoima meni ulkomaalaisille sijoitusyhtiöille. Uusi Suomi. WWW-dokumentti. Julkaistu 30.1.2020. Saatavissa: <https://puheenvuoro.uusisuomi.fi/jannesalonen11/suomen-tuulivoima-meni-ulkomaalaisille-sijoitusyhtiöille/> [viitattu 10.4.2021].

Sandell, M. 2021. Nouseeko Ahvenanmaan merialueille 500 tuulivoimalaa? Miljardien hanke etenee myötätulessa. Yleisradio. WWW-dokumentti. Päivitetty 26.4.2021. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11896072> [viitattu 6.5.2021].
Selvitystyö Suomen tuulivoimasta – visio 2030. Suomen Tuulivoimayhdistys Ry ja Gasum Portfolio Services Oy:n selvitystyö. WWW-dokumentti. Julkaistu 29.5.2020. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tutkimukset-ja-julkaisut/selvitystyö-suomen-tuulivoimasta-visio-2030> [viitattu 8.4.2021].

Solid foundations for wind turbines. 2014. Engineer News. WWW-dokumentti. Julkaistu 16.3.2014. Saatavilla: <https://www.engineeringnews.co.za/article/solid-foundations-for-wind-turbines-2014-05-16> [viitattu 14.4.2021].

Suomen Tuulivoimapuistot. 2021. Ethawind Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 19.3.2021. Saatavissa: <https://www.ethawind.com/suomen-tuulivoimapuistot/> [viitattu 8.4.2021].

Suomen sähköjärjestelmä. s.a. Fingrid Oy. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://elkon.eu/#specyfikacjahttps://www.fingrid.fi/kantaverkko/sahkon-siirto/suomen-sahkojarjestelma/> [viitattu 12.4.2021].

Sähköntuotannon skenaariolaskelmat vuoteen 2050. 2019. Työ- ja elinkeinoministeriö. WWW-dokumentti. Julkaistu 22.2.2019. Saatavissa: <https://tem.fi/etusivu> [viitattu 8.4.2021].

Tiihonen, A. 2019a. Osa 1. Ensimmäiset askeleet 1988 – 1990. Blogi. Julkaistu 19.2.2019. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/tuulivoiman-historia-blogi.html> [viitattu 8.4.2021].

Tiihonen, A. 2019b. Osa 3. Eteenpäin vaikka vastatulessa 1994 – 1996. Blogi. Julkaistu 19.2.2019. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/tuulivoiman-historia-blogi.html> [viitattu 8.4.2021].

Tiihonen, A. 2019c. Osa 4. 1997 – 1999 Tuulta tuulivoimalarakentamisen purjeisiin. Blogi. Julkaistu 19.2.2019. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/tuulivoiman-historia-blogi.html> [viitattu 8.4.2021].

Tiihonen, A. 2019d. Osa 6. 2003 - 2005 Vaikeuksien kautta kohti rakentamista. Blogi. Julkaistu 19.2.2019. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/tuulivoiman-historia-blogi.html> [viitattu 8.4.2021].

Tompuri, V. 2021. Tuulivoimalan perustus hoituu säänkestävällä betonilla. Rudus Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 29.4.2021. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/ajankohtaista/2019/04/29/tuulivoimalan-perustus-hoituu-saankestavalla-betonilla> [viitattu 14.4.2021].

Tolvanen, M. 2017. Miten uusi betoniasema asennetaan. Tecwill oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 11.12.2017. Saatavissa: <https://www.tecwill.com/fi/blogi/miten-uusi-betoniasema-asennetaan> [viitattu 27.4.2021].

Tuomikko, J. 2016. Projektille oma betoniasema vs. valmisbetonin ostaminen? Tecwill Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 11.10.2016. Saatavissa: <https://www.tecwill.com/fi/blogi/projektille-oma-betoniasema-vs-valmisbetonin-ostaminen?hsCtaTracking=1ed79b20-bc68-4890-96a3-85baa27316eb%7C23c2e112-2077-4c21-9e15-977a00b7efe4> [viitattu 14.4.2021].

Tuulivoimalla katettiin noin 10 % Suomen sähkönkulutuksesta vuonna 2020. Suomen Tuulivoimayhdistys Ry. WWW-dokumentti. Julkaistu 2.2.2021 Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tuulivoimalla-katettiin-noin-10-suomen-sahkonkulutuksesta-vuonna-2020> [viitattu: 8.4.2021].

Tuulivoima on edullinen ja puhdas energian tuotantomuoto. 2019. Fortum Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fortum.fi/media/2019/09/tuulivoima-edullinen-ja-puhdas-energiantuotantomuoto> [viitattu 8.4.2021].

Tuulivoima Suomessa. 2020. Motiva Oy. WWW-dokumentti. Julkaistu 7.8.2020. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa [viitattu 8.4.2021].

Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. 2016. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Päivitetty 2016. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/> [viitattu 12.4.2021].

Tuulivoimahankkeet. s.a. Puolustusvoimat. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://puolustusvoimat.fi/tuulivoimalahankkeet> [viitattu 12.4.2021].

Tuulivoimahankkeet Suomessa 1/2021. 2021. Suomen Tuulivoimayhdistys Ry ja FCG Finnish Consulting Group Oy. PDF-dokumentti. Julkaistu 17.2.2021. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoima-suomessa/sunnittelussa-olevat-hankkeet> [viitattu 10.4.2021].

Tuulivoiman hankekehitys. s.a. YIT Suomi Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.yit.fi/infrapalvelut/laitosrakentaminen/tuulivoima/tuulivoiman-hankekehitys> [Viitattu 12.4.2021].

Ultra mobile concrete and stabilization plant. s.a. Elkon Polska Sp. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://elkon.eu/#specyfikacja> [viitattu 14.4.2021].

Varmennustodistus rakennustuotteille. 2021. Kiwa Inspecta. WWW-dokumentti. Julkaistu 27.4.2021. Saatavissa: <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme/varmennustodistus-rakennustuotteille/> [viitattu 27.4.2021].

What Is a Business Project? 2021. Project-management.com. WWW-dokumentti. Julkaistu 16.3.2021. Saatavissa: <https://project-management.com/what-is-a-business-project/> [viitattu: 15.4.2021].

Xamk Projektiliiketoiminta 01/2019. 2019. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu [viitattu 14.4.2021].