



SAVONIA

Tekniikka


Palopäällystön koulutusohjelma

OPINNÄYTETYÖ

TUULIVOIMALAT PELASTUSTOIMEN JA VIRANOMAISYHTEISTYÖN
NÄKÖKULMASTA

Jannice Valtakari

22.8.2018

 JANNI VÄMSÄ

SAVONIA–AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO

Koulutusohjelma

Palopäälystön koulutusohjelma (insinööri)

Tekijä

Jannice Valtakari

Työn nimi

Tuulivoimalat pelastustoimen ja viranomaisyhteistyön näkökulmasta.

Työn laji

Opinnäytetyö

Päiväys

2.8.2018

Sivumäärä

66

Työn valvoja

Vanhempi opettaja, Jani Jämsä

Yrityksen yhdyshenkilö

Yritys

Tiivistelmä

Suomessa rakennetaan tällä hetkellä runsaasti tuulivoimaloita, joiden turvallisuustaso sekä haitallisuus on puhuttanut kansaa paljon. Tuulivoimaloissa on sattunut suhteellisen vähän onnettomuuksia kahden vuosikymmen ajan, mutta tuulivoimaloiden lisääntyessä kasvaa myös todennäköisyys onnettomuuksiin.

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tutkia, miten rakennusvalvontaviranomainen sekä pelastusviranomainen tekevät työtä yhdessä ja onko molemmilla paljon yhteistyötä tuulivoimaloiden toiminnanharjoittajien kanssa. Rakennusvalvontaviranomainen on tärkein viranomainen lupa- sekä rakennusvaiheessa, mutta miten esimerkiksi paloturvallisuutta sekä onnettomuuksien ehkäisyä valvotaan? Onko pelastuslaitos saanut koulutusta tuulivoimaloihin ja harjoitellut käytännössä? Näihin ja muihin kysymyksiin haluttiin vastauksen kyselyjen avulla. Lopputuloksena oli opinnäytetyö, jonka tarkoituksena oli herättää keskustelua ja nähdä tarpeen kouluttaa ihmisiä, harjoitella ja tehdä tiivistä yhteistyötä jo tuulivoimaloiden kaavoituksesta lähtien.

Teoreettinen viitekehys opinnäytetyöhön saatiin suurimmalta osin suomalaisista lähteistä, mutta myös ulkomaalaista kirjallisuutta löytyi. Tietoa haettiin tuulivoimaloihin liittyvistä onnettomuuksista hakemalla tietoa pelastustoimen PRONTO-järjestelmästä. Opinnäytetyössä on teoreettinen pohja tuulivoimaloista.

Keskeisimmät tulokset sekä havainnot olivat viranomaisyhteistyön sekä ennalta tehtyjen suunnitelmien puutteellisuus. Tuulivoimaloihin sekä tuulivoimala-alueilla on hyvä harjoitella enemmän käytännössä ja tutustua tuulivoimalan vaaranpaikkoihin sekä toimintaperiaatteisiin.

Avainsanat

Tuulivoima, tuulimylly, pelastustoimi, viranomaisyhteistyö

Luottamuksellisuus

Julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Fire Officer (Engineer)

Author

Jannice Valtakari

Title of Project

Wind turbines from the perspective of rescue and co-operative authorities.

Type of Project

Final Project

Date

2.8.2018

Pages

66

Academic Supervisor

Mr Jani Jämsä, Senior Instructor

Company Supervisor

Company

Abstract

At the moment we are building many wind turbines in different areas in Finland. Wind turbine safety and possible harmfulness are current topics among people. There have been only a few accidents in wind turbines in the past two decades. When the number of wind turbines is increasing the probability for accidents increases as well.

The objective of the final project was to find out how building control and the rescue authorities works together and if they cooperate much with wind turbine operators. Building control is the most important authority in the permission- and construction phase, but how do they supervise, for example, fire safety and prevention of accidents. Do the rescue authorities have any education on and practical training with wind turbines? These were, among other things, questions that were answered through surveys. The result was a final project aimed at raising the debate and pointing out the need to educate building control and rescue authorities, train and cooperate closely beginning with the planning of wind turbines.

The theoretical reference for the final project was largely found from Finnish sources, but foreign literature was also available. Information about wind turbine accidents was collected from the database PRONTO which is the statics system of Finnish rescue authorities. The final project presents a theoretical basis for the planning process of wind turbines, safety regulations and rescue work.

The most important results and the findings are the lack of cooperation between the authorities and that there are no pre-made plan. It would be good to have more practical training in rescue work concerning wind turbines and at wind turbine areas, and to explore the hazardous sites and operating principles of the wind turbines.

Keywords

Wind turbine, wind power, wind mill, rescue, cooperation among authorities

Confidentiality

Public

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TUULIVOIMALAT SUOMESSA	7
3	LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET	17
3.1	Tuulivoimaloiden lupamenettely	17
3.2	Tuulivoimaloiden palotarkastukset	22
4	TUULIVOIMALOIDEN SOVELTUVUUS LUONTOON	24
5	TUULIVOIMALOIDEN ONNETTOMUUSRISKIT	30
5.1	Tuulivoimalan turvallisuus- ja onnettomuusriskit	30
5.2	Pronton tulokset tuulivoimalaonnettomuuksista	31
6	TUULIVOIMALAT PELASTUSTOIMINNAN NÄKÖKULMASTA	35
6.1	Yleinen työturvallisuus tuulivoimalaonnettomuudessa	35
6.2	Yhteistyö toiminnanharjoittajan kanssa	36
6.3	Pelastustoiminnan taktiikka onnettomuustilanteissa.....	36
6.4	Viranomaisyhteistyö ja johtovastuu merellä sekä maalla	38
6.5	Korkeanpaikan- sekä ahtaanpaikankammo.....	40
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	42
7.1	Opinnäytetyön kirjallisuuskatsaus sekä tilastotutkimus.....	42
7.2	Tutkimus toteutettiin suurimmaksi osaksi kyselyillä.....	42
7.3	Tutkimuksen luotettavuus	43
8	KYSELYJEN TULOKSET.....	45
8.1	Pelastusviranomaisen vastaukset	45
8.2	Rakennusvalvontaviranomaisten vastaukset.....	47
8.3	Toiminnanharjoittajan vastaukset	49
8.4	Yhteenveto kyselyjen keskeisimmistä havainnoista	50
9	POHDINTA	54
9.1	Opinnäytetyöni tavoitteet ja niiden saavuttaminen	55
9.2	Opinnäytetyöni keskeiset havainnot ja kehittämistoimenpiteet.....	56
9.3	Oma oppiminen.....	56
	LÄHTEET.....	57
	LIITE 1 Kysely pelastuslaitoksille.....	60
	LIITE 2 Kysely rakennusvalvontaviranomaiselle.....	62
	LIITE 3 Kysely tuulivoimalan toiminnanharjoittajalle.....	64

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Erillislaitte	Laite tai rakennelma, joka poikkeaa seuraavalla tavalla tavanomaisista rakennuksista; masto, piippu, hiihtohissi, muis- tomerkki, tuulivoimala, antenni ja joka vaatii toimenpidelu- paa (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, § 126 a).
Pronto	Pronto on lyhenne pelastustoimen resurssi- ja onnettomuusti- lastosta. Järjestelmän kautta pystytään seuraamaan onnetto- muuksia 1996-luvulta lähtien. (Prontonet.fi).
MW	Tehon yksikkö megawatti.
Sisääntulokohta	Sisääntulokohta tarkoittaa paikkaan tai aikaan sidottua koh- taa, jolloin pelastustoimen yksikkö ilmoittaa pelastustoimin- nan johtajalle sijainnistaan hälytyksen aikana.
FPC-yhdiste	FPC on kiinteä yhdiste, se aktivoituessaan on erittäin tehokas ja suorituskykyinen aerosoli, joka sammuttaa palon. (FirePro Finland Oy)
Tuulivoimalan naselli	Naselli on yläilmoissa oleva tuulivoimalan konehuone.

1 JOHDANTO

Löysin tämän aiheen Pelastusopiston opinnäytetyöpankista, ja mielenkiintoni aiheeseen heräsi heti. Tuulivoimaloita tulee lisää ympäri Suomea nopeasti, ja esimerkiksi pelastuslaitoksilla vaikuttaa olevan suhteellisen vähän tietoa, käytännön harjoituksia ja koulutusta tuulivoimaloihin liittyen. Halusin lähteä selvittämään, millä tavalla viranomaiset sekä toiminnanharjoittajat tekevät yhteistyötä. Selvitin myös, millä tasolla pelastuslaitokset harjoittelevat, koulutautuvat ja minkälaiset toimintamallit niillä on käytössä tuulivoimaloita koskien.

Tavoitteena on saada kokonaiskuva viranomaisyhteistyöstä, lupavaiheen menettelyistä viranomaisten ja toiminnanharjoittajien kesken. Haluan selvittää, miten koulutetaan ja opastetaan eri toimijoita sekä millä turvallisuustasolla Suomen tuulivoimalat ovat.

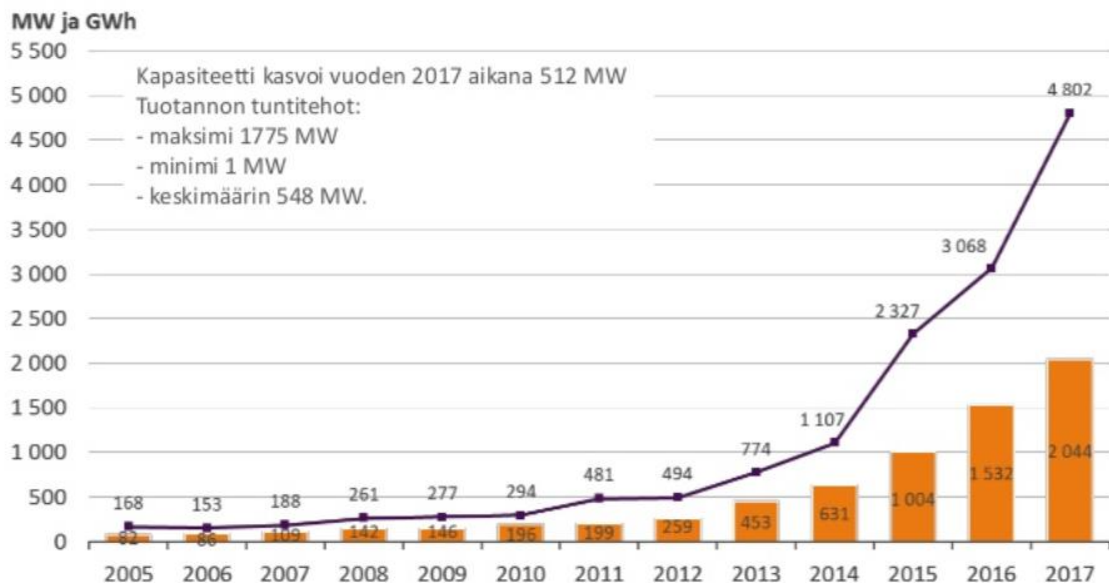
Opinnäytetyön rajauksen kanssa täytyi olla tarkkana. Tuulivoimaloita on ympäri Suomea, mutta kyselyihin valitsen paikkakunnat, joissa tuulivoimaloita on paljon. Näillä paikkakunnilla lähestyin rakennusvalvontaviranomaisia sekä toiminnanharjoittajia. Kyselyissä pelastusviranomainen on ainoa toimija, joka kattaa lähes koko Suomen.

Opinnäytetyön aloitan yleisellä teoriaosuudella, jota seuraa lainsäädäntö, määräykset ja huomioitavat asiat rakennusvaiheessa. Tämän jälkeen opinnäytetyössä tarkastellaan turvallisuusnäkökulmat tuulivoimaloissa ja jo tapahtuneet sekä mahdolliset tulevat onnettomuusriskit. Opinnäytetyön rakenteeseen sisältyy myös pelastustoiminnan näkökulma tuulivoimaloista. Lopuksi esittelen tutkimuksen toteutuksen sekä tulokset ja koko työn johtopäätökset.

2 TUULIVOIMALAT SUOMESSA

Suomen tuulivoimaloiden kotimainen omistajaosuus vuonna 2016 oli 69 %, ja näistä suurin yksittäinen omistaja oli Tuuliwatti Oy 24 % :lla. Tilastojen mukaan vuonna 2016 Pohjois-Pohjanmaalla, Lapissa ja satakunnassa oli yhteensä 74 % koko Suomen tuotantokapasiteetista. Vuonna 2016 Suomessa oli 552 tuulivoimalaa, joista saatiin tuotettua sähköä 3,6 % koko Suomen sähkönkulutuksesta (Suomen tuulivoimayhdistys 2016). Suomessa oli vuonna 2017 jo 700 tuulivoimalaa (STY 1/2018, 12). Vuonna 2017 Suomen energialähteistä tuulivoimalat tuottivat 7,4 % koko Suomen sähköstä (Energiateollisuus, energiavuosi 2017 – sähkö 2018). Suomessa on olemassa pientuulivoimaloita yksityisomistuksessa, ja nämä tuulivoimalat tuottavat yleensä sähköä pienelle asuinalueelle kuten omakotitalolle tai maatilalle.

Tuulivoimatuotanto ja kapasiteetti



Kuva 1. Tuulivoimatuotanto ja kapasiteetti (Hakala 2017, dia 16).

Tuulivoima ei käydessään tuota hiilidioksidia ja on luonnonystävällinen energiamuoto. Tuulivoimalat eivät yleensä aiheuta vaaraa ihmisille, eikä tuulivoimaloita rakenneta asutusten tai teiden lähetyville. Tuulivoimalat eivät estä marjastamista tai maastossa liikkumista, mutta tuulivoimaloita kuuluu silti kunnioittaa ja tietyissä keliolosuhteissa välttää tuulivoimaloiden lähellä liikkumista. Nämä keliolosuhteet ovat yleensä talvella, kun voi syntyä jäätymistä. Joidenkin tuulivoimaloiden lähelle on asennettu varoituskyt-

tejä, kuten vilkkuvia valoja, kun on syytä pitää etäisyyttä tuulivoimalaan (Tuulivoimayhdistys, tuulivoimatuotanto on turvallista).

Tapahtuu Suomessa ja maailmalla Tuulivoimalehden numeron 2/2017 mukaan:

”Alankomaat; maailman suurin merituulipuisto avattiin – 150 turbiinia 85 kilometrin päässä rannikosta”.

”Pohjanmaa; valtava kuljetusurakka alkoi Pohjanmaalla: sataman ja tuulivoimapuiston välillä lähes 400 erikoiskuljetusta”

”Tahkoluoto: Näin nousee Tahkoluodon merituulipuisto – pelkät perustukset painavat puoli miljoonaa kiloa”

”Skotlanti: Ensimmäinen kelluva tuulivoimalaitos otettiin käyttöön”

”Metsälä: Tarkkaa peliä tuulten kanssa – Metsälän 34 tuulivoimalaa käsittävä hanke on Suomen suurin rakenteilla oleva tuulivoimapuisto”

”Korsnäs, Pohjanmaa: Suomen vanhimman tuulivoimapuiston purkaminen alkoi Pohjanmaalla” (Tuulivoima 2/2017, Ajankohtaista, 2017, s. 42).

Tuulivoima toimii ja kehittyy maailmalla suuremmissa mittakaavassa kuin Suomessa, mutta Suomessakin on monta projektia käynnissä. Tuulivoimat kartalla kuvasta näkee tuulivoimaloiden sijainnit punaisella merkityillä täplillä. Tuulivoimalat työllistävät asiantuntijoiden, työntekijöiden sekä toiminnanharjoittajien lisäksi myös eri viranomaisia, muun muassa rakennusvalvonta-, pelastus- ja ympäristöviranomaisia.

Tällä hetkellä tehokkuudeltaan maailman suurin tuulivoimala, joka on teholtaan 8,8 megawattia, löytyy Skotlannin merialueelta lähellä rannikkoa. Tuulivoimalan napaan asti korkeutta on päätähuimaavat 164 metriä. Tuulivoimalan kapasiteetti on hurja ja jotta tavallinen ihminen hahmottaisi paljonko tuulivoimala tuottaa sähköä projektinjohdaja Adam Ezzamel antaa käytännön esimerkin: Kun tämä 8,8 megawatin tuulivoimala pyörähtää kerran, se on tuottanut sähköä yhdelle kotitaloudelle vuorokauden ajaksi. Tähän samaan alueeseen on tulossa tuulivoimapuisto, jonka yhteisteho on 93,5 megawattia. Tämän kokoluokan merituulipuisto tuottaa sähköä 80 000 kotitaloudelle (Virtanen, S., 2018, Tuulivoima).

Tuulivoimala työllistää

Tuulivoimalarakentaminen luo uusia työpaikkoja jo suunnitteluvaiheesta aina käytönai-
kaiseen huoltoon. Suomen tuulivoiman mukaan 100 MW tuulivoimapuisto työllistää eri
rakennus- sekä käyttövaiheissa 1180 henkilötyövuotta. Suomen tuulivoiman mukaan
osa-alueet, jotka työllistävät ihmisiä ovat; projektikehitys ja asiantuntijapalvelut, infra-
struktuurin rakentaminen ja asentaminen, käyttö- sekä kunnossapito, voimaloiden val-
mistus, materiaalit, komponentit sekä järjestelmät (Suomen tuulivoima, 2018, Tuuli-
voima-info).

Tuulivoimalat tuovat mukanaan työpaikkojen lisäksi myös tuloja kunnalle tai kaupun-
gille verojen kautta. Tuulivoimalat maksavat kiinteistöveroa sekä joissakin tapauksissa
myös yhtiöveroa. Isot tuulivoimalapuistot voivat tuoda mittavat lisätulot varsinkin pie-
nille kunnille. Maanomistajat hyötyvät tuulivoimaloille vuokraamastaan maa-alueesta.
Tuulivoimalat tarvitsevat huoltoa ja äkillisten vikojen takia päivystäviä sähkömiehiä tai
huoltohenkilökuntaa ja tuulivoimalan lähialueet hyötyvät tästä (Suomen tuulivoima,
2018, Tuulivoima-info).

Voisiko Suomi hyödyntää tuulivoimaloita turistinähtävyytenä?

Kunnat ja kaupungit voisivat saada imagohyötyä tuulivoimaloista ja mielestäni tuuli-
voimaloita voisi hyödyntää matkailualallakin. Maailmalla tuulivoimaloita hyödynne-
täänkin turistien nähtävyytenä. Esimerkiksi Pohjanmaalla ja rannikolla on hyvin laakei-
ta maisemia ja tuulivoimalasta pystyisi näkemään kauaksi ja jopa merelle. Tuulivoima-
laa voisi hyödyntää näköalatornina. Tuulivoimaloiden ympärille voisi tehdä infokeskuk-
sia, kahviloita ja kävelypolkuja missä kerrotaan tuulivoimaloiden tuotannosta, hyödyistä
ja haitoista sekä antaa muita kiinnostavia tietoja. Valtatie 8 on vilkasliikenteinen tie,
joka kulkee Turusta Tornioon ja tämä olisi oivallinen paikka turistien tuulivoimakes-
kukselle.

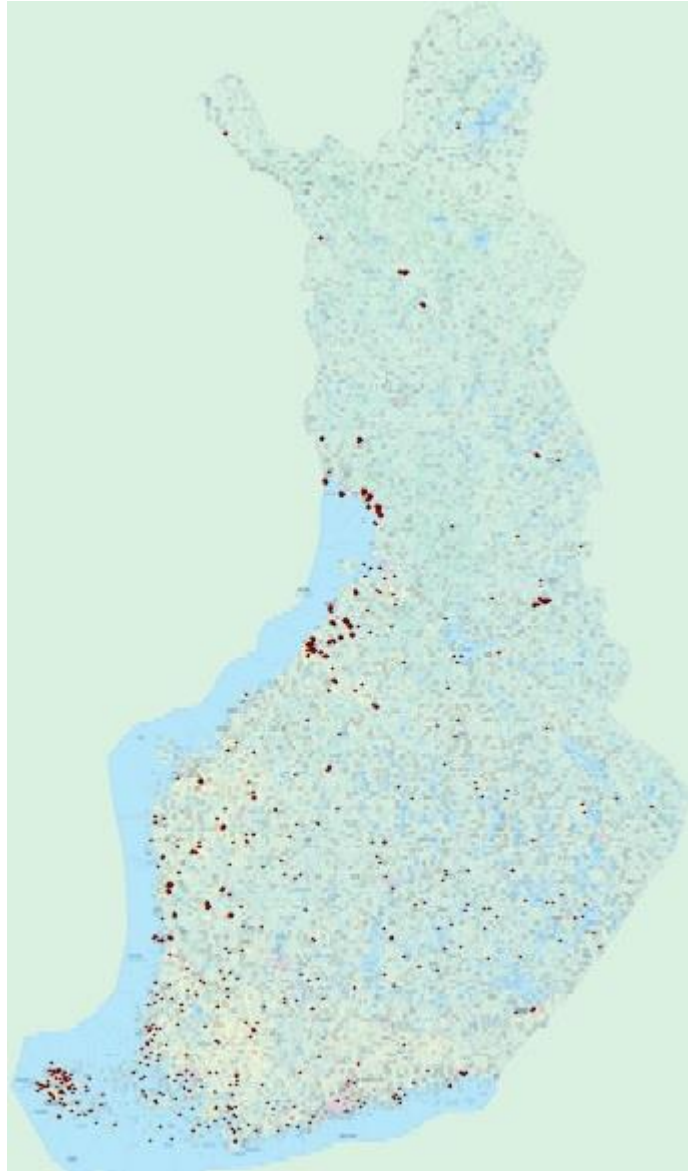


Kuva 2. Tuulivoimalan näköalatorni Vancouverissa (Eye of the Wind, Grouse Mountain)

Tuulivoimaloiden sijainnit Suomessa

Suomessa pohjoisin tuulivoimala sijaitsee Inarissa, itäisin Ilomantsin lähellä, eteläisin Hangossa ja läntisin Maarianhaminan Eckerössä. Suurin osa tuulivoimaloista sijaitsevat rannikon lähetyvillä, koska tuuliolosuhteet ovat suotuisimmat lounaan suunasta (tuulivoimalat kartalla, 2018, Maanmittauslaitos) (Suomen tuuliatlas, tuulisuus Suomessa).

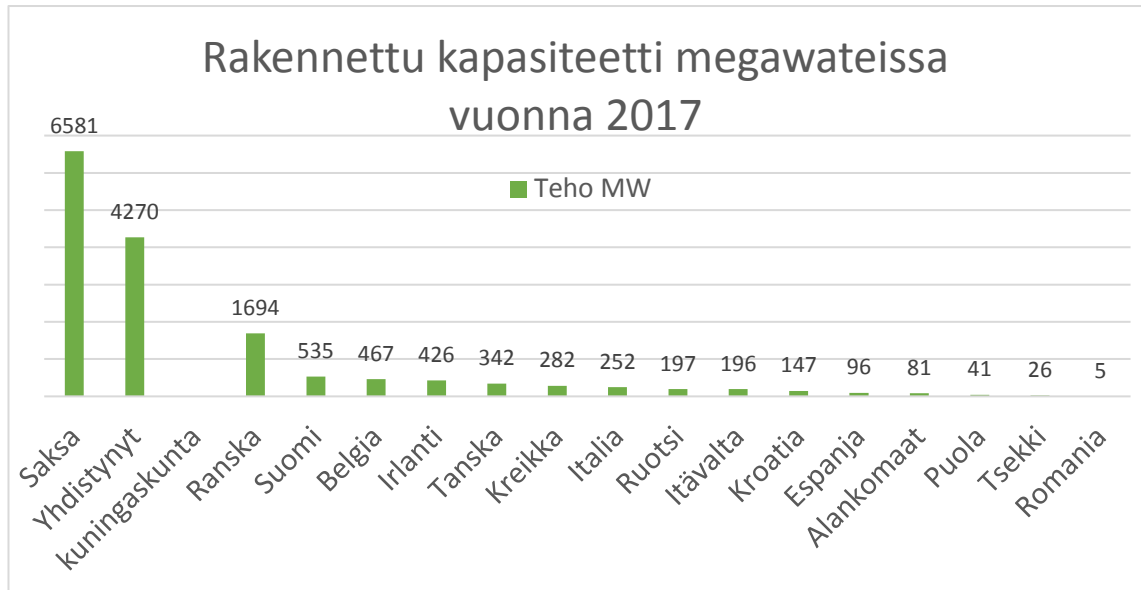
Tuulivoimalarakentamisessa Suomi asettui Euroopassa tehdyssä tutkimuksessa neljänneksi suurimmaksi vuonna 2017 rakentamalla 535 megawatin edestä tuulivoimaloita. Saksa lisäsi vuoden 2017 aikana tuulivoimalakapasiteettiaan 6581 megawatilla.



Kuva 3. Suomen tuulivoimalat kartalla, ote tammikuu 2018 (Maanmittauslaitos, 2018)

Tuulivoimaloiden turvallisuuslaitteisto ja koulutus

Tuulivoimaloissa on useita turvallisuusjärjestelyitä. Opinnäytetyössä avaan keskeisimmät asiat koskien turvallisuuslaitteita ja järjestelyitä tuulivoimaloissa ja tuulivoimaloiden turvallisuuteen liittyvistä asioista.



Kuva 4: Euroopan maat ovat lisänneet tuulivoimakapasiteettia seuraavasti vuonna 2017 (Wind Europe 2017).

Tuulivoimaloiden jarrutusjärjestelmät

Tuulivoimalat on varustettu erilaisilla jarrumekanismeilla, jotta välttyttäisiin vaarallisilta ja holtittomilta pyörimisliikkeiltä. Tuulivoimala täytyy turvallisuussyistä saada pysähtymään, kun tuulennopeus ylittää tietyn rajan. On olemassa erilaisia tapoja, joilla tuulivoimalan liike pysäytetään. Pieniä, alle kymmenen metrin roottorihalkaisijaltaan olevia tuulivoimaloita voidaan kääntää pois päin tuulesta.

Suurissa tuulivoimaloissa käytetään joko levy-, rumpu- tai aerodynaamisia jarruja. Jarrut toimivat joko tuulivoimalan pysähtymisen varmistamisena tai sitten itse pysäyttämässä. Aerodynaamiset jarrut toimivat lavoissa, jolloin lavan kärki kääntyy epädynaamiseen asentoon tuulensuuntaan nähden. Tähän jarrutustyyliin kuuluu myös kärki- ja vastuslevyjarruttaminen. Kääntyminen toimii yleensä keskipakovoimalla ja on herkkä jäähtymään. Jarrutuksesta voi lähteä kovaääninen meteli levyjen auetessa (STY).

Henkilöturvallisuus ja poistuminen

Nykyteknologia näkyy myös tuulivoimaloissa, ja älyvaatteet ovat todennäköisesti tulevaisuudessa merkittävä

henkilöturvallisuuden turvaamisessa. Menossa on kehityshankkeita, jotka voivat muuttaa henkilöturvallisuutta aika radikaalisesti. Koska tuulivoimalat voivat sijata kaukana muusta asutuksesta ja olosuhteet ovat normaalista poikkeavat, on hyvä saada etäyhteys asentajaan tai huoltohenkilökuntaan (Tourainen 2017, 46 - 47).

Älyvaatteet voisivat mahdollisesti tulevaisuudessa antaa mahdollisuuden seurata henkilön terveydentilaa kuten esimerkiksi sykettä ja hengitystaajuutta. Kypäriin voidaan asentaa tunnistimia, jotka rekisteröivät iskun päähän ja sen voimakkuuden. Kypäri pystyisi värähtelemään, ja erilaiset valot kypärässä varoittavat ennalta asetetuista asioista. Älyvaatteisiin voisi saada esimerkiksi lämpötila-, korkeus- ja paikannustietoja. Älypuhelimet ovat myös tärkeitä, ja teknologia voisi mahdollistaa sen, että valvomo pystyisi seuraamaan henkilön tietoja, joita puhelin ja älyvaatteet välittävät, ja antaa tämän kautta asentajalle tai huoltohenkilökunnalle tärkeää tietoa (Tourainen 2017, 46 - 47).

Tuulivoimaloissa työskennellään pareittain työturvallisuuden takia. Henkilökuntaa koulutetaan pelastamaan itsensä sekä toisensa tuulivoimalasta. Henkilökunta pitää mukanaan tarvittavat suojavälineet, ja se on saanut tarvittavan koulutuksen.

Finanssialan tuulivoimalan vahingontorjunnan ohjeen mukaan tuulivoimalalla on oltava pelastussuunnitelma sekä turvallisuusasiakirjoja tarvittavilla ohjeilla. Ohjeista selviää tuulivoimalaan liittyvät tärkeät asiat ja esimerkiksi tuulivoimalan tarkka sijainti. Sijainnin määrittämiseen käytetään muun muassa koordinaatistoa, jotta pelastushenkilöstö löytää nopeammin ja varmemmin perille. Finanssialan mukaan on tärkeää pitää paikat siistinä ja turvavarusteiden sekä hätäpoistumislaitteiden on oltava asianmukaiset ja aina käytössä. Jos turvallisuuskoulutus tuulivoimalaan puuttuu, tapahtuu liikkuminen tuulivoimalassa ainoastaan turvallisuusvastaavan valvonnan alaisena (Finanssiala ry 2017).

Palohälytys sekä sammutusjärjestelmät

Sammutusjärjestelmän asennus tuulivoimaloihin ei tällä hetkellä ole pakollista. Sammutusjärjestelmän investointi on kokonaiskustannuksista alle prosentti tuulivoimalan koon mukaan (Lampinen & Jaakkonen 2017, 12 - 13).

Tuulivoimaloita voidaan suojata monella eri tavalla. Tuulivoimaloita on lähes mahdollista ryhtyä sammuttamaan tulipalon sattuessa ja tulipaloja ei heti huomatakkaan. On siis tärkeää luoda järjestelmä, joka suojaa tuulivoimalaa tulipalon sattuessa. Järjestelmän pitää olla tilaan soveltuva ja reagoida oikealla tavalla oikealla hetkellä.

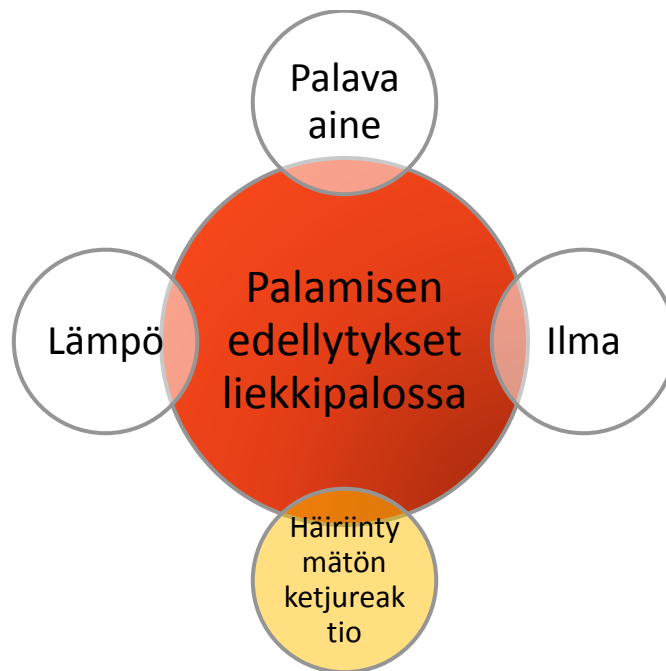
Salgrom Technologies Oy:n mukaan tuulivoimaloissa käytetään nykyään paljon aerosolisammutuslaitteistoja. Aerosolijärjestelmät ovat tehokkaita ja kestävät kovempaakin räsitusta sekä sammuttavat erilaisia palavia materiaaleja kuten kiinteitä sekä nestemäisiä palokuormia. Aerosolijärjestelmiä voidaan asentaa tuulivoimaloihin rakennusvaiheessa tai jälkiasennuksena. Salgrom Technologies Oy:n mukaan aerosoli ei ole haitallinen ihmisille (Holappa 2014, 4).

Aerosolijärjestelmien FirePro-sammutusaine on paljon tehokkaampi kuin hiilidioksidi ja inertit-kaasut. Kyseisellä FirePro-aineella on erinomainen pakkasenkesto, ja aine on tarpeen uusia viidentoista vuoden välein. Myös muut järjestelmän huollot ovat kevyitä ja helppoja tehdä. FirePro-sammutusaine sammuttaa palon katkaisemalla tulipalon kemialliset ketjureaktiot (Lampinen & Jaakkonen 2017, 12).

FirePro-aine sisältää suurimmalta osalta kaliumsuoloja ja on FPC-yhdiste (FirePro Finland Oy 2017). Kuvasta numero 5 näkyy palamisen edellytykset ja jo silloin, kun tästä ketjureaktiosta poistuu yksi osa, palo ei ole mahdollinen (Jannice Valtakari, 2017). Järjestelmä pitää huolen siitä, että tilassa, jossa ilma ei vaihdu, palo ei pysty syttymään uudelleen puoleen tuntiin. Sammutusjärjestelmät ovat yleensä kytkettyinä automaattiseen hälytysjärjestelmään, joka ilmoittaa tulipalosta ennalta määrätylle toimelle (Lampinen, H., & Jaakkonen R., 2017, s. 12).

Finanssialan tuulivoimalan vahingontorjunnan ohjeen mukaan voimalassa on oltava kaksi talven pakkasia kestäväää käsiammutinta. Käsiammuttimen vaatimuksena on kestäää jännitteisen kohteen sammuttamista turvallisesti. Tuulivoimala tulisi varustaa paloilmaisimella, joka ensimmäisestä savuhavainnosta antaa ennakkovaroituksen ja pysäyttää tuulivoimalan hallitusti. Jos paloilmaisin reagoi uudestaan, paloilmaitimen pitää välittää viestin hätäkeskukseen. On tärkeää, että tuulivoimala kytketään irti sähköverkostosta tulipalon sattuessa. Kun tuulivoimalan teho ylittää 2 MW, on asennettava

automaattinen sammutuslaitteisto sekä tuulivoimalan konehuoneeseen että tuulipuiston sähkökeskukseen (Finanssiala ry 2017).



Kuva 5. Palamisen edellytykset liekkipalossa

Turvallisuuskoulutus

Tuulivoimalan asentajat ja huoltohenkilökunta käyvät korkeanpaikan työskentelykurs- sin, jotta osaavat poikkeustilanteissa pelastautua tuulivoimalasta. Global Wind Organi- sation on luonut standardin, jonka pohjalta voidaan järjestää koulutusta, esimerkiksi laskeutumisessa. Tähän koulutukseen kuuluu tuulivoimalan turvallisuus- sekä suojalait- teisiin tutustuminen, teoreettinen sekä käytännön harjoittelu (Tiihonen 2016).

Tuulivoimalayritykset tarjoavat ja vaativat henkilökunnaltaan, joka työskentelee tuuli- voimalassa, koulutusta sekä erityisosaamista. Suomessa toimivat asentajat ja huoltohen- kilökunta saavat sähkö- sekä tulityökoulutusta. He oppivat myös, miten pelastautua ja antaa ensiapua. Koulutuksen lisäksi käydään tarkastamassa terveydentila vähintään joka toinen vuosi ja eri yrityksissä tarkastukseen voi sisältyä myös kuntotestejä. Asentajat ja huoltajat liikkuvat välillä eri tuulivoimalaorganisaatioiden välillä, ja on tärkeää, että asentaja tai huoltaja perehtyy kyseisen tuulivoimalan turvallisuuslaitteisiin tai tuo mu- kanaan henkilökohtaiset pelastautumisvälineet. Asentajan tai huoltajan tulee tuntea ym-

päristönsä vaarat sekä riskitekijät ja hänen pitää osata toimia loogisesti onnettomuustilanteessa (B&B Products, Skydda, Tiihonen, Suomen tuulivoimayhdistys ry 2014, 8 - 9).

Global Wind Organisation GWO järjestää esimerkiksi turvallisuuden peruskursseja, joilla opitaan ensiapua, turvallista tulityötä, korkeanpaikantyöskentelyä, selviytymistä merellä sekä työturvallisuutta. Suomesta löytyy sertifioituja GWO:n koulutuspaikkoja Vantaalta ja Oulusta (Wind Controller Oy) sekä Lahdesta (Cresto Center, Skydda). Kursseille otetaan kahdeksan henkilöä kerrallaan (Global Wind Organisation; B&B Products, Skydda, Tiihonen, Suomen tuulivoimayhdistys ry 2014, 9).

3 LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET

Tässä osiossa kerrotaan mitä lupia yleensä tarvitaan, ennen tuulivoimalan rakentamisen aloittamista. Vesilupa on esimerkiksi sellainen, joka koskee ainoastaan merelle rakennettavia tuulivoimaloita. Tuulivoimaloille löytyy monenlaisia määräyksiä ja alueellisia eroja sen mukaan mihin tuulivoimaloita rakennetaan. Yleinen sääntö on, että mitä lähemmäksi asutusta tuulivoimaloita rakennetaan, sitä enemmän määräyksiä tuulivoimaloita koskee. Rakentaminen lähelle asutusta saa myös kritiikkiä kansalaisilta. Opinnäytetyö käsittelee tuulivoimalarakentamista erilaisista näkökulmista, esimerkiksi miten tuulivoimala vaikuttaa luontoon sekä mitä on syytä ottaa huomioon tuulivoimaloiden lähetyvillä.

3.1 Tuulivoimaloiden lupamenettely

Tuulivoimalan lupamenettely on pitkä prosessi ja lupamenettelyn aikana luvanhakija joutuu todennäköisesti yhteiskunnan kritiikin kohteeksi, varsinkin jos rakennetaan tuulivoimalapuistoa lähelle asutusta tai muita kulttuuriarvollisia paikkoja. Tuulivoimalat jakavat mielipiteitä enemmän tai vähemmän sen mukaan, kuinka lähelle asutusta tuulivoimalaa on suunniteltu. Tuulivoimalat ovat Suomessa vielä hieman vieras asia ja vaativat kansalaisilta totuttelemista, kun taas Saksassa tuulivoimaloita on enemmän ja ne ovat siten myös arkipäiväisempiä.

Lupamenettely vaihtelee sen myötä, mihin tuulivoimalaa suunnitellaan ja minkä kokoinen teholtaan sekä kooltaan tuulivoimalasta tulee. Lupamenettelyihin vaikuttaa myös tuulivoimalan suunniteltu sijainti suunnitellaanko voimala merelle tai mantereelle ja minkä tyyppiselle alueelle. Esimerkiksi eri alueilla pitää ottaa lakia huomioon kuten poronhoitolaki ja erämaahoitolaki, joka ei siis kuitenkaan vaikuta koko Suomeen (Ympäristöministeriön julkaisu 2016, 62 - 63).

Rakennus- ja toimenpidelupa sekä poikkeamispäätös tuulivoimaloille

Tuulivoimala on rakennus- tai toimenpidelupavarainen rakennelma, jota määrittelee maankäyttö- ja rakennuslaki sekä viime kädessä kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Tuulivoimala poikkeaa normaalista rakennuksesta ulkomuodoltaan sekä rakennus-

ja pystytystavasta, ja se löytyy toimenpidelupavaraisten kohteiden alta maankäyttö- ja rakennuslain momentista 126 a. Tuulivoimala luokitellaan myös erillislaitteeksi (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 126 a §, 4; Tuulivoimayhdistys, luvat). Toimenpidelupaa käytetään alustavasti vain kotikäyttöön tuleville tai muuten pienemmille tuulivoimaloille ja rakennuslupa tarvitaan suuremmille tuulivoimaloille (Tuulivoimayhdistys, luvat)

Maankäyttö- ja rakennuslain momentin 131 mukaan tuulivoimalaa varten täytyy hakea rakennuslupa ja liittää tarvittavat selvitykset mukana. Tuulivoimalaa varten on selvitettävä asemakaava ja se, sijoittuuko tuulivoimala asemakaavan sisä- vai ulkopuolelle sekä mitä vaatimuksia asemakaava tuo mukanaan (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 135 § & 136 §).

Tuulivoimalahanke vaatii välillä poikkeamispäätöksen. Poikkeamispäätöksen voidaan tehdä maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 171§ nojalla, ja päätöksen tekee kunta tai ELY-keskus. Poikkeukseen on oltava syy, ja kuten maankäyttö- ja rakennuslain 171 § sanotaan, poikkeus ei saa aiheuttaa haittaa kaavoitukselle, kaavan toteuttamiselle tai alueiden käytön muulle järjestämiselle. Poikkeus ei myöskään saa vaikeuttaa luonnon-suojelun tavoitteiden saavuttamista tai rakennetun ympäristön suojelemista koskevien tavoitteiden saavuttamista eikä johtaa vaikutuksiltaan merkittävään rakentamiseen tai muutoin aiheuttaa merkittäviä haitallisia ympäristö- tai muita vaikutuksia.

Vesilupa

Tuulivoimaloita rakennetaan myös merialueille. Vesilupa tarvitaan, jos vesilain 587/2011 kolmannen luvun mukaan tuulivoimala voi muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä taikka pohjaveden laatua tai määrää sekä aiheuttaa muutoksia. Jos muutos muun muassa aiheuttaa tulvan vaaraa, luonnon ja sen toiminnan vahingollista muuttumista taikka vesistön tai pohjavesiesiintymän tilan huononemista, vähentää luonnon kauneutta, aiheuttaa vaaraa terveydelle ja haittaa kalastusta ja kalakannan säilymistä, vesilupa on haettava vesilain 3 luvun 3 § mukaan. Vesilupa haetaan rakennettavaa tuulivoimalaa lähimpänä olevalta aluehallintaviranomaiselta. (Aluehallintovirasto 2018, vesiluvat)

Lentoestelupa

Ilmailulain 864/2014 158 § mukaan tuulivoimalaa ei saa asettaa, järjestää tai kohdistaa siten, että sitä voidaan erehdyksessä pitää ilmailua palvelevana laitteena tai merkinä. Tuulivoimala ei myöskään saa häiritä ilmailua palvelevia laitteita tai lentoliikennettä tai aiheuttaa muutoin vaaraa lentoturvallisuudelle.

Jos tuulivoimala sijaitsee lähellä lentokenttää, varalaskupaikkaa tai muuta lentokentän mittapistettä, tarvitaan lentoestelupa, kun tuulivoimala ylittää 30 metrin korkeuden maan- tai vedenpinnasta. Jos tuulivoimala on korkeampi kuin 60 metriä maan- tai vedenpinnasta, tarvitaan aina lentoestelupa (Ilmailulaki 864/2014, 158 §).

Ympäristölupa

Ympäristölupaa tarvitaan tuulivoimalalle silloin, kun ympäristölain (527/2014) 27 § mukaan toiminnasta saattaa ympäristössä aiheutua eräistä naapuruussuhteista annetun lain (26/1920) 17 §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta. Kohtuuttomalla rasituksella tarkoitetaan 26/1920 17 § lain mukaan, että naapurille, lähistöllä asuvalle tai kiinteistöä, rakennusta tai huoneistoa hallitsevalle aiheutuu kohtuutonta rasitusta esimerkiksi tärinästä, säteilystä, valosta tai muista vastaavista vaikutuksista (Laki eräistä naapuruussuhteista, 26/1920, 17 §). Käytännössä tuulivoimalasta voi lähinnä aiheutua häiritsevää välkettä, varjostusta tai melua.

Kaavoitus

Kaavoja on lähinnä kolme erilaista ja eri tasoista; maakuntakaava, yleiskaava sekä asemakaava. Maakuntakaavan laatii kuntayhtymä eli maakunnan liitto (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 26 §).

Maakuntakaavaa laadittaessa pitää ottaa huomioon seuraavat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 28 § asiat:

- ”1) maakunnan tarkoituksenmukaiseen alue- ja yhdyskuntarakenteeseen;*
- 2) alueiden käytön ekologiseen kestävyYTEEN;*
- 3) ympäristön ja talouden kannalta kestäviin liikenteen ja teknisen huollon järjestelyihin;*
- 4) vesi- ja maa-ainesvarojen kestäväään käyttöön;*
- 5) maakunnan elinkeinoelämän toimintaedellytyksiin;*
- 6) maiseman, luonnonarvojen ja kulttuuriperinnön vaalimiseen; sekä*
- 7) virkistykseen soveltuvien alueiden riittävyYTEEN.”*

Maakuntakaavan tarkoituksena on huomioida suuria kokonaisuuksia, kuten valtakunnallisia ja maakunnallisia alueita. Maakuntakaavoituksen avulla voidaan ohjata tuulivoimalarakentamista sekä keskittää tuulivoimaloita alueellisesti järkeviin paikkoihin. Näillä keinoilla pyritään estämään haittavaikutusta esimerkiksi ympäristölle ja yhteiskunnalle (Ympäristöhallinnon ohjeita, 5/2016, 23).

Yleiskaava kuuluu kunnan tehtäväksi, jolloin pyritään yhteensovittamaan ja soveltamaan rakentamista eri alueille vähimmällä haittavaikutuksella, kuitenkin kyseisen kunnan rajojen sisäpuolella. Tuulivoimaloiden olemassa olevat ja tulevat rakennuspaikat voidaan osoittaa yleiskaavalla. Yleiskaavassa suunnitellaan, miten tuulivoimaloita voidaan sijoittaa, etteivät ne häiritse asumista, liikennettä, luontoa tai kulttuurisesti tärkeitä alueita. Kunnat voivat tarvittaessa myös tehdä yhteistyötä keskenään (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, 27). On olemassa suoraan ohjaava yleiskaava, jolla voidaan määrätä tuulivoimalan rakentamisesta. Maankäyttö- ja rakennuslain 134/2011 mukaan

77a § Yleiskaavan käyttö tuulivoimalan rakennusluvan perusteena

Rakennuslupa tuulivoimalan rakentamiseen voidaan 137 §:n 1 momentin estämättä myöntää, jos oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa on erityisesti määrätty kaavan tai sen osan käyttämisestä rakennusluvan myöntämisen perusteena.

77 b § Tuulivoimarakentamista koskevan yleiskaavan erityiset sisältövaatimukset
Laadittaessa 77 a §:ssä tarkoitettua tuulivoimarakentamista ohjaavaa yleiskaavaa, on sen lisäksi, mitä yleiskaavasta muutoin säädetään, huolehdittava siitä, että:

- 1) yleiskaava ohjaa riittävästi rakentamista ja muuta alueiden käyttöä kyseisellä alueella;*
- 2) suunniteltu tuulivoimarakentaminen ja muu maankäyttö sopeutuu maisemaan ja ympäristöön;*
- 3) tuulivoimalan tekninen huolto ja sähkönsiirto on mahdollista järjestää.*

Asemakaava on yleiskaavaa tarkempi, ja asemakaavasta voi tulla rakentamisrajoituksia kyseiselle alueelle. Rakennuslupia myönnetään asemakaavan mukaisesti, ja asemakaavassa pitää pystyä osoittamaan tuulivoimalan sopivuus lähiympäristöön. Asemakaavan sekä suoraan tuulivoimarakentamista ohjaavan kaavan valinnassa puntaroidaan tarvetta yksityiskohtiin. Asemakaavaa käytetään yleensä tiheämmin asutuissa ympäristöissä ja suoraan tuulivoimarakentamista ohjaavaa kaavaa silloin, kun on kyseessä erämaa-alueita, merta tai isoja maa-alueita (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, 33 - 34).

Pelastussuunnitelma

Tuulivoimaloilla on oltava pelastussuunnitelma sen erityispiirteiden vuoksi. Pelastuslaki 379/2011 15 § sano seuraavaa: ”*Rakennukseen tai muuhun kohteeseen, joka on poistumisturvallisuuden tai pelastustoiminnan kannalta tavanomaista vaativampi tai jossa henkilö- tai paloturvallisuudelle, ympäristölle tai kulttuuriomaisuudelle aiheutuvan vaaran taikka mahdollisen onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen voidaan arvioida olevan vakavat, on laadittava pelastussuunnitelma 14 §:ssä tarkoitetuista toimenpiteistä.*”. Pelastussuunnitelman laatimisvelvollisuutta voi myös vahvistaa vakuutusyhtiöiden kautta, kuten Osuuspankin Tuulivoimalan vahingontorjunta S940 – suojeluohje (OP 2018, 2).

Pelastussuunnitelmassa varaudutaan tulipalotilanteisiin, pyritään ennaltaehkäisemään onnettomuustilanteita, varaudutaan kohteen omaisuuden ja henkilöiden suojaukseen sekä huomioidaan ympäristöä. Pelastussuunnitelmassa varaudutaan myös sairauskohtauksiin, kirjataan yhteishenkilöt sekä yhteistiedot. Pelastussuunnitelman kuuluu olla

niiden kaikkien nähtävissä, jotka liikkuvat kohteessa ja joiden tulisi perehtyä pelastussuunnitelman sisältöön.

Tuulivoimalan turvallisuus- ja palomääräykset sekä ohjeet

Ei ole olemassa suoranaisia ohjeita turvallisuus- sekä palomääräyksistä tuulivoimaloissa. Vakuutusyhtiöiden, tuulivoimaloiden toiminnanharjoittajien, pelastuslaitosten, rakennusvalvonnan tai muilla ohjeilla voidaan ohjata, mille tasolle tuulivoimalaa rakennetaan turvallisuusnäkökulmaa ajatellen. On kuitenkin olemassa perusasioita, kuten ohjeita poistumisesta ja alkusammutuskalustoa yms., joita on oltava tuulivoimalassa. Myös koulutusta seurataan. Tuulivoima-kansalaisyhdistyksen mukaan on kuitenkin kiire saada kunnan ohjeet, lait ja linjaukset siitä, miten tuulivoimaloita kuuluu rakentaa ja suunnitella (Nikula & Pajarinen 2017, 1 - 2).

Tällä hetkellä ei ole pakollista asentaa esimerkiksi automaattista sammutusjärjestelmää tuulivoimalaan. Finanssiala Ry on luonut tuulivoimalan vahingontorjunnan turvallisuusohjeen, joka antaa ohjeita, mitä turvallisuus- sekä palontorjuntakalustoa tuulivoimalassa kuuluu olla. Ohjeessa neuvotaan asentamaan automaattinen sammutuslaitteisto, kun tuulivoimalan teho ylittää 2 megawattia. Tätä ohjetta vahvistaa muun muassa Osuuspankin Vakuutusyhtiön suojeluohje. Molemmat ohjeet vetoavat myös asentamaan palonilmaisulaitteiston (Finanssiala ry 2017, 4; OP 2018, 4).

Tuulivoimaloihin ei ole pakko asentaa automaattista sammutuslaitteistoa, mutta monien vakuutusyhtiöiden vakuutusehtojen takia tämä tulee asennettavaksi. Tuulivoimalan palaminen on kallis onnettomuus, ja vakuutusyhtiöt haluavat tuulivoimaloita suojeltavan mahdollisimman hyvin. Kun kyse on tuulivoimaloiden vakuuttamisesta, vakuutusyhtiöiden ehdoissa on aika kattava lista tuulivoimaloissa vaadittavista varustuksista turvallisuuslaitteistojen sekä palontorjunnan suhteen.

3.2 Tuulivoimaloiden palotarkastukset

Pelastuslain (2011/379) 79 § mukaan ”Pelastuslaitoksen on laadittava valvontasuunnitelma valvontatehtävän toteuttamisesta. Valvonnan on perustuttava riskien arviointiin, ja sen tulee olla laadukasta, säännöllistä ja tehokasta.

Valvontasuunnitelmassa on määritettävä suoritettavat palotarkastukset ja muut valvontatoimenpiteet sekä kuvattava, miten valvontasuunnitelman toteutumista arvioidaan.

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä valvonnassa käytettävistä riskien arvioimisen perusteista, palotarkastusten ja muiden valvontatoimenpiteiden määrittelystä sekä valvontasuunnitelman toteutumisen arvioinnista.” Pelastuslaitokset voivat, oman riskiarvioinnin mukaan, lisätä alueellaan tuulivoimalat palotarkastuskohteeksi ja valvontasuunnitelmaan.

22:sta pelastuslaitoksen valvontasuunnitelmasta ainoastaan kahdessa oli mainittu tuulivoimalat. Pohjanmaan sekä Keski-Suomen pelastuslaitos olivat ottaneet kantaa tuulivoimaloiden palotarkastuksiin. Tuulivoimalat löytyvät molempien valvontasuunnitelmasta teollisuus- ja varastorakennusten valvonnan alta. Teollisuus- ja varastorakennusten valvonta kuuluu luokkaan A4. Tuulivoimalat on molempien valvontasuunnitelmissa luokiteltu taulukon mukaan energiatuotannon rakennuksiksi ja merkitty erillisenä kohteena taulukon alapuolelle (Keski-Suomen pelastuslaitos 2018, 34; Lang 2017, 45). Vuoden 1994 rakennusluokituksen mukaan tuulivoimalat kuuluvat luokan 611 Voimalaitosrakennuksien alle (Tilastokeskus, rakennusluokitus).

Keski-Suomen pelastuslaitos on määrännyt tuulivoimaloiden tarkastusväliksi 60 kuukautta ilman muita täsmennyksiä. Pohjanmaan pelastuslaitos on määrännyt tarkastusväliksi 36 kuukautta, jos on tasan viisi tai useampi tuulivoimalaa joiden teho on 2 MW/tuulivoimala (Keski-Suomen pelastuslaitos 2018, 34; Lang 2017, 45).

4 TUULIVOIMALOIDEN SOVELTUVUUS LUONTOON

Alla olevat sisäänrakennetut alaotsikot avaavat eri näkökulmista tuulivoimaloiden soveltuvuutta luontoon sekä sivuttaa miten asiat vaikuttavat lainsäädäntöön sekä tuulivoimaloiden yleiseen turvallisuuteen.

Suomen sääolosuhteet

Suomessa on neljä vuodenaikaa, jotka kaikki tuovat mukanaan erilaisia sääolosuhteita. Suomessa voidaan päästä hellelukemiin, mutta myös napakoihin pakkaslukemiin. Suomessa ei ole hurrikaani- tai muita trooppisia myrskyjä, mutta sää voi silti käydä ääriarvoissa. Suomessa korkein mitattu lämpötila on etelässä 35,9 astetta ja alhaisin lämpötila pohjoisessa -51,5 astetta. Äärimmäiset lämpötilaerot ovat siis olleet 87,4 astetta (Suomen tuuliatlas). Nämä ovat äärioloja, mutta vuosittain mitattu lämpötila vaihtelee helposti +20 asteesta -20 asteeseen, eli lämpötilaero on 40 astetta. Suomen eteläosissa talvet ovat lyhyempiä ja kesät pidempiä kuin pohjoissuomessa.

Suomen tuuliennätykset ovat vuosilta 1971, 1975 ja 1995, jolloin on mitattu 31 m/s tuulen nopeudeksi. Tuntureilla maastoissa ja aukeamilla on puuskittaisten tuulien voimakkuudeksi mitattu reilu 40 m/s. Tuulivoimaloita suunniteltaessa on otettava huomioon alemman ilmakehän suihkuvirtaukset. Alemman ilman suihkuvirtaus on eräänlainen rajakerros, jossa esiintyy tuulimaksimi. Tuulimaksimi ylittää ylä- ja alapuolisen tuulen nopeuden ainakin 2 m/s:ssa. Suihkuvirtaus vaikuttaa tuulivoimalaan sekä positiivisesti että negatiivisesti. Tuulivoimala rasittuu mekaanisesti tuulen nopeuden kasvaessa voimakkaasti korkeuden mukana suihkuvirtauksen rajakerroksessa. Suihkuvirtaus lisää myös tuotantotehokkuutta. Suihkuvirtaukset eivät esiinny tavallisissa 10 - 30 metrin korkeudella olevissa sääasemien tuulimittareissa, vaan suihkuvirtauksen mittaamiseen vaaditaan yleensä noin 100 - 600 metrin korkeutta (Suomen tuuliatlas).

Huipulla tuulee

”Tuuleeko tarpeeksi?” on oleellisimpia asioita, mitä tulisi huomioida tuulivoimalan suunnittelussa. Tuulta on tutkittu Suomessa jo pitkään, mutta ensimmäisiä varsinaisia tutkimuksia ja kirjattuja tuuliatlaksia on tehty vasta 1990-luvun alusta. Tuulivoimaloi-

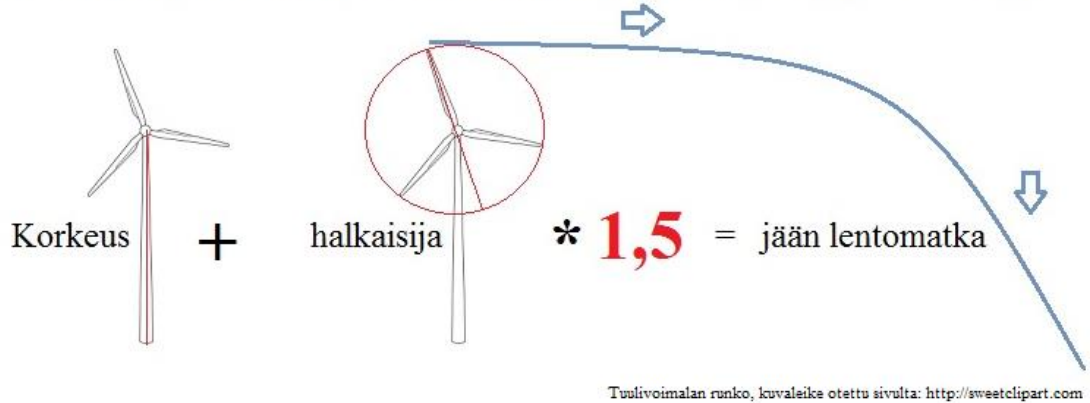
den määrä kasvaa Suomessa huimaa vauhtia ja tuuliatlaksista on suuri apu tuulivoimaloiden suunnittelussa. Tuuliatlas on sääennustemalli, joka perustuu numeeriseen- sekä tilastolliseen malliin. Muun muassa Ilmatieteenlaitos, Motiva, Vaisala sekä tanskalainen RISÖ DTU ovat yhteistyössä toteuttaneet tuuliatlaksen työ- ja elinkeinoministeriön tilauksesta vuonna 2008. Tuuliatlaksesta saa paljon hyvää tietoa Suomen tuulista, sääolosuhteista ja tuulivoimaan liittyvistä asioista (Suomen tuuliatlas).

Suomen sijainti on tuuliolosuhteiden nähden hyvä ja tuulen nopeus kilometrin korkeudessa on keskimäärin 9 - 9,5 metriä sekunnissa. Suomessa tuulen nopeus vaihtelee vuodenajan mukaan. Merialueilla, Lapin tuntureilla ja Suomen rannikolla tuulen nopeus vaihtelee enemmän kuin sisämaassa. Maapinnan rosoisuus, maaston korkeusvaihtelut sekä avoimet paikat, kuten meri ja suuret järvet, ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat tuulen nopeuteen. (Suomen tuuliatlas).

Tuulivoimaloiden lapojen jäätäminen ja jäänlentoetäisyys

Tuulivoimaloiden lapojen jäätäminen on vakava huolenaihe, johon liittyy monta vaara- sekä haittatekijää. Jäätäminen on tärkeä osa-alue tuulivoimalapuistojen suunnittelussa. Merkittävä huolenaihe varsinkin pohjoisemmassa Suomessa on lapojen jäätäminen. Tuulivoimaloissa jäätäminen tarkoittaa lapoihin kertyvää jääkerrosta, joka häiritsee lapojen aerodynamiikkaa ja muuttaa lapojen pintojen siloisuutta. Lapoihin on mahdollista asentaa lämmitysjärjestelmä, joka kuluttaa vajaan 2 % tuotetusta tuulivoiman energiasta. Jäiset lavat kuluttavat tuulivoimaloiden osia ja lyhentävät tuulivoimaloiden elinikää. Lapojen jääkertymät voivat lentää pitkiä matkoja lapojen pyöriessä tai pudota suoraan alas tornista (Suomen tuuliatlas). On olemassa laskukaava, jonka avulla voidaan tehdä karkea ja nopea laskelma, jolla arvioida mihin asti jää lentää.

$$(\text{Tuulivoimalan napakorkeus (m)} + \text{roottorien halkaisija siivestä siipeen (m)}) * 1,5 = \text{(m)}$$



Kuva 6. Jään lentomatka.

Esimerkiksi 5-7 MW tuulivoimala, joka sijoittuu meren päälle voi olla mitoiltaan seuraavanlainen; tuulivoimalan korkeus 140 metriä ja roottorien halkaisija 125 metriä.

Tämä tekee kuva kuuden mukaan seuraavan laskukaavan:

$$(140\text{m} + 125\text{ m}) * 1,5 = 397,5\text{ m}$$

Tuulivoimalasta irtoavan jään lentomatka on siis vajaat 400 metriä (Smart Windpower Oy, Ympäristövaikutukset & Tuulivoimaopas, tuulivoimalaitos 2015). Jäänlentomatka on pisin, jos jää irtoaa lavan ollessa 45 - 50 asteen kulmassa (Haapanen 2014, 32).

Eristettävä alue voi siis olla hyvin suuri. Kannattaisi ottaa jään lentomatkan laskupituuden lisäksi myös varmuudeksi vielä lisävaroetäisyyttä. Jään lentoetäisyydet on otettava huomioon kaavojen tekemisessä sekä yksittäisten tuulivoimaloiden ja tuulivoimalapuojen suunnittelussa.

Suomessa napapiirin yläpuolella jäätäviä päiviä vuodessa on noin 15 – 30 jäätävää päivää ja eteläisimmissä osissa 8 - 14 päivää. Rannikolla jäätäviä päiviä on alle viikko ja merellä karkeasti nolla päivää (Haapanen 2014, 9).

Tuulivoimalan välke- sekä meluhaitat

Tuulivoimalan meluhaitat syntyvät suurimmaksi osaksi pyörivistä lavoista, kun ne pyöri-
vät. Muita häiritseviä ääniä tuottavia laitteita ovat vaihteisto, tuulivoimalan jäähdytys-

järjestelmä sekä generaattori. Jos seisoo 300 metrin päässä tuulivoimalasta, mitattu desibelin taso voi olla noin 41 desibelin luokkaa (Smart Windpower Oy, ympäristövaikutukset, melu). 41 desibeliä vastaa tietokoneen surinan äänentaso (Kuningaskuluttaja 2003). Ongelmana on tuulivoimaloiden tuottama matalataajuinen ääni, joka vaikuttaa ihmiseen ilman, että hän huomaa sen. Ihminen voi kärsiä henkisistä, fyysisiä sekä psyykkisistä oireista tuulivoimalan tuottaman matalataajuisen melun takia. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuksen mukaan tuulivoimalaa ei kuuluisi rakentaa alle kahden kilometrin päähän asutuksesta, jos tuulivoimala ylittää kahden megawatin tehon (Poikolainen 2014, MT).

Tuulivoimalasta voi kauniina päivänä syntyä hetkellistä välkettä eli varjostusta auringon takia. Varjostus riippuu auringon valosta ja vuorokauden ajasta. Tuulivoimalan varjoja pystyy erottamaan enintään kilometrin tai kahden päässä. Suomi ei ole asettanut välkkeelle raja-arvoja toisin kuin Saksa. Saksassa välkepäiviä saa olla enintään puolitoista vuorokautta vuodesta (Smart Windpower Oy, ympäristövaikutukset, välke). On olemassa järjestelmiä, jotka voivat sammuttaa tuulivoimalan siksi aikaa, kun häiritsevää välkettä voi mahdollisesti syntyä (Iwea 2017, Environmental Impacts).

Tuulivoimala ja eläinten turvallisuus

Tuulivoimalat voivat häiritä lintuja niiden pesimä- sekä ruokailualueilla. Linnuilla on tietyt muutto- sekä lentoreitit, jotka häiriintyvät tuulivoimaloiden takia. Tuulivoimaloiden häiritsevyys vaihtelee vuodenajan sekä lintulajin mukaisesti. Linnut voivat muuttaa lentoreittiään ja oppia pesimään ja syömään uusissa paikoissa, jolloin häirintä vähenee (Ympäristöministeriö 5/2016, 85 - 86).

Tuulivoimaloiden toinen piilevä riski linnuille on törmäysvaara. Riippuu lajista, mitkä linnut ovat alttiimpia törmäämään. Isot linnut kuten kotkat huomaavat pyöriä lapoja huonommin ja törmäävät niihin. Isojen lintujen pitkä elinkaari ja hidas lisääntyminen ovat törmäyksien varjopuoli. Useat linnut osaavat kuitenkin väistää tuulivoimaloita kaukaa varsinkin hyvällä säällä ja valoisalla. Sähkölinjat suositellaan kaivettavaksi maahan tuulivoimaloiden ympärillä, jotta yksi lisätörmäysriski vähenisi. Merikotka on rauhoitettu lintu Suomessa, ja tämän esiintyminen hankkeen alueella voi vaikuttaa tuu-

livoimalan lupapäätöksiin. Lepakoiden tärkeät elinalueet sekä lisääntymis- ja levähdyspaikat eivät saa häiritä rakentamalla tuulivoimaloita (Ympäristöministeriö 5/2016, 91).

Hyvän tieverkoston tärkeys

Hyvä ja kantava tieverkko on oleellinen asia jo rakennusvaiheessa. Tuulivoimalan siivet ja runko ovat hyvin pitkiä. Yhdistelmäajoneuvot kuljettavat tuulivoimalan osia erikoiskuljetuksena rakennuspaikalle. Erikoiskuljetukset voivat vaatia tieopasteiden ja liikennemerkkien poistamisen kuljetuksen tieltä. Tuulivoimalakuljetukset ovat painavia ja vaativat hyvän tiepohjan sekä kunnolla kääntymistilaa. Varsinkin uusille tuulivoimalapuistoille on yleisesti olemassa hyvät tiet sekä opastekyltit.



Kuva 7. Tieverkosto voi olla näin hyvä keskellä metsää (STY 2016, HeliFoto Oy_3).



Kuva 8. Tuulivoimalan erikoiskuljetus Suomessa (Lehmuskallio, Länsi Suomi).

Pelastustoimen kannalta on tärkeää, että tuulivoimalapuiston alue on hyvin opastettu ja tuulivoimalat ovat erotettuina tunnisteilla toisistaan. Selkeät ja näkyvät opaskyltit ovat tärkeitä paikantamisen vuoksi. Koska tuulivoimalat vaativat huoltoa ja ylläpitoa, tiet on yleensä aurattu talvella. Pelastustoimen ajoneuvoilla pitäisi päästä helposti perille asti. Teiden kantavuuden on oltava riittävä myös raskaille ajoneuvoille. Jos tuulivoimalassa sattuu suuri onnettomuus, johon on menossa monta yksikköä, pelastustoimen johtajan on hyvä miettiä ajoissa saapuville yksiköille sisääntulokohdan tai ajojärjestyksen alueelle, ettei tule ahdasta. Tuulivoimalat ovat yleensä syrjemmällä asutuksesta, ja isoilta teiltä ja yksittäisiin tuulivoimaloihin johtaa yleensä yksi tie. Jos tuulivoimalasta on vaarana lentää osia, alueen eristys sujuu suhteellisen helposti.

5 TUULIVOIMALOIDEN ONNETTOMUUSRISKIT

Tilastotiedot tuulivoimaloiden onnettomuuksista on haettu PRONTO-järjestelmän hakutuloksista. Tilastotietoja varten on käytetty myös muita lähteitä tuulivoimaloiden onnettomuusriskeistä. Yleisesti ottaen kahden vuosikymmenen aikana tuulivoimala onnettomuuksia on sattunut suhteellisen vähän.

5.1 Tuulivoimalan turvallisuus- ja onnettomuusriskit

Pelastustoiminnan tilaston mukaan 21 vuoden aikana on sattunut kuusi hälytystä, kun jokin esine on lentänyt tuulivoimalasta. Todennäköisesti osia sekä jäätä on lentänyt enemmänkin, mutta näistä ei olla raportoitu tai ne eivät ole johtaneet hälytykseen. Kuten opinnäytetyön toisesta kappaleesta selviää, tuulivoimaloiden määrät ovat lisääntyneet huomasti viime vuosikymmenen aikana, mikä lisää myös onnettomuusriskiä. Todennäköisyys että tuulivoimalasta lentää osia ei ole suuri, mutta se on kuitenkin tiedostettava riski. Tuulivoimaloita ei rakenneta asutusten lähelle, niin että se voisi aiheuttaa vaaraa lähiasukkaille lentävien esineiden osalta.

Tulipaloja on 21 vuoden aikana sattunut seitsemän kappaletta, joista kaksi on ollut tuhoisia. Tuhoisat tulipalot sattuivat Haminassa vuonna 2017 ja Uudessakaupungissa vuonna 2004. Tuulivoimaloissa todennäköisin syy tulipaloon on ollut sähkölaitteiston vika, ja paloista noin puolet tulipaloista on sattunut maantasolla. (Pronto-poiminta 2017).

Tuulivoimalat, jotka ovat luokaltaan kahdesta viiteen megawattia, pitävät sisällään ison määrän palavia nesteitä sekä vaarallisia kemikaaleja. Kemikaaleja, kuten öljyjä ja koneen rasvoja, voi olla jopa reilun parin tonnin edestä konehuoneessa, sekä useita satoja litroja jäähdytysnesteitä (Tuulivoimaloiden tulipalo- ja onnettomuusriskit 2017, 3).

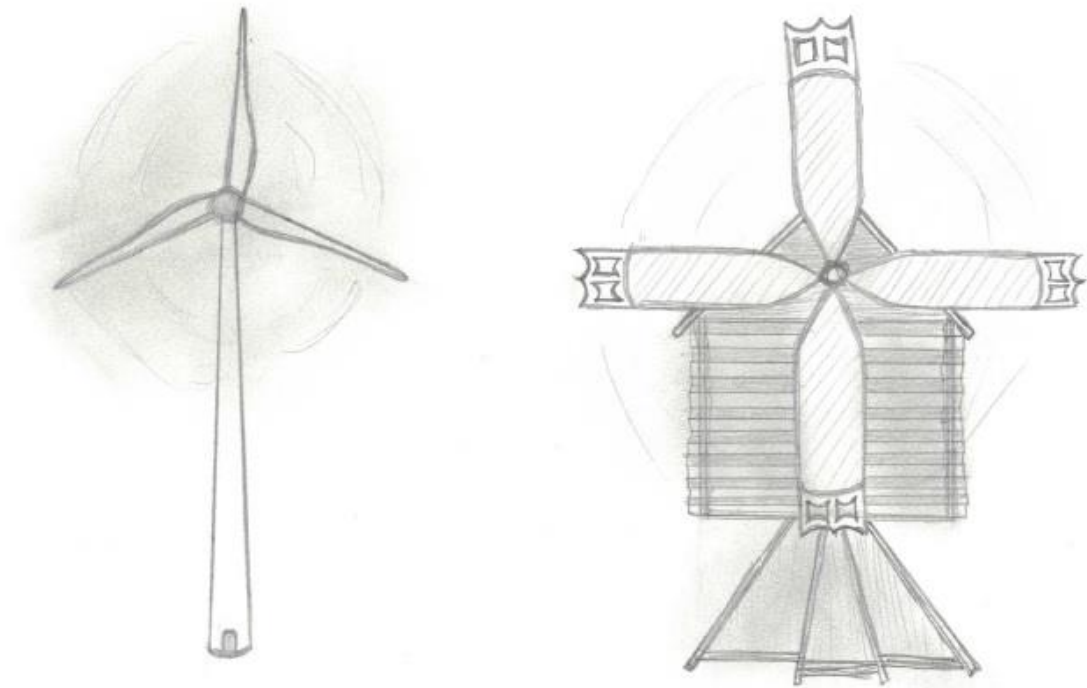
Pronton mukaan on ollut kaksi tapausta, jossa tuulivoimalan siivet ovat pyörineet holtittomasti, joten riski ei ole kovin suuri, että näin tapahtuisi (Pronto-poiminta 2017). Tuulivoimala-alueille on yleensä pääsy kielletty, ja jos huomaa tällaisen vian tuulivoimalassa, on syytä pysyä kaukana, koska siivet voivat lentää kauaksi.

Tuulivoimalat on hyvin suojattu ukkoselta maadoituskaapeleilla tuulivoimalan rungossa sekä maassa isolla maadoitusverkostolla. Ukkonen tuottaa harvoin ongelmia tuulivoimaloille (Pape-Mustonen 2016), silti on syytä pysyä kauempana ukkosilmalla.

Tuulivoimalassa voi sattua sairaskohtaus tai esimerkiksi turvallisuuslaitteen jumittuminen tikkaisiin. Tuulivoimalassa on lähes poikkeuksetta aina kaksi asentajaa. Nämä henkilöt ovat saaneet koulutuksen, miten pelastaa toiset, ja itsensä korkealta. Korkealta pelastaminen ei kuitenkaan aina onnistu yksin, ja pelastuslaitos voi joutua avustamaan. On tärkeää kouluttaa pelastuslaitoksen henkilökuntaa, jotta pelastajat osaavat toimia hädän tullessa (Tiihonen 2016).

5.2 Pronton tulokset tuulivoimalaonnettomuuksista

Etsin Prontosta tietoa tuulivoimalaonnettomuuksista ja huomasin eräänlaisen ongelman hakuvaiheessa, ongelma oli sanasto. Prontoa on täytetty kahdella eri sanalla: tuulivoimala ja tuulimylly. Pronton käyttäjä ei ole ajatellut näiden käsitteiden eroja. Pronton käyttäjä voi käyttää joko sanaa tuulimyllyä tarkoittaen tuulivoimalaa ja toiset käyttäjät sanaa tuulivoimala tarkoittaen tulimyllyä. Mielestäni olisi tärkeää käyttää oikeita termejä, jotta virhetilastoista vältyttäisiin tulevaisuudessa. Kuva yhdeksän seuraavalla sivulla havainnollistaa tuulivoimalan ja tuulimyllyn eroa ulkomuodollisesti.



Kuva 9. Vasemmalla tuulivoimala, oikealla tuulimylly.

Kahdenkymmenen vuoden aikana on tapahtunut kahdeksantoista hälytystä, jotka ovat koskeneet tuulivoimaloita. Onnettomuuksien tehtävät luokittelevat karkeasti neljään eri kategoriaan. Kategoriat ovat tulipalo, putoaminen/putoamisvaara, vahingontorjunta sekä hälytykset, jotka eivät vaatineet jatkotoimenpiteitä. Tuulivoimalan hälytyksen yleisin syy on tulipalo ja putoamisvaara.

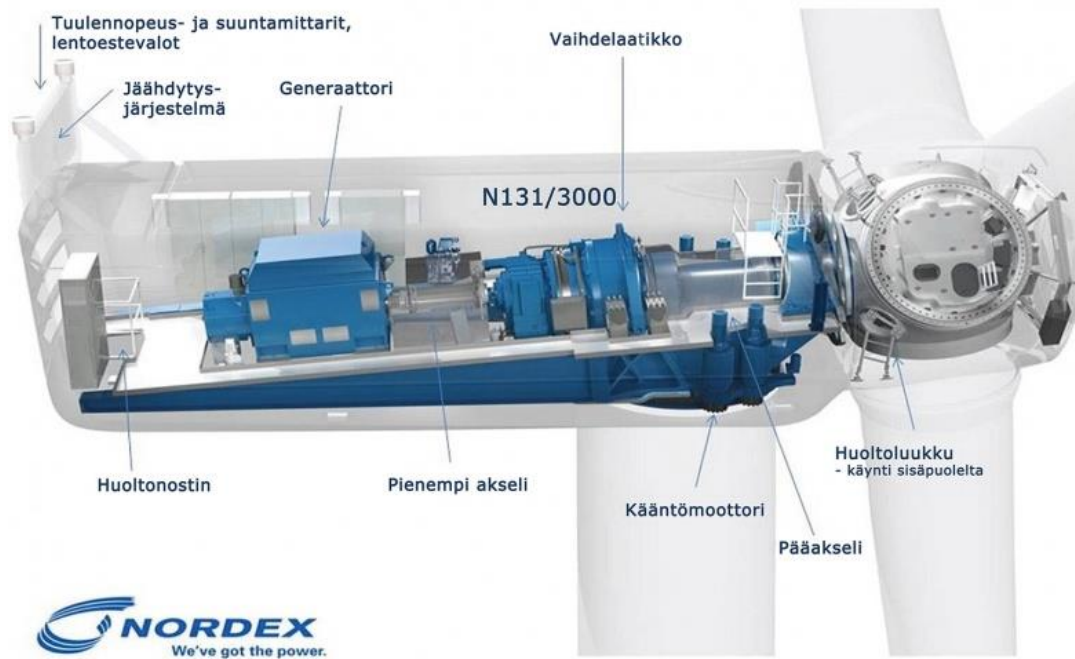
Taulukko numero yksi havainnollistaa seuraavat kaksi kappaleet tiheytetysti. Noin puolet tulipaloista on tapahtunut tuulivoimalan yläosissa ja toinen osa maantasossa. Maantasossa sähkölaitteet ovat yleisin syytymissyy ja yläosissa mekaaninen tai sähköinen vika (Pronto-poiminta 2017).

On lähes yhtä suuri vaara, että jotakin on tippumassa tai jopa lentää tuulivoimalasta, kuin että tuulivoimala syttyy palaamaan. Yleensä tuulivoimalasta tippui tai lensi jokin osa, joka kuului siipeen. Oli myös tarkistusluonteisia hälytystehtäviä, jotka eivät aiheuttaneet isoja jatkotehtäviä palokunnalle. Tarkistusluonteisia tehtäviä oli esimerkiksi väärinkäsityksiä, tuulivoimalan epätavalliseen ääneen liittyvät ilmoitukset ja jatkoilmoituk-

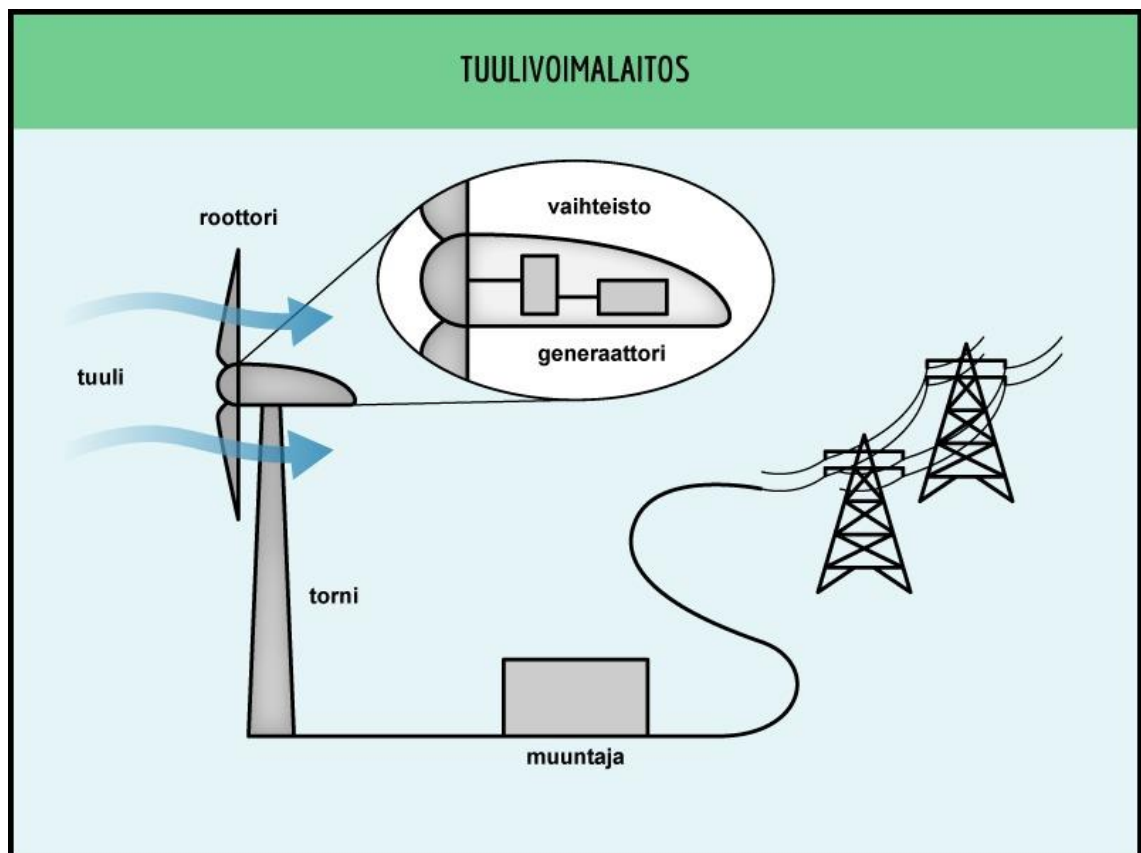
sia sähköyhtiölle ja niin edelleen. Pronton mukaan ei ollut yhtäkään ensihoidollista tehtävää (Pronto-poiminta 2017).

Tuulivoimaloihin liittyvät hälytykset vuosina 1996-2017		
Hälytyksen luonne		Määrä
Tulipalo		
	Konehuoneessa ylhäällä	3 hälytystä
	Sähkölaitteet maantasolla	3 hälytystä
	Ei tietoa	1 hälytys
Tuulivoimalasta pudonnut osia/ putoamisvaara		
	Pudonnut osia	2 hälytystä
	Putoamisvaara	4 hälytystä
Vahingontorjunta		
	Pesutehtävä	1 hälytys
Ei aiheuttanut jatkotoimenpiteitä palokunnalle		
		4 hälytystä
Yhteensä		
		18 hälytystä

Taulukko 1. Kootut tiedot tuulivoimaloihin liittyvistä onnettomuuksista vuosina 1996 - 2017 (Pronto-poiminta 2017).



Kuva 10. Tuulivoimalan konehuoneiston eli nasellin rakenne (Suomen tuulivoimayhdistys).



Kuva 11. Tuulivoimalaitoksen toimintaperiaate (e-Oppi Oy).

6 TUULIVOIMALAT PELASTUSTOIMINNAN NÄKÖKULMASTA

Tuulivoimalaonnettomuudet eivät ole millekään pelastustoimen alueelle tuttuja eikä näihin onnettomuuksiin pääse syntymään vahvaa rutiinia ja toimintamallia. Tämän takia on tärkeää olla varovainen ja harkita päätöksiään tarkasti onnettomuuden sattuessa ja hälytykseen lähtiessä. On tärkeää miettiä ennen asemalta lähtöä, että mukana on oikea ja parhaiten soveltuva kalusto.

6.1 Yleinen työturvallisuus tuulivoimalaonnettomuudessa

Pelastustoiminnan toimintaan tuulivoimalan onnettomuuspaikalla vaikuttaa suuresti työympäristön turvallisuus. Jos on vaara, että jotakin putoaa tuulivoimalasta tai aiheuttaa muuta suurta vaaraa, tuulivoimalaan tai sen alueelle ei turhaan lähetetä pelastushenkilökuntaa, vaan tilanne on ensin stabiloitava. On hyvin vaikeaa määrittellä toimintaohjeet erikseen jokaiselle onnettomuustyyppille, koska tilanteet eivät ole identtiset ja tuulivoimalaonnettomuuksissa on osattava soveltaa opittuja taitoja.

Tuulivoimaloihin olisi hyvä tehdä kohdekortit, jotka palvelisivat pelastustoimea onnettomuustilanteessa. Tuulivoimaloita on rakennettu eri vuosikymmeninä, ja turvallisuustaso sekä rakenteet ovat muuttuneet. Kohdekortista olisi hyvä ilmetä esimerkiksi seuraavat asiat:

- yhteystiedot ja reitti-ohjeet
- mahdollisten hätäseispainikkeiden, laukaisukahvojen yms. sijainnit
- vaara-alue onnettomuuden sattuessa ja tehokkaasti toimiva eristysalue (eristysalue, joka vaikuttaisi vähiten muuhun liikenteeseen, huomioi tarvittavat rakennukset, lyhyin reitti vesilähteeseen ja kertoo evakuoitavista alueista)
- vaarallisten paikkojen ohjeistaminen, esimerkiksi sähköiskuvaaran tai liikkuvien osien hahmottaminen
- vaarallisten aineiden luettelo, määrät ja onko niiden sijainti tuulivoimala-alueella, konehuoneessa yläilmoissa vai maan tasalla
- sammutuslaitteiston tyyppi ja sen toimintakyky
- mahdollinen savunpoisto
- pelastautumisreitit tuulivoimalasta.

6.2 Yhteistyö toiminnanharjoittajan kanssa

On tärkeää olla yhteydessä tuulivoimalan toiminnanharjoittajaan onnettomuuden sattuessa, koska hän on kuitenkin parempi asiantuntija tuulivoimalan suhteen. Hyödyntämällä toiminnanharjoittajan sekä pelastustoimen tietoa ja tekemällä taktinen suunnitelma on myös paremmat mahdollisuudet suoriutua onnettomuudesta hyvin ja turvallisesti. Tämän yhteistyön määrän tarve riippuu tietenkin onnettomuustyyppistä.

6.3 Pelastustoiminnan taktiikka onnettomuustilanteissa

Pelastustoiminnan taktiset painopisteet muuttuvat tuulivoimalan sijainnin mukaan. Taktiikkaan vaikuttaa suuresti muun muassa se, onko tuulivoimala merellä vai maalla. Kallustoon ja oikeaan pelastusvälineen valintaan vaikuttaa myös suuresti, onko tuulivoimala maalla vai merellä. Painopisteihin vaikuttavat myös onnettomuuden tyypit sen mukaan, onko kyseessä tulipalo, vahingontorjunta, ensihoidon tehtävä tai jokin muu uhka.

Merellä ei tarvitse huomioida ympäristön eristämistä samalla tavalla kuin maalla, mutta on vaikeampaa tavoittaa tuulivoimalaa turvallisesti. Vahingontorjuntatehtävää, esimerkiksi vaarallisten aineiden vuoto konehuoneesta, on haastavampi merellä ja näin on myös henkilön pelastustehtävää. Tulipalotilanteessa kappaleet putoavat mereen, ja eivät sytytä ympäristöä palamaan, mutta on myös tärkeää luonnon kannalta saada pudonneet osat merestä talteen tulipalotilanteen jälkeen.

Jos tuulivoimalan konehuoneessa palaa, pelastustoimi ei voi lähteä sammuttamaan tulipaloa. Selvitysmatkat sekä paineenhäviö, raskas nousu, umpikuja sekä ahtaat tilat ja huonot poistumisreitit olisivat liian riskialttiita sekä vaativia tilanteita. Hyötysuhde lähteä sammuttamaan tuulivoimalaa sisältä sekä ulkoa on hyvin vähäinen, ja on lähes mahdotonta sammuttaa tulipaloa sisältä sekä ulkoapäin.

Vaikean sammutettavuuden takia on tärkeää painottaa tuulivoimaloiden oman sammutusjärjestelmän tärkeyttä. Helikopterin käyttö sammutuksessa ei anna paljon apua, varsinkin jos tuulivoimalan ulkokuoren sisällä palaa ja vesi ei pääse vaikuttamaan palo- paikkaan. Tulipalotilanteessa pelastustoimelle jää eristettäväksi alue vähintään 300 metrin etäisyydelle ja lisävahinkojen syntymisen estäminen.



Kuva 12. Ahtaat tilat tuulivoimalassa (Arnalich 2013).

Tulipalon seuraamuksena tuulivoimalasta voi lentää erikokoisia kappaleita pitkiäkin matkoja ja nämä voisivat sytyttää maasto- tai rakennuspaloja ympärilleen. Tuulivoimalasta syntyy myrkyllistä savua, sillä tuulivoimalan konehuoneessa on suuria määriä palavia nesteitä. On huomioitava, että tuulivoimalat voivat sijaita kaukana vesilähteistä, jolloin on tärkeää huomioida sammutusveden saanti ajoissa, varsinkin jos tuulivoimalapalo uhkaa sytyttää maastoa tuulivoimalan ympärillä.

Mahdolliset huolto- ja asennushenkilöstön pelastustehtävät, tapaturma tai sairaskohdaukset ovat haastavia, mutta harvinaisia. Haasteena on muun muassa, että pelastushenkilöstön paikan päälle tulo kestää, jos kohde on kaukana paloasemalta. Tuulivoimalan tilat voivat olla ahtaita, pelastustoimen kalusto sopimaton kyseiseen tilaan ja potilaan alas saaminen hankalaa. On tärkeää harjoitella tilanteita tuulivoimaloissa ja perehtyä tuulivoimalan omiin turvallisuusjärjestelyihin sekä huoltohenkilökunnan toimintatapoihin ja osaamiseen onnettomuustilanteissa. Henkilökunta osaa näyttää tuulivoimalan vaaranpaikkoja sekä muita turvallisuudelle oleellisia asioita.

Helikopterin käyttö ensihoidollisissa pelastustehtävissä tuulivoimalasta

Olisiko mahdollista ja helpompaa pelastaa konehuoneessa sairaskohtausta saanutta tai loukkaantunutta henkilöä konehuoneen kattoluukun kautta helikopterilla? Onko parempi vinssata henkilö alas tuulivoimalan sisäpuolelta? Tähän helikopterioperaatioon vaikuttaa varmasti moni asia, esimerkiksi se, onko tuulivoimala käynnissä ja pyörii, onko tuulivoimala rakenteeltaan suunniteltu tällaiseen mahdollisuuteen ja kuinka vakava henkilön sairaskohtaus tai loukkaantuminen on. Vaativaan vinssaustoimintaan pystyy ainoastaan Rajavartiolaitoksen helikopteri. Korkealla tuulisissa olosuhteissa on haastavaa pelastaa köysillä niin helikopterista kuin vinssamalla alas tuulivoimalan ulkopuolelta. Ulkopuolisen vinssauksen vaarana on narun varassa olevien henkilöiden heiluminen edestakaisin hallitsemattomasti. Kuten kuvasta numero 13 voi nähdä, vinssaaminen on tarkkaa työtä.



Kuva 13. Englannissa merellä sijaitsevalle tuulivoimalalle tuodaan huoltohenkilöstöä (Healey 2012).

6.4 Viranomaisyhteistyö ja johtovastuu merellä sekä maalla

Tuulivoimalaonnettomuuden johtovastuu merellä on hieman harmaalla alueella oleva aihe. Se ei ole kovin yksiselitteinen asia, ja se riippuu onnettomuuden tyypistä sekä siitä, luokitellaanko tuulivoimala saareksi. Yleisesti ottaen, kun tapahtuu onnettomuus merellä, johtovastuu on Rajavartiolaitoksella. Onnettomuuden tapahtuessa saarella johtovastuu on pelastustoimella. Oli johtovastuu kummalla tahansa, yhteistyötä tehdään,

jotta onnettomuus saadaan hallintaan mahdollisimman nopeasti, tehokkaasti sekä turvalisesti. Pelastustoimella ja Rajavartiolaitoksella on erilaista kalustoa ja hieman erilaista tietotaitoa; joita sovelletaan tilanteen mukaisesti.



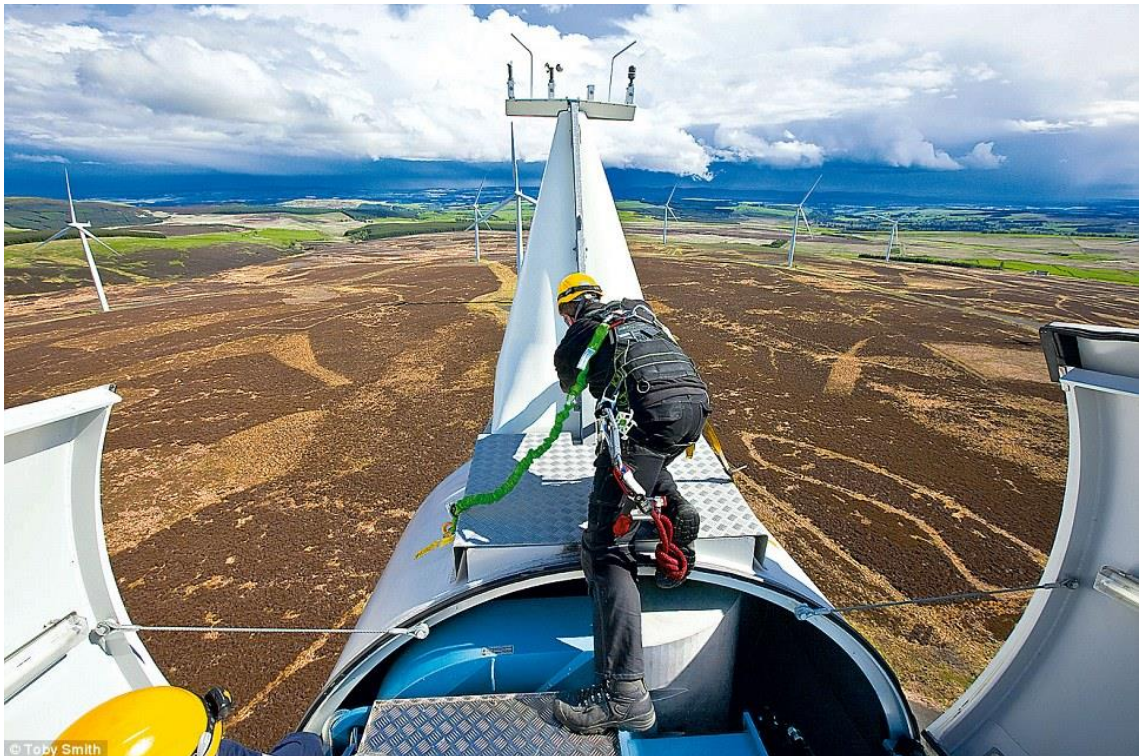
Kuva 14. Paloautot antavat osviittaa korkeudesta (Arnalich 2013).

Tuulivoimalaonnettomuuden johtovastuu merellä on myös herättänyt keskustelua Ruotsissa, siihen ei ole suoranaista vastausta. Siellä toimii myös karkeasti pelastustoimi maalla ja meripelastus merellisillä tehtävissä (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2010, 2).

Ensihoidollisissa tehtävissä merellä ja maalla pelastustoimi, meripelastusseura tai Rajavartiolaitos ovat auttamassa ensihoidon henkilökuntaa. Myös korkealta pelastaminen kuuluu pelastustoimen tehtävään, jonka jälkeen toimitetaan potilas ensihoidolle. Ensihoidolla ei ole varusteita eikä tarvittavaa koulutusta hoitaa tuulivoimalatehtäviä yksin.

6.5 Korkeanpaikan- sekä ahtaanpaikankammo

On tärkeää huomioida tuulivoimalan korkeus verrattuna normaaleihin laskeutumiskohteisiin. Pelastushenkilöstöä tulee kouluttaa tuulivoimalan erikoisluonnetta ajatellen. Tuulivoimalat ovat niin paljon korkeampia kuin yleisimmät laskeutumiskohteet, ja korkeanpaikan pelkoa voikin yllättäen esiintyä henkilöllä, joka normaalisti sietää korkeita paikkoja.



Kuva 15. Korkeanpaikan kammo saattaa väkisin esiintyä näissä korkeuksissa (Smith 2010)

Ei myöskään pidä vähätellä mahdollisuutta, että pelastushenkilölle tulee ahtaanpaikankammo tuulivoimalassa. Tuulivoimalan korkea ja erikoinen rakenne sisäpuolelta voi mahdollisesti aiheuttaa ahtaanpaikankammon oireita. Toinen mahdollinen syy ahtaanpaikankammoon on vähäinen määrä ulospääsyreittejä. Yleensä pelastustehtävässä pelastaja on tehtävään sitoutunut ja omaa ammatillista taitoa sivuuttaa omia pelkojaan hetkeksi, mutta ahtaus ja tuulivoimalan muoto voi silti tuntua inhottavalta tai ahdistavalta.



Kuva 16. Ahtaanpaikan kammoa tuulivoimalassa (Western Technology 2017).

Tuulivoimalarunkojen ulkonäkö vaihtelee tuulivoimalan koon ja valmistajan mukaan. Kuvassa numero 16 on yksi vaihtoehto siitä, miltä tuulivoimalan rungon sisällä voi näyttää.

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Kappale 6 kertoo opinnäytetyön eri vaiheista sekä opinnäytetyön tutkimuksen toteutuksesta.

7.1 Opinnäytetyön kirjallisuuskatsaus sekä tilastotutkimus

Opinnäytetyön kirjallinen osa tehtiin hakemalla tietoa internetistä sekä kirjaston tietokannasta. Suurin osa opinnäytetyön kirjallisuudesta on haettu Suomen tuulivoimalaan erikoistuneista yrityksistä, yhdistyksistä sekä asiantuntijoiden internetsivuilta ja laki-osuus Finlexin internetsivuilta. Opinnäytetyön teoriaosuus valmistui lähes kokonaan ennen itse kyselytutkimusta. Kyselyistä saaduista vastauksista sain ideoita ja hain lisätietoa tarvittaessa teoriaosuuden täydennystä varten.

Hain tietoa tuulivoimaloiden onnettomuuksista PRONTO-järjestelmästä, ja tämä oli osa opinnäytetyön tutkimusta. Pelastusalan ammattilainen tekee raportin onnettomuudesta hälytysten jälkeen PRONTO-järjestelmään ja järjestelmässä on monta eri vaihetta täytettävänä. On aina mahdollisuus inhimilliseen virheeseen, mutta PRONTO on suhteellisen luotettava tietolähde. Avasin hieman PRONTOON liittyvästä problematiikasta kappaleessa neljä.

7.2 Tutkimus toteutettiin suurimmaksi osaksi kyselyillä

Opinnäytetyön tutkimus tehtiin kyselyinä. Kyselyihin osallistuivat pelastuslaitokset, rakennusvalvontaviranomaiset ja toiminnanharjoittajat. Opinnäytetyöni kyselyillä oli tarkoitus luoda kooste Suomen tuulivoimaloiden turvallisuustasosta, sammutus- ja pelastustehtävien strategioista, rakennusvaiheen menettelyistä ja muun muassa koulutuksen tasosta.

Opinnäytetyöhöni kuului kolme erilaista kyselyä. Kaikki kolme kyselyä käsittelivät opinnäytetyöni teemaa eri näkökulmista. Jaoin kyselyt kaikille aluepelastuslaitoksille, muutaman kunnan rakennusvalvontaviranomaisille sekä toiminnanharjoittajille. Kaikkien kolmen kyselyn vastauksista muodostin erillisen yhteenvedon opinnäytetyöhöni. Yksittäisen pelastuslaitoksen, rakennusviranomaisen tai toiminnanharjoittajan tietoja tai vastauksia ei tule julki opinnäytetyössä.

Pelastuslaitoksiin kohdennetulla kyselyllä pyrin saamaan käsityksen siitä, millä varautumisen tasolla Suomen pelastuslaitokset ovat koskien tuulivoimaloiden sammutus- ja pelastustehtävien suhteen, miten pelastuslaitokset ovat varautuneet koulutuksilla ja kalustolla sekä mitä valvontamenettelyjä on käytössä.

Rakennusvalvontaviranomaisille kohdennetulla kyselyllä pyrin saamaan käsityksen siitä, mitä rakennusvalvontaviranomainen vaatii tuulivoimaloilta tuulivoimaloiden palo- ja pelastusturvallisuuden näkökulmasta sekä ovatko yhteistyössä pelastusviranomaisen kanssa lupavaiheessa. Toiminnanharjoittajille kohdennetulla kyselyllä pyrin saamaan käsityksen siitä, mitä toiminnanharjoittaja vaatii omilta tuulivoimaloilta tuulivoimaloiden palo- ja pelastusturvallisuuden näkökulmasta sekä miten yhteistyö viranomaisiin toimii.

Opinnäytetyön liitteenä löytyy kaikille kolmelle viranomaiselle ja taholle kohdennettu kysely. Pyrkimyksenä oli pitää kysely suhteellisen lyhyenä, koska silloin on suurempi todennäköisyys saada vastauksia ja vastaaja jaksaa keskittyä paremmin omaan vastaukseensa, kun kysely ei ole liian pitkä ja monimutkainen.

7.3 Tutkimuksen luotettavuus

Kyselyihin oli hyvin vaikeaa saada ihmisiä vastaamaan. Jouduin monesti lykkäämään antamani aikarajaa ja painostamaan kaikkia osapuolia vastaamaan. Tämän tutkimuksen ongelmana on kyselyyn vastanneiden henkilöiden laaja toiminta-alue ja tiedon olemassaolo sekä tiedon keruu koko alueen tapahtumista. Esimerkiksi jos kysyn alue ”X:n” pelastuslaitokselta ovatko työntekijät saaneet tuulivoimaloihin opastusta, vastaaja ei välttämättä ole saanut tietoonsa kaikkien asemien tilannetta. Koska pelastuslaitokset ja rakennusvalvontaviranomaisten alueet sekä työyhteisöt ovat isoja ja tieto ei välttämättä aina kulje kaikille, vaikuttaa tämä asia suoranaisesti tutkimuksen luotettavuuteen.

Pelastuslaitoksien vastausten määrä oli suhteellisen hyvä ja kattava, mutta osa kyselyn vastauksista olivat hieman puutteellisia. Mielestäni tutkimus antoi pelastusviranomaisen näkökulmasta suhteellisen hyvän käsityksen mikä on tilanne tuulivoimaloiden suhteen turvallisuuden tasosta, yhteistyöstä sekä koulutuksen tasosta. Rakennusvalvontaviranomaisten vastauksia tuli aika hyvin, mutta toiminnanharjoittajien puolesta vastauspro-

senti oli heikko. Toiminnanharjoittajien vastausmäärä oli heikko, mistä selvityksen luotettavuus kärsii. Yleisesti selvisi jonkinlainen käsityksen toiminnanharjoittajien ajatusmaailmasta ja käytännön asioista.

8 KYSELYJEN TULOKSET

Seuraavien lukujen alla esittelen erikseen kyselyjen vastauksia pelastusviranomaisen, rakennusvalvontaviranomaisen sekä toiminnanharjoittajan osalta. Lopuksi on luvussa 7.4 lyhyt yhteenveto, joka toimii eräänlaisena pohdintana kyselyjen tuloksista.

8.1 Pelastusviranomaisen vastaukset

Kyselyihin vastasi kiitettävä määrä, vastausprosentti oli 77 % kaikista Suomen pelastuslaitoksista eli 17/22 pelastuslaitosta. Vastanneiden joukossa 65 % pelastuslaitoksen alueella on yksi tai useampi tuulivoimala ja 35 %: alueella ei ole tuulivoimaloita.

Tuulivoimaloihin ovat yleisesti käyneet tutustumassa tuulivoimaloiden lähellä olevat paloasemat. Ainoastaan yhdellä pelastuslaitoksella ei ollut tietoa, onko pelastuslaitokselta käyty tutustumassa tuulivoimaloihin. Tuulivoimaloihin tutustuneiden joukossa oli päällystää, alipäällystää, miehistöä, ensihoitohenkilöstöä sekä köysipelastamiseen erikoistunut ryhmä. Tutustuneiden joukossa olivat vakituinen henkilökunta sekä sopimuspalokuntalaiset.

Kaikkien vastanneiden joukosta 59 % ei ollut saanut koulutusta tai opastusta koskien tuulivoimaloista. 41 % pelastuslaitoksissa on saanut tuulivoimaloihin opastusta tai koulutusta. Koulutuksen tai opastuksen järjestäjänä on jokaisen pelastuslaitoksen kohdalla toiminut tuulivoimalan toiminnanharjoittaja. Opetuksen keskiössä on ollut yleinen tutustuminen tuulivoimalan toimintaympäristöön ja korkealta pelastaminen. Yhdellä pelastuslaitoksella on jopa koulutettu vajaa tusina pelastajia tuulivoimalapelastamiseen ja toisella pelastuslaitoksella korkeanpaikankouluttajat ovat käyneet tutustumassa pelastamisjärjestelyihin.

Pelastuslaitokset ovat koulutuksen/opastuksen yhteydessä pohtineet ja käyneet läpi seuraavia asioita:

- tuulivoimaloiden paikallistamista
- maastopalojen uhka tuulivoimaloille
- erilaiset onnettomuusskenaariot
- yhteyshenkilöiden saatavuus
- keskeiset toimintatavat onnettomuustilanteessa
- turvaetäisyydet tuulivoimalaan
- toiminnanharjoittajan työ- ja turvaohjeet.

Vastanneiden joukosta kaksi pelastuslaitosta on käynyt harjoittelemassa tuulivoimaloilla, ja molemmissa tapauksissa on harjoiteltu köysipelastamista.

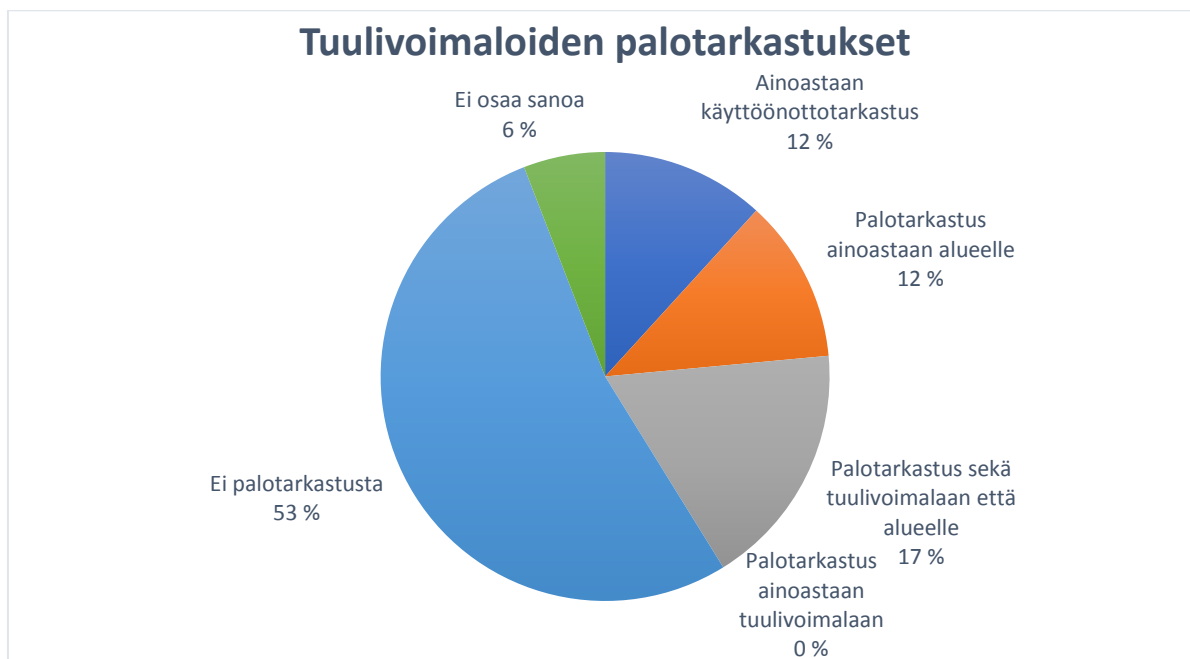
Kyselyssä selvitettiin, onko pelastuslaitoksilla suunnitelmia koskien tuulivoimaloiden sammutus- ja pelastustehtävien varalle. Yksikään pelastuslaitos ei ollut tehnyt omia suunnitelmia tuulivoimaloita varten. Pelastuslaitoksilla on olemassa lähinnä yhteystietoja sekä aluekarttoja olemassa, niitäkään ei mainittu monesti. Yhdellä pelastuslaitoksella oli käytössään toiminnanharjoittajan ohjeet ja suunnitelmat sekä kohdekortti, johon tuulivoimaloiden lähettävillä oleva henkilökunta ja sopimuspalokunnat olivat perehtyneet. Osalla oli käytössä pelastusjohtajien kirje tuulivoimaloiden kaavalausunnoista (Tarvainen 2012).

Kaikkien vastanneiden joukosta 41 % pelastuslaitoksista on hankkinut erikoiskalustoa alueelleen, useimmiten kahdelle alueen paloasemalle. Erikoiskalustoon kuului pitkät köydet. Aika monet asemat olivat hankkineet 100 metrin köydet. Nykyään tuulivoimalat ovat jo merkittävästi yli 100 metriä korkeita, joten köysien pituudet voivat olla riittämättömät. Yksi pelastuslaitos ilmoitti, että sillä on käytössä 200 metriä pitkät köydet. Yhdellä pelastuslaitoksen alueella on useita yksiköitä, jotka ovat erikoistuneet korkeanpaikantyöskentelyyn ja heitä pystyisi hyödyntämään tuulivoimalapelastamisessa kalustonsakin puolesta.

65 % kaikista vastanneista pelastuslaitoksista oli ollut mukana lausumassa kaavaa- tai rakennusvaiheessa. Kolmessa pelastuslaitoksessa oltiin vain yhteydessä rakennusval-

vontaan. Kahdeksan muuta pelastuslaitosta olivat olleet rakennusvalvonnan sekä toiminnanharjoittajan kanssa yhteyksissä.

Tuulivoimaloiden palotarkastuksia on tehnyt 41 % kaikista vastanneista eli 7/17 pelastuslaitosta. Kaksi pelastuslaitosta on osallistunut käyttöönottotarkastukseen. 3/17 vastanneista pelastuslaitoksista on tehnyt palotarkastuksia sekä tuulivoimalaan että sen alueelle. 2/17 on tehnyt palotarkastuksen pelkälle alueelle. Tulevaisuudessa palotarkastuksen luvut varmasti nousevat, koska tuulivoimaloiden määrä on viime aikoina lisääntynyt reippaasti ja tuulivoimalat pääsevät mukaan palotarkastusaikaväleihin. Viiden vuoden aikajänne on palotarkastuksen erityiskohteisiin suhteellisen standardoitu aikaväli. Kuva 17 havainnollistaa pelastuslaitoksien eri ratkaisuja tuulivoimaloiden palotarkastuksista.



Kuva 17: Tuulivoimaloiden palotarkastukset

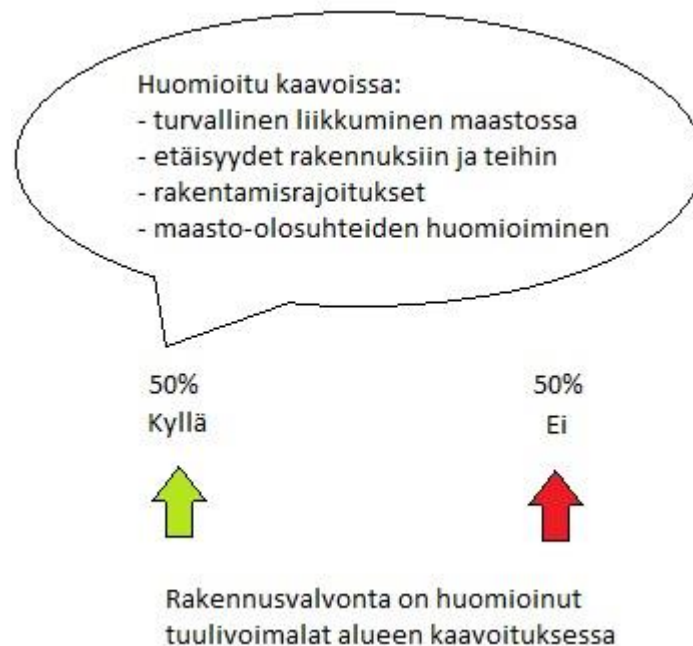
8.2 Rakennusvalvontaviranomaisten vastaukset

Rakennusvalvontaviranomaiset vastasivat kuudelta eri paikkakunnalta, muutamasta isomman kokoisesta kaupungista ja muutamasta kunnasta. Vastanneiden joukosta puolella oli tuulivoimaloita alueellaan. Tuulivoimaloita oli alueilla yhteensä 22 kappaletta. Vastanneista neljä rakennusvalvontaviranomaista kertoi neuvottelevansa ja sopivansa

etukäteen vaatimuksista ja linjauksista tuulivoimalatoiminnanharjoittajien kanssa. He katsovat aina myös vaatimukset tapauskohtaisesti.

Puolet vastanneista rakennusvalvontaviranomaisista on jo huomionnut tuulivoimalat alueen kaavoituksessa ja laatinut tarvittaville alueille kaavat. Yksi rakennusvalvontaviranomainen hoitaa lupa-asiat suunnittelutarvikeratkaisulla.

Kaavoihin on yleensä määritelty turvallisuustasolle etäisyydet olemassa oleviin sekä tuleviin rakennuksiin ja tieverkostoihin, kuten kuvassa 18. Kaavoissa huomioidaan turvallinen liikkuminen alueella sekä alueen maasto-olosuhteet. Yhdellä rakennusvalvonnan alueella ei vielä ole tuulivoimaloita, mutta kaava on luonnosvaiheessa. Kyseinen rakennusvalvonta aikoo huomioida kaavassa rakentamisrajoituksia tuulivoimaloiden lähistölle.



Kuva 18. Kaavoitus.

Puolet rakennusvalvontaviranomaisista oli tehnyt yhteistyötä pelastusviranomaisen kanssa tuulivoimaloiden lupavaiheessa, mutta ainoastaan yksi rakennusvalvontaviranomainen oli käynyt pelastuslaitoksen kanssa läpi tuulivoimaloiden vaatimusten periaatteita ja sopinut linjauksista. Puolet vastanneista kertoivat, että pelastuslaitokset tekevät omat lausuntona koskien tuulivoimaloita. Yhdellä paikkakunnalla pelastuslaitos käy

myös tarkastuksessa. Yhden rakennusvalvontaviranomaisten mukaan he aikovat olla yhteistyössä, kun mahdollisuus tulee vastaan ja tuulivoimaloita aletaan rakentamaan.

Yksi rakennusvalvontaviranomainen on vaatinut turvallisuuslaitteistoa pelastuslaitoksen lausunnon mukaisesti ja toinen rakennusvalvontaviranomainen vaatii sammutusjärjestelmän konehuoneeseen, hätäpelastautumiskalustoa sekä ensiapuvälineet tuulivoimalaan. Muutaman rakennusvalvontaviranomaisen mukaan jokaiseen tuulivoimalaan pitäisi saada sammutusjärjestelmä pakolliseksi ja samoin se, että jatkossa kaikki tuulivoimalapaikat ratkaistaisiin kaavoituksella. Kyselystä kävi myös ilmi, ettei kukaan rakennusvalvontaviranomainen ole saanut koulutusta tai opastusta tuulivoimaloihin.

8.3 Toiminnanharjoittajan vastaukset

Tuulivoimaloita on toiminnanharjoittajien kyselyjen perusteella yhteensä 42 kappaletta, näiden teholuokka vaihtelee 500 kW - 3,6 MW välillä. Toiminnanharjoittajat ovat olleet yhteistyössä rakennusvalvonnan sekä pelastuslaitoksen kanssa ja sopineet eri linjauksista. Ne tekevät muutenkin yhteistyötä tarvittaessa. Tuulivoimaloiden vaatimukset käydään tapauskohtaisesti läpi, ja pelastusviranomainen voi antaa lausuntonsa kaavoitusvaiheessa. Tuulivoimaloita ei aina huomioida kaavoituksessa, mutta silloin kun tuulivoimaloita on huomioitu, tämä on voinut vaikuttaa tuulivoimaloiden sijaintiin alueella sekä turvallisuusvaatimuksiin. Toiminnanharjoittajat haluavat yleisesti pitää turvallisuustasoa korkealla.

Toiminnanharjoittajan mukaan haastavia asioita voivat olla ympäristöolosuhteet, miten tuulivoimala sopii kyseiseen paikkaan ja mitä asioita ympäristössä täytyy ottaa huomioon turvallisuusnäkökulmasta. Ympäristöolosuhteiden turvallisuusnäkökulmalla tarkoitetaan tässä tapauksessa, esimerkiksi rakennuksia ja eritysalueita. Muita vastaantulevia haasteita ovat olleet erilaiset turvallisuusjärjestelmät kuten sammutus- ja jäänheitosta varoittavat järjestelmät ja tuulivoimaloiden sijainnin muuttaminen kaavassa.

Toiminnanharjoittajat asentavat tuulivoimaloihinsa erilaisia turvallisuusjärjestelmiä, jotka eivät välttämättä ole pakollisia. Näihin turvallisuusvarusteisiin kuuluvat esimerkiksi hätälaskeutumislaitteet, sammutusjärjestelmät sähkökeskuksiin ja jäänheittovaroitustlaitteet. Lisäksi tuulivoimaloista voi löytyä erilaisia varoitusjärjestelmiä, kuten savu-

ja tuulenopeusvaroittimia. Toiminnanharjoittajien mukaan tuulivoimaloista löytyy ensiapuvarusteita sekä alkusammutuskalustoa. Turvallisuuden lisäämiseksi tuulivoimalan henkilökunta käy säännöllisesti terveystarkastuksissa, myös ennen työn aloittamista.

Tuulivoimalan työntekijät käyvät esimerkiksi Global Wind Organisationin kursseja, kuten Safety Training ja tarvittaessa myös Offshore koulutusta, eli merellä ja maalla toimiville työntekijöille annetaan tarvittava koulutus. Työntekijöiden on osattava toimia onnettomuuden sattuessa ja tehdä töitä ergonomisesti, heidän on myös hallittava korkeanpaikantyöskentelyä. Koulutus vaihtelee toiminnanharjoittajien mukaan.

Toiminnanharjoittajan sekä pelastusviranomaisen yhteistyöstä on jaettuja hyviä käytäntöjä. Suurimmaksi osaksi pelastuslaitos on päässyt tutustumaan tuulivoimalaan toiminnanharjoittajan puolesta, tilaisuuksiin osallistujat ovat käyneet keskusteluja muun muassa käytännöistä onnettomuustilanteissa sekä pelastussuunnitelmasta. Toiminnanharjoittajan koulutusvinkki on käynyt tuulivoimalan nasellissa rakennusvaiheessa, kun tämä on vielä maassa. Silloin naselliin on helpompaa järjestää koulutusta.

Tuulivoimala-alalla löytyy myös kehitettävää. Esimerkiksi lainsäädäntö laahaa perässä ja tuulivoimalan turvallisuusvaatimukset voisivat olla paremmin koottuina. Pelastuslaitoksen, rakennusvalvonnan ja muiden toimijoiden kesken olisi hyvä, jos löytyisi standardiohjeistus, joka yhtenäistää koko maan käytännöt. On tärkeää, että olisi yhtenäiset linjaukset. Olisi hyödyllistä, että ohjeet ja vaatimukset olisivat myös englanniksi.

8.4 Yhteenveto kyselyjen keskeisimmistä havainnoista

Mielestäni turvallisuustaso on hyvä ja intoa turvallisuuteen panostamiseen löytyy, mutta lainsäädäntö laahaa perässä, ohjeet, opastukset ja vaatimukset eivät ole tarpeeksi selkeästi koostettuina. Huomasin tämän myös teoriaosuutta kirjoittaessani. Tietoa sai hakea monesta eri paikasta ja piti pohtia, onko kyseessä oleva asia vaatimus vai suositus ja koskeeko se koko Suomea. Ymmärrän varsin hyvin toiminnanharjoittajien omat haasteet byrokratian suhteen.

Turvallisuuteen ei voi panostaa liikaa, vaikei tuulivoimaloille löydy tarvittavia turvallisuusmääräyksiä. Vakuutusyhtiöt voivat vaatia näitä, ja toiminnanharjoittaja voi itse

halutessaan lisätä turvallisuustasoa. Kokonaiskustannuksissa turvallisuusvarusteet eivät tuo merkittäviä korotuksia hintaan. Toiminnanharjoittajilla on erilaiset käytännöt ja vaatimukset turvallisuudelle, mutta kaikki haluavat panostaa siihen.

Yhteistyö eri viranomaisten kanssa voisi olla parempi. Alueelliset erot ovat valtavat. Toiminnanharjoittajien osuudessa tuli esille myös alueellisten erojen haaste turvallisuusvaatimuksissa ja kaavoituksessa. Tuulivoimaloiden määrät lisääntyvät, ja minkä vuoksi lainsäädäntö, selkeät ohjeet ja yhteiset toimintatavat olisivat tärkeitä niin toiminnanharjoittajille kuin viranomaisille. Esimerkkinä alueellisista eroista ovat palotarkastukset. Palotarkastuksia tuulivoimaloihin ei tehdä koko Suomessa, joskin toki joissakin alueilla tuulivoimalat ovat suhteellisen tuore asia, joten ne eivät ole vielä ehtineet palotarkastuksen kohteiksi.

Olisi hyvä tehdä yhteistyötä viranomaisten kesken sekä toiminnanharjoittajien kanssa projektin alusta asti ja koko toiminnan aikana. Nykytilanteessa yhteistyössä on paljon kehitettävää, ja näistä olisi myös hyvä löytyä joku yhtenäinen toimintatapa. On parempi käydä asioita läpi etukäteen, ennen kuin jonkun osalta on liian myöhäistä vaikuttaa tärkeisiin asioihin.

Toiminnanharjoittajat kouluttavat henkilökuntaansa, mutta viranomaisten koulutus on aika heikkoa. Harva pelastuslaitos on käynyt harjoittelemassa käytännössä, ja pelastuslaitos on lähinnä käynyt tutustumassa tuulivoimaloihin, mutta ei välttämättä edes nasellisista asti. Tuulivoimalaonnettomuudet ovat harvinaisia, mutta on tärkeää osata toimia oikein ja turvallisesti vahingon sattuessa. Katson, että pelastusalan koulutuksiinkin pitäisi lisätä tuulivoimaloihin liittyvää koulutusta.

Erikoiskalustoa löytyy, niin tuulivoimaloista kun myös pelastuslaitoksilta. On hyvä tarkistaa aluekohtaisesti, että varmasti joka paikasta löytyy tarvittava kalusto, joko pelastuslaitokselta tai toiminnanharjoittajalta. Erikoiskaluston käyttöä pitää harjoitella säännöllisesti.

Olisi äärimmäisen hyvä pitää kokouksia, ideariihä ja kehittämiskeskusteluita, joissa rakennusvalvontaviranomaiset, pelastusviranomaiset sekä toiminnanharjoittajat istuvat saman pöydän ääreen ja luovat yhteisiä linjauksia turvallisuudesta ja toimintatapoista

maanlaajuisesti. Tiedän, että tämä on hyvin haastavaa, mutta jos halutaan, että asiat etenevät ja kehittyvät, on hyvä keskustella asioista puolin ja toisin.

Maailmalta on myös hyvä ottaa ideoita ja verrata niitä omiin toimintamalleihin. Minulle tuttu tuulivoimala-asentaja kertoi, että Suomen tuulivoimaloiden turvallisuustaso on kuitenkin hyvällä tasolla, koska turvallisuusvaatimukset ovat kovat.

Taulukko kaksi esittää keskeisimmät yhtenäiset havainnot eri viranomaisten sekä toiminnanharjoittajien kesken.

	Keskeisimmät yhtenäiset havainnot eri viranomaisten sekä toiminnanharjoittajien kesken
	Tuulivoimalaan liittyvät lait, säädökset ja ohjeistukset tulisi saattaa ajan tasalle ja ylläpitää kehityksen mukana.
	Yhtenäiset linjaukset on luotava koko maahan, tuulivoimaloiden turvallisuusvaatimuksista ja rakentamismääräyksistä.
	Valmiit kaavat alueilla, joille rakennetaan ja suunnitellaan tuulivoimaloita, ovat erittäin tärkeitä sujuvan rakentamisen ja suunnittelemisen kannalta.
	Tuulivoimalan turvallisuuslaitteistot ja turvallisuuskulttuuria halutaan yleisesti pitää kiitettävällä tasolla.
	Pelastusviranomaisia tulisi tehokkaammin ja laajemmin kouluttaa käytännössä sekä teoreettisesti tuulivoimalasta pelastamista, vahingontorjuntaa sekä toimintaa tulipalotilanteisiin.
	Kaikilla pelastuslaitoksilla tulisi olla selkeät suunnitelmat erilaisten tuulivoimalaonnettomuuksia varten.
	Pelastustehtäviä helpottavia tiedostoja, kuten kohdekortit, manuaalit ja muut tärkeät tiedot, tulisi olla saatavilla!
	Yhteistyö on erittäin tärkeää, ja kaikki osapuolet ovat sitä painottaneet.

Taulukko 2. Keskeisimmät yhtenäiset havainnot eri viranomaisten sekä toiminnanharjoittajien kesken.

Kyselyjen keskeisimmät tulokset ovat prosenttiluvuissa esitettynä taulukossa kolme.

Kyselyjen keskeisimmät tulokset		
Vastaaja	Vastaus	Määrä
Pelastusviranomaiset	Vastausmäärä 17/22	77%
	Alueella yksi tai useampi tuulivoimala	65%
	Alueella ei lainkaan tuulivoimaloita	35%
	Ei ole saatu koulutusta tai opastusta koskien tuulivoimaloita	59%
	On saatu koulutusta tai opastusta tuulivoimaloihin	41%
	Omia suunnitelmia koskien tuulivoimaloiden sammutus- ja pelastustehtäviä	0%
	Hankittu erikoiskalustoa	41%
	Mukana lausumassa kaava- tai rakennusvaiheessa	65%
	Suorittanut palotarkastuksia	41%
	Rakennusvalvontaviranomainen	Vastausmäärä
Vastanneiden alueella tuulivoimaloita		50%
Tuulivoimaloiden määrä vastanneiden alueella		22 kpl
Tuulivoimalat huomioitu alueen kaavoituksessa ja laatineet tarvittaville alueille kaavat (alueet joilla huomioitu)		50%
Yhteistyötä pelastusviranomaisen kanssa tuulivoimaloiden lupavaiheessa		50%
Toiminnanharjoittajat	Tuulivoimaloiden määrä	42 kpl
	Tuulivoimaloiden teholuokka	500kw – 3,6MW

Taulukko 3. Kyselyjen keskeisimmät tulokset.

9 POHDINTA

Varattuani tämän opinnäytetyönaiheen tilaajana oli yksi Suomen pelastuslaitoksista. Heti alkutaipaleella pelastuslaitos ilmoitti, ettei sillä ole enää tarvetta tälle opinnäytetyöaiheelle. Päätin kuitenkin jatkaa omatoimisesti opinnäytetyötäni, vaikkei hankkeen tarvetta enää ollut. Matkan varrella muutin opinnäytetyön näkökulmaa enemmän oman näköisekseni. Tuulivoimalat ovat ajankohtainen aihe, koska niitä rakennetaan vuosittain enemmän ja enemmän. Opinnäytetyölläni halusin avata ajattelumaailmaa viranomaisten yhteistyöstä sekä yleisesti selvittää, miten ihmisiä koulutetaan tuulivoimalatoimintaan ja miten käytännön asioita harjoitellaan.

Tuulivoimaloiden rakennusvaiheessa olevasta viranomaisyhteistyöstä ei ole ennen kirjoitettu opinnäytetyötä. Mielestäni tällä opinnäytetyölläni avasin mahdollisuuden kehittää viranomaisyhteistyötä. Opinnäytetyöstäni huomaa, että viranomaisyhteistyötä tehdään suhteellisen vähän, ja tästä aiheesta voisi lähteä kehittämään jatkoa uudelle opinnäytetyölle.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen. Työtä oli teoreettiselta osuudelta suhteellisen helppo tehdä, koska se oli hauskaa ja halusin myös oppia uusia asioita. Teoriaosuutta kirjoittaessani halusin saada tuulivoimaloista teoriapohjaa laajalta alalta opinnäytetyölläni kuitenkin tärkeimpiä aiheenosia korostaen. Halusin avata lukijan silmiä sen suhteen, kuinka paljon asioita pitää ottaa huomioon tuulivoimaloiden kanssa. Opinnäytetyössäni ei kuitenkaan ole käsitelty ihan kaikkia huomioitavia asioita esimerkiksi rakennusvaiheessa, vaikka pääpiirteittäin kylläkin. Tuulivoimaloiden rakentamisessa on myös eroja kaupunkien ja kuntien välillä eri puolella Suomea. On olemassa hieman erilaisia käytäntöjä niin rakennusvalvonnan kuin pelastusviranomaisen suhteen.

Opinnäytetyön tutkimus koostui Pronto- sekä kyselyiden tuloksista. Kyselyjen teko onnistui hyvin, mutta oli hyvin työläistä saada kyselyihin vastauksia. Sain moneen kertaan siirtää kyselyiden palautusajankohtaa sekä muistuttaa ja pyytää ihmisiä vastaamaan kyselyihin. Toiminnanharjoittajien vastausten saaminen oli tosi haastavaa ja oikeiden yhteystietojen hakeminen haasteellista.

9.1 Opinnäytetyöni tavoitteet ja niiden saavuttaminen

Ensimmäinen tavoitteeni oli saada opinnäytetyöni palautettua keväällä 2018. Kesän 2017 aikana huomasin kuitenkin, ettei silloinen aihe kiinnostanut minua tarpeeksi ja etten saisi opinnäytetyöstäni irti sitä mitä halusin. Vaihdoin siis aihetta mielenkiintoisempaan aiheeseen eli tuulivoimaloihin. Tämä aihe oli herättänyt minussa mielenkiintoa jo, ennen kuin aloitin ensimmäisen opinnäytetyöni kirjoittamista.

Opinnäytetyön aiheen valinta näytti olevan se haastavin osa, sillä kun tämä kiinnostava aihe löytyi, tekstiä alkoi syntyä helposti ja aihetta oli mukava tutkia. Asetin uuden tavoitteen syksyllä 2017 ja pidin siitä kiinni. Meillä oli paljon työtä koulussa ja oppimistehtäviä, mutta annoin itselleni aikaa kirjoittaa opinnäytetyötä ja vähensin suurimmalta osalta harrastuksia, jotta aikataulu pitäisi. Mielestäni pysyin hyvin aikataulussa, vaikka kyselyjen vastauksia oli vaikeaa saada ja olen suhteellisen tyytyväinen opinnäytetyön kokonaisuuteen ja lopputulokseen. Kuva 19 on aikajana opinnäytetyöprosessistani.



Kuva 19. Opinnäytetyöprosessini.

Tavoitteena oli tehdä opinnäytetyö, josta saisin eväitä tulevaan työhöni. Tavoitteena oli myös opinnäytetyö, joka herättää ajatuksia tuulivoimaloiden koulutustarpeesta ja suunnitelmien laatimisen tärkeydestä, vaikka esimerkiksi keinot sammuttamiseen ovat vähäiset. Halusin myös selvittää, millä tasolla huomioimme toisemme viranomaisyhteistyössä sekä toiminnanharjoittajien kanssa. Mielestäni saavutin tavoitteeni tämän suh-

teen, ja tästä voi tehdä jatkotutkimusta, jossa kuullaan tarkemmin eri osapuolia koskien tuulivoimaloita ja tämän opinnäytetyön muita aiheita.

9.2 Opinnäytetyöni keskeiset havainnot ja kehittämistoimenpiteet

Yksi keskeisimmistä havainnoista opinnäytetyötä kirjoittaessani oli, että kirjallisuutta on suhteellisen vähän. On haastavaa löytää suoranaisia määräyksiä tuulivoimaloiden paloturvallisuudesta ja turvallisuuslaitteiden tasosta, koska tästä aiheista ei ole selkeitä lakipykäläitä ja rakentamismääräyksiä.

Viranomaisten sekä toiminnanharjoittajien yhteistyö lupa- sekä rakennusvaiheessa on kehittyvällä tasolla ja näin on myös käytännön harjoittelu. Harjoittelua ei voi olla liikaa eikä myöskään paikkoihin tutustumista. Pelastuslaitosten on hyvä miettiä omaa kalustoaan ja sitä, onko se riittävä pelastustehtävää varten. On myös hyvä keskustella toiminnanharjoittajan kanssa mahdollisista kalustohankkeista, jos pelastuslaitoksella ei ole mahdollisuutta hankkia tiettyä kalustoa tai ei ole järkeä kuljettaa sitä koko ajan mukana sammutusautossa.

Tulevaisuudessa voisi olla hyvä tehdä opinnäytetyö käytännön toteutuksesta rakennusvalvontaviranomaisen, pelastusviranomaisen sekä toiminnanharjoittajan kanssa. Näin voidaan ikään kuin lähteä kehittämään tätä opinnäytetyötä seuraavalle tasolle ja miettiä, miten ratkaista tässä opinnäytetyössä esiin tulleet ongelmat.

9.3 Oma oppiminen

Olen oppinut paljon tuulivoimaloista ja aion hyödyntää opittuja asioita tulevaisuudessa. Voin esimerkiksi hyödyntää opittuja asioita pelastustehtävissä, opastaa vakituista henkilöitä sekä sopimuspalokuntalaisia omalla alueellani. Koen, että opinnäytetyöstäni on itselleni sekä toivottavasti muillekin apua ja että se on ajatuksia herättävä aihe. Opinnäytetyötä kirjoittaessani opin myös hahmottamaan ison työn aikataulutusta, kirjoittamisen taidot kehittyivät sekä sisällöllisesti tärkeän tekstin hahmottaminen kehittyi. Opinnäytetyötä kirjoittaessani sain harjoitella myös suomen kielen kirjoittamista, koska äidinkieleni on ruotsi.

LÄHTEET

- Aluehallintavirasto 2018. *Vesilain mukaiset luvat eli vesiluvat.*
- Arnalich, A. 2013. *Wind Turbine Fire and Rescue Operations Using PPA.* Fire Engineering.
- B&B Products, Skydda, Tiihonen, A. Suomen tuulivoimayhdistys ry, 2014. *Tuulivoimaa-
asentajien & -huoltajien turvallisuuskoulutukseen panostetaan.* Tuulivoima.
- Energiateollisuus 2018. *Energiavuosi 2017 – sähkö.*
- E-oppi Oy. *Erilaisia sähköenergian lähteitä – luvun 38 kuvat -tuulivoimala.* Peda.net.
- Finanssiala ry 2017. *Tuulivoimalan vahingontorjunta – turvallisuusohje 2017.* Helsinki.
- FirePro Finland Oy 2017. *Teknologian ydin.*
- Global Wind Organisation GWO. *Training standards sekä training providers.*
- Grouse Mountain, the peak of Vancouver. *Eye of the wind - gallery.*
- Haapanen, E. 2014. *Tuulivoimalan jäänheittomatka.* Insinööritoimisto Erkki Haapanen Oy, Halli.
- Haapanen, E. 2014. *Lapojen jäätyminen ei estä turvallista tuulivoiman tuotantoa.* Suomen tuulivoimayhdistys ry:n sidosryhmälehti.
- Hakala, J. 2017. *Tuulienergia, energiavuosi 2017 – sähkö.* Energiateollisuus ry.
- Healey, A. 2012. *Bond Starts Offshore Wind Farm Service.* AINonline.
- Holappa, T. 2014. *Aerosolit avaavat uuden teknologisen aikakauden.* Suomen tuulivoimayhdistys ry:n sidosryhmälehti.
- Ilmailulaki 2014/864. Annettu Helsingissä 7.11.2014.
- Irish Wind Energy Association, 2017. *Environmental Impacts.*
- Kartta-aineisto, *Maanmittauslaitos avoimet aineistot 2018.*
- Keski-Suomen pelastuslaitos 2018. *Valvontasuunnitelma 2018.* Jyväskylä.
- Kuningaskuluttaja 2003. *Kuulosi voi olla vaarassa kuntosaleilla.* Yle.

Laki eräistä naapuruussuhteista 1920/26.

Lampinen, H. & Jaakkonen R. 2017. *Tuulivoima - Onko tuulivoimaloiden palosuojaus tuuleen heitettyä rahaa?* Waasa Graphics Oy.

Lang, J. 2017. *Pohjanmaan pelastuslaitoksen valvontasuunnitelma 2018.*

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. Annettu Helsingissä 05.02.1999.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 2011/134.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2010. *Räddningsinsatser m.m. vid vindkraftverk på land och till havs.*

Nikula, K. & Pajarinen, K. 2017. *Tuulivoimaloiden turvallisuus- ja onnettomuusriskit: lainsäädäntö ja ohjeistusta Suomessa päivitettävä kiireesti.* Tuulivoimakansalaisyhdistys ry.

Pape-Mustonen, T. 2016. *Video: Salama iski pyörivään tuulimyllyyn, ukkonen keskeytti puinnit Salossa.* Maaseudun tulevaisuus.

Poikolainen, V. 2014. *Tuulivoimamelu aiheuttaa terveyshaittoja.* Maaseudun tulevaisuus.

Pronto 2017. *Prontonet, tilastollinen poiminta.* Pronto, 2017.

Rantamäki, P-K. & (Lehtikuva: Lehmuskallio, P.), 2016. *Erikoiset kuormat kulkevat kasitiellä.* Länsi-Suomi.

Smart Windpower Oy, *ympäristövaikutukset.*

Smith, T. 2010. *Don't look down! The daredevil engineer who works on top of a 330ft wind turbine.* Mail Online.

Suomen tuulivoima 2018. *Tuulivoima-info.* Suomen tuulivoima Oy.

Suomen tuulivoimayhdistys, 2016. *Kuvapankki – HeliFoto Oy_3.* FWPA.

Suomen tuulivoimayhdistys. *Luvat.*

Suomen tuulivoimayhdistys, 2016. *Tuulivoima Suomessa 2016.*

Suomen tuulivoimayhdistys. *Tuulivoimatuotanto on turvallista.*

- Suomen tuulivoimayhdistys. *Tuulivoimaloiden rakenne*.
- Suomen tuulivoimayhdistys. *Tuulivoima Suomessa*.
- Suomen tuulivoimayhdistys. *Voimaloiden myrskysäätö*.
- Suomen tuuliatlas, *tuulisuus Suomessa*.
- Tammelin, B. Ilmatieteenlaitos et al. Suomen tuuliatlas.
- Tarvainen, S. 2014. *Tuulivoimalat, kaavoitus ja turvallisuus*. Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto.
- Tiihonen A. 2016. *Turvallisesti tosi korkealla*. Tuulivoima.
- Tiihonen, A. 2016. *Turvallisesti tosi korkealla*. Tuulivoima ja yhteiskunta.
- Touriainen, A. 2017. *Älykkäät vaatteet pian täällä*. Waasa Graphics Oy.
- Tuulivoima, 1/2018. *2017 in figures*. Suomen tuulivoimayhdistys ry.
- Tuulivoimaopas, 2015. *Tuulivoimalaitos*.
- Tv-Ky, 2017. *Tuulivoimaloiden tulipalo- ja onnettomuusriskit*.
- Osuuspankki, 2018. *Tuulivoimalan vahingontorjunta S940*. OP Vakuutus Oy.
- Virtanen, S. 2018. *Tuulivoima - "Yksi pyörähdys sähköistää kotitalouden päiväksi" – Vattenfall asensi maailman tehokkaimman tuulivoimalan: 8,8 MW*. Tekniikka & Talous.
- Western Technology WTm 2017. *Inside wind turbine tower*.
- Wind Europe 2017. *Wind in power 2017 – Figure 2*.
- Ympäristöministeriö 5/2016. *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu*. Helsinki 2016.
- Ympäristösuojelulaki 2014/527. Annettu Naantalissa 27.6.2014.

LIITE 1 Kysely pelastuslaitoksille

Pelastuslaitoksen nimi:

1. Onko teidän pelastuslaitoksenne alueella tuulivoimaloita?

- Kyllä Ei

- Jos on, niin mitkä paloasemat ovat käyneet tutustumassa tuulivoimaloihin?

2. Onko pelastuslaitoksenne saanut tuulivoimaloihin liittyvää koulutusta ja opastusta?

- Kyllä Ei

- Jos on, niin minkä tyyppistä koulutusta tai opastusta?

-
- Kuka järjesti koulutuksen?

-
- Mitkä asemat ovat saaneet koulutusta?

3. Onko joku asemanne käynyt harjoittelemassa tuulivoimaloilla? Mitä he ovat harjoitelleet?

4. Onko pelastuslaitoksenne tehnyt suunnitelmia koskien tuulivoimaloiden sammu- ja pelastustehtäviä?

- Kyllä Ei

- Jos on, niin minkälaisia suunnitelmia on tehty?

-
- Kenen luettavissa suunnitelmat ovat?
-

- Onko aiheesta annettu ohjeita myös sopimuspalokunnille?

- 5. Onko pelastuslaitoksenne varautunut erikoiskalustolla tuulivoimaloiden sammutus- ja pelastustehtäviin? (Esimerkiksi; pitkiä pelastusköysiä)
 - Kyllä Ei
 - Jos on, niin millä kalustolla olette varautuneet?

 - Monellako asemalla on erityiskalustoa?

- 6. Onko tuulivoimaloiden rakennusvaiheessa konsultoitu pelastusviranomaisia?
 - Kyllä Ei
 - Jos on, niin kuka oli yhteydessä? (rakennusvalvonta, toiminnanharjoittaja jne.)

- 7. Onko pelastuslaitoksenne suorittanut palotarkastuksia tuulivoimalaan tai ainoastaan tuulivoimalan alueelle?
 - Kyllä Ei palotarkastuksia
 - Tarkenna mihin (tuulivoimalaan / alueelle):

Kiitos!

LIITE 2 Kysely rakennusvalvontaviranomaiselle

Rakennusvalvontaviranomainen ja kunta/kaupunki:

1. Onko teidän alueeltanne tuulivoimaloita?

- Kyllä, arvio montako tuulivoimalaa tai tuulivoimapuistoja on:

- Ei

2. Jos alueella on joku iso tuulivoimalatoiminnanharjoittaja, onko heidän kanssaan neuvoteltu ja sovittu etukäteen vaatimuksista ja linjauksista?

- Kyllä Ei

- Jos olette, minkälaisia linjauksia olette sopineet?

- Vai katsotaanko vaatimukset aina tapauskohtaisesti yksittäisen tuulivoimalahankkeen yhteydessä?

- Kyllä Ei

3. Onko tuulivoimaloita huomioitu jo alueenne kaavoituksessa?

- Kyllä Ei

- Jos on, miten?

- Jos on, onko kaavassa jo vaatimuksia turvallisuustasolle?

4. Oletteko etukäteen käyneet pelastuslaitoksen kanssa läpi tuulivoimaloiden vaatimusten periaatteita ja sopineet linjauksista?

- Kyllä Ei

- Jos olette, minkälaisen linjauksen olette sopineet?

5. Oletteko olleet pelastusviranomaiseen yhteydessä tuulivoimaloiden lupavaiheessa?

- Kyllä Ei

- Jos olette, mitä yhteistyötä olette tehneet?

6. Mitä turvallisuustasoa olette vaatineet tuulivoimaloihin (sammuuslaitteistoa, kalustoa jne.)?

7. Oletteko saanut tuulivoimaloihin liittyvää koulutusta ja opastusta?

- Kyllä Ei

- Jos olette, niin minkälaista koulutusta tai opastusta?

- Kuka järjesti koulutuksen?

8. Onko tulevaisuuden ajatuksia tuulivoimaloiden turvallisuustason kehittämiseksi?

Kiitos!

LIITE 3 Kysely tuulivoimalan toiminnanharjoittajalle

Toiminnanharjoittaja:

1. Montako tuulivoimalaa omistatte?

2. Minkä kokoluokan tuulivoimaloita ne ovat?

3. Oletteko etukäteen käyneet rakennusvalvonnan tai pelastuslaitoksen kanssa läpi tuulivoimaloiden vaatimusten periaatteita ja sopineet linjauksista alueella?

▪ Kyllä Ei

▪ Jos olette, mitä linjauksia olette sopineet?

tai:

▪ Onko vaatimukset katsottu aina tapauskohtaisesti yksittäisen tuulivoimalahankkeen yhteydessä?

▪ Kyllä Ei

4. Mitkä ovat olleet haasteellisimpia asioita/ vaatimuksia turvallisuuteen liittyen tuulivoimaloiden toteutuksessa?

▪ Millaisia ratkaisuja tuulivoimaloiden turvallisuuteen on löytynyt?

5. Miten tuulivoimaloita on huomioitu alueiden kaavoituksessa?

▪ Kyllä on huomioitu Ei ole huomioitu

▪ Miten ja mihin se vaikuttaa?

- Jos on, onko kaavoissa jo ollut vaatimuksia turvallisuustasolle?

6. Mitä turvallisuusjärjestelyitä olette itse halunneet tuulivoimaloihin (sammuuslaitteistoa, kalustoa jne.)?

7. Oletteko ollut pelastusviranomaiseen yhteydessä tuulivoimaloiden lupavaiheessa?

- Kyllä Ei

- Jos olette, mitä yhteistyötä olette tehneet?

8. Oletteko antaneet pelastuslaitoksille koulutusta ja opastusta tuulivoimaloista?

- Kyllä Ei

- Jos olette, niin minkä tyyppistä koulutusta/opastusta ja mille pelastustoimen alueelle?

- Kuka järjesti koulutuksen?

9. Mitä turvallisuuskoulutusta työntekijänne, alihankkijat tai mahdolliset asentajat käyvät?

10. Koetteko toiminnanharjoittajana, että lainsäädäntö koskien tuulivoimaloiden turvallisuutta on ajan tasalla?

- Kyllä Ei
- Jos ei, miksei?

11. Onko ajatuksia tuulivoimaloiden turvallisuustason kehittämiseksi tulevaisuudessa?

Kiitos!