

Anni Hinkkanen

# TUULIVOIMARAKENTAMINEN SUO- MESSA

Hankekehitys ja tuulivoimaloiden sosiaaliset vaikutukset

Kandidaatintyö  
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta  
Tarkastaja: Yliopistonlehtori Henrik Tolvanen  
5/2022

# TIIVISTELMÄ

Anni Hinkkanen: Tuulivoimarakentaminen Suomessa – hankekehitys ja tuulivoimaloiden sosiaaliset vaikutukset  
Wind power in Finland – project development and social impacts of wind power plants  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Ympäristö- ja energiatekniikan tutkimusohjelma  
Toukokuu 2022

---

Tuulivoimarakentaminen on yleistynyt Suomessa viimeisen kymmenen vuoden aikana voimakkaasti. Rakentaminen sijoittuu pääosin länsirannikolle ja Lapin tuntureille, mutta teknologian kehityksen myötä voimaloita nousee yhä enemmän sisämaahan. Suomen yhteenlaskettu tuulivoimakapasiteetti oli 3 257 MW:a vuoden 2021 lopussa. Uusia hankkeita on julkistettu vuoden 2022 maaliskuuhun mennessä 348, mikä vastaa lähes 55 000 MW:a ja 7 221 voimalaa. Tuulivoiman yleistymiseen vaikuttavat muiden muassa päästötavoitteet ja tuotantokustannusten mataluminen.

Tuulivoimaloiden rakentaminen on pitkä prosessi, joka koostuu useasta vaiheesta. Varsinainen tuulivoimalan pystyttäminen tapahtuu vasta, kun sitä edeltävä suunnittelu, selvitykset ja lupaprosessit on saatu päätökseen. Tuulivoimaloita ei voida rakentaa täysin erilleen ihmisistä ja yhteiskunnasta, joten kookkailla voimaloilla on mitä todennäköisimmin myös vaikutuksia ihmisten viihtyvyyteen, hyvinvointiin ja terveyteen sekä alueen talouteen. Tämän kandidaatintyön tarkoitus on selvittää tuulivoimahankkeen hankekehityksen vaiheet ja esittää tuulivoimaloiden sosiaaliset vaikutukset kolmeen ryhmään: kuntiin, maanomistajiin ja lähialueiden asukkaisiin. Sosiaalisella vaikutuksella tarkoitetaan tässä työssä ihmisten ja yhteisön hyvinvointiin vaikuttavia tekijöitä. Työ on rajattu koskemaan vain suuren mittakaavan tuulivoimaloita.

Työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Työssä hyödynnetään tuulivoimasta kertovaa alan kirjallisuutta, suomalaisen tuulivoimayhdistyksen tilastoja ja nettisivuja sekä tuulivoima-aiheista ajankohtaista uutisointia. Työssä viitataan myös tuulivoimaan liitettyyn lainsäädäntöön.

Työn myötä tuulivoimahankkeen vaiheiksi selvisi pääpiirteissään seuraavat: esiselvitystyöt, alueen etsiminen, neuvottelut kunnan edustajien, maanomistajien ja verkkoyhtiön kanssa, Puolustusvoimien lausunnon hakeminen, tuulimittaukset, ympäristövaikutusten arviointimenettely, kaavoitus, tarvittavien lupien hakeminen, maanrakennustyöt ja voimaloiden hankinta sekä pystytys. Tulee ottaa huomioon, että vaiheet riippuvat hankkeen koosta. Jokaiselle hankkeelle ei myöskään välttämättä sellaisenaan sovelleta ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Kaikki hankkeet eivät pääty voimaloiden pystyttämiseen, vaan hankkeen voi kaataa moni tekijä, kuten asukkaiden vastustus, Puolustusvoimat tai kannattamattomuus. Tuulivoimaa ei ylipäätään saa rakentaa kaikkialle ja työn myötä voimaloiden sijoittaminen nousi yhdeksi kriittisimmistä hankkeen vaiheista.

Tuulivoima tuo kunnille usein taloudellista hyötyä ja vaikuttaa näin kuntien elinvoimaan. Kunnat saavat tuloja esimerkiksi kiinteistöveroina. Tuulivoima saattaa parantaa myös alueen työllisyyttä. Voimaloiden vaikutusta turismiin tulisi tarkastella jatkossa paikallisesti, koska kansainväliset tutkimustulokset eivät ole yksiselitteisiä. Maanomistajat hyötyvät tuulivoimaloista rahallisesti, jos he vuokraavat voimaloiden tarvitsemää maa-aluetta. Sopimusten laadinta aiheuttaa maanomistajissa toisinaan epävarmuutta. Tärkein lähialueiden asukkaisiin kohdistuva tuulivoimaloiden vaikutus on niiden häiritsevyys. Varsinaisia terveysvaikutuksia tuulivoimaloille ei ole tutkimuksissa pystytty toteamaan. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi tuulivoimalla on kullekin ryhmälle muutamia pienempiä hyötyjä ja haittoja.

Tuulivoimaa on tutkittu tähän mennessä jo jonkin verran. Erityisesti terveyttä koskevaa tutkimusta on tehty useassa maassa. Jatkossa tutkimusten kannattaneen tarkentua yhä paikallisemmiksi koskien esimerkiksi tuulivoiman toteutuneita vaikutuksia tietyn kunnan alueella.

Avainsanat: tuulivoima, tuulivoimarakentaminen, sosiaaliset vaikutukset, hankekehitys

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. TUULIVOIMA SUOMESSA .....	3
2.1 Tuulisuus ja tuulivoimantuotanto .....	3
2.2 Tuulivoimarakentamisen nykytilanne .....	6
3. TUULIVOIMAHANKKEEN VAIHEET .....	9
3.1 Hankkeen eteneminen .....	9
3.2 Esiselvitystyöt ja alueen etsiminen .....	10
3.3 Neuvottelut maanomistajien ja verkkoyhtiön kanssa .....	11
3.4 Puolustusvoimien lausunto .....	12
3.5 Tuulimittaukset .....	12
3.6 Ympäristövaikutusten arviointimenettely .....	13
3.7 Kaavoitus .....	15
3.8 Luvat .....	17
3.9 Rakentaminen ja käyttöönotto .....	17
3.10 Hankkeen kaatuminen .....	19
4. TUULIVOIMALOIDEN SOSIAALISET VAIKUTUKSET .....	21
4.1 Tuulivoima vaikuttaa kunnan elinvoimaan .....	21
4.2 Maanomistaja tienaa vuokratuloilla .....	24
4.3 Voimalat häiritsevät lähialueen asukkaita .....	25
5. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	29
LÄHTEET .....	31

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

ELY	elinkeino-, liikenne- ja ympäristö
LIDAR	engl. Light Detection And Ranging, tuulen nopeuden mittaamiseen käytetty tekniikka
MRL	maankäyttö- ja rakennuslaki
MVA	megavoltiampeeri, tehon yksikkö
MW	megawatti, tehon yksikkö
MWh	megawattitunti, energian yksikkö
OAS	osallistumis- ja arviointisuunnitelma
SODAR	engl. Sonic Detection And Ranging, tuulen nopeuden mittaamiseen käytetty tekniikka
VTT	Teknologian tutkimuskeskus
YVA	ympäristövaikutusten arviointi
YVAA	valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä
YVAL	laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä

# 1. JOHDANTO

Ilmastonmuutos on globaali ongelma, jonka vaikutukset ulottuvat kaikkialle maailmaan. Pohjimmiltaan kyse on kiihtyneestä kasvihuoneilmiöstä, jonka seurauksena maapallon keskilämpötila on noussut esiteolliseen aikaan verrattuna arviolta 1,1°C. On hyvin todennäköistä, että lämpeneminen on seurausta lähes yksinomaan ihmisen toiminnasta, kuten fossiilisten polttoaineiden käytöstä. (IPCC, 2021)

Euroopassa ilmastonmuutokseen haetaan ratkaisuja sekä kansallisella että Euroopan unionin tasolla. Suomi on sitoutunut Pariisin ilmastopimuksessa tavoittelemaan ilmaston lämpenemisen rajaamista alle 1,5°C:seen. (United Nations, 2015) Suomen viimeisin energia- ja ilmastostrategia on vuodelta 2016. Tässä strategiassa Suomi ilmoitti muiden toimien rinnalla pyrkivänsä lisäämään uusiutuvan energian määrää yli 50 %:iin loppukulutuksesta vuoteen 2030 mennessä. (Huttunen, 2017) Tämä luonnollisesti tarkoittaa myös päästöttömän tuulivoimakapasiteetin lisäämistä ja tuulivoimarakentamisen kasvua.

Tuulivoima onkin yleistynyt Suomessa vuosi vuodelta: kymmenessä vuodessa kumulatiivinen kapasiteetti on yli 16-kertaistunut (Vaara & Pantsu, 2022) ja suunnitteilla on yhä lisää tuulivoimaa sekä maalle että merelle (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2021b, 2022e). Tässä kandidaatintyössä tarkastellaan tuulivoimarakentamista Suomessa. Tuulivoimalan rakentaminen kestää Suomessa tyypillisesti useita vuosia, ja hankekehitys on pitkä prosessi, joka koostuu useasta vaiheesta. Työn tarkoituksena on selvittää näitä tuulivoimahankkeen vaiheita esisuunnittelusta käyttöönottoon. Oletettavasti kookkailla tuulivoimaloilla on myös vaikutuksia niitä ympäröivään alueeseen, ja niinpä työssä selvitetään lisäksi tuulivoimaloiden kuntiin, maanomistajiin ja lähialueiden asukkaisiin kohdistuvia sosiaalisia vaikutuksia. Sosiaalisella vaikutuksella tarkoitetaan tässä työssä ihmisten ja yhteisön hyvinvointiin vaikuttavia tekijöitä. Työn tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mikä on tuulivoimarakentamisen nykytilanne Suomessa?
2. Mitkä ovat keskeisimmät tuulivoimahankkeen vaiheet?
3. Mitkä ovat tuulivoimarakentamisen sosiaaliset vaikutukset kunnille, maanomistajille ja lähiasukkaille?

Ensimmäisenä luvussa käsitellään tuulivoimaa Suomessa. Luvussa esitetään tuulivoimalan tehontuotannon periaate sekä Suomen tuuliolosuhteet ja tuulivoimarakentamisen tila. Tätä seuraavassa luvussa selvitetään tuulivoimarakentamisen vaiheet. Viimeisessä luvussa esitetään rakentamisen sosiaaliset vaikutukset kuntiin, maanomistajiin ja lähialueen asukkaisiin. Työ päätetään johtopäätöksiin.

Työssä käsitellään vain suuren kokoluokan tuulivoimaloiden hankekehitystä, rakentamista ja vaikutuksia, sillä tällaisten voimaloiden rakentamisen vaikutukset ovat paikallisesti ja seudullisesti merkittävät. Työssä ei käsitellä tuulivoimarakentamisen vaikutuksia ympäristöön tai eläimiin. Jokaisessa hankkeessa pitäisi kuitenkin huomioida myös nämä asiat.

## 2. TUULIVOIMA SUOMESSA

Tuulivoiman tuotanto on kasvanut Suomessa nopeasti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Tuulivoimahankkeita on suunnitteilla tällä hetkellä moninkertainen määrä nykyiseen kapasiteettiin verrattuna (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2021b, 2022e), ja tuulivoimalat sijoittuvat erityisesti maan länsiosiin, Pohjanmeren rannikolle, sekä tunturialueille, missä tuuliolosuhteet ovat suotuisat (Työ- ja elinkeinoministeriö et al., 2010). Lisääntyneen tiedon ja teknologian kehityksen ansioista tuulivoimaloita pystytetään nykyään enenemissä määrin myös sisämaahan (Motiva Oy, 2021d)

Tämän luvun tarkoitus on tarkastella tuulivoimarakentamisen nykytilaa Suomessa. Sitä pohjustetaan selvityksellä tuulivoimantuotannosta ja Suomen tuuliolosuhteista.

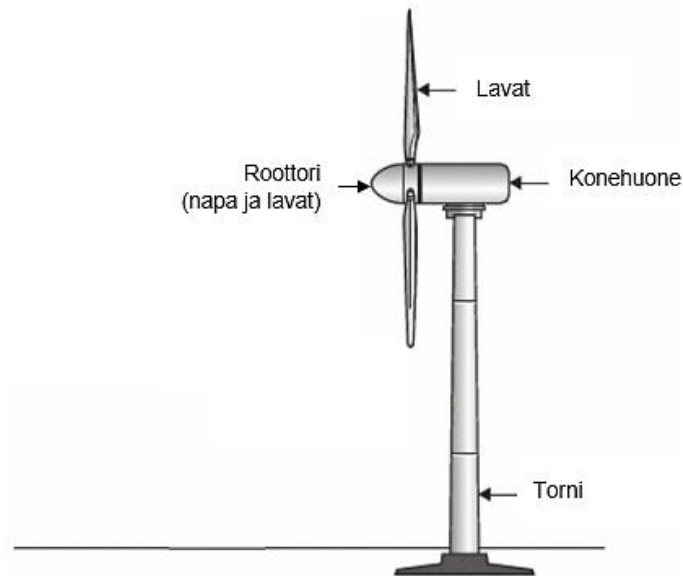
### 2.1 Tuulisuus ja tuulivoimantuotanto

Tuulivoimantuotanto perustuu nimensä mukaisesti tuuleen ja sen liikkeeseen. Sen avulla voidaan tuottaa uusiutuvaa energiaa. Tuuli eli ilman virtaus syntyy ilmassan liikkeestä, jonka saavat aikaan ilmanpaine-erot ilmakehässä. Tuotannosta ei synny päästöjä ilmaan, maahan eikä veteen. (Kauppinen, 2018, 9) Tuulen liike-energia voidaan muuntaa sähköksi voimalan lapojen ja generaattorin avulla. Tämä tapahtuu muuntamalla ensin tuulen energia tuuliturbiinin akselin pyörimisenergiaksi eli mekaaniseksi energiaksi. Mekaaninen energia muunnetaan edelleen generaattorissa sähköksi sähkömagneettisen induktion avulla. Tuotettu sähkö johdetaan muuntajaan ja tästä sähköverkkoon. (Kauppinen, 2018, s. 245–247; Korpela, 2016)

Tuulivoimalat voidaan jakaa vaaka- ja pystyakselisiin voimalaitoksiin. Yleisin teollisen mittaluokan tuulivoimala on vaaka-akselinen ja kolmilapainen (Breeze, 2016, s. 24). Tuulivoimala koostuu perinteisesti tornista, roottorista, konehuoneesta ja perustuksista (Motiva Oy, 2021d; Korpela, 2016) Tuulivoimalan rakenne selviää kuvasta 1. Roottori on tuulivoimalan osa, jonka avulla ilmavirtauksen energiasisältö pyritään saamaan talteen. Roottori koostuu tuulivoimalan lavoista ja navasta. Roottorin ja generaattorin välissä sijaitsee toisinaan vaihdelaatikko, jonka tarve riippuu generaattorityypistä. (Korpela, 2016, s. 37, 49–50) Korpelan mukaan suuren kokoluokan voimaloissa suoravetoisuutta eli voimaloiden vaihteettomuutta on suosittu yhä enemmän, sillä se lisää laitok-

sen toimintavarmuutta (2016, s. 51). Väitettä tukee esimerkiksi ruotsalainen Ribrantin & Bertlingin (2007) tekemä tutkimus.

Suurissa tuulivoimaloissa konehuoneen päällä sijaitsee myös mittauslaitteisto, jolla mitataan tuulen suuntaa. Tämä johtuu siitä, että suuren kokoluokan tuulivoimala ei käänny itsestään tuuleen suuntaa vastaan, vaan se tapahtuu suunnanmuutosmoottorin ja laakerin avulla (Korpela, 2016, s. 50)



**Kuva 1.** Vaaka-akselisen tuulivoimalan pääkomponentit (Mukailtu lähteestä Breeze, 2016, 3; Motiva Oy, 2021d).

Tuuliturbiinien käynnistymistuulennopeus eli se tuulen nopeus, jolla turbiini alkaa tuottaa energiaa, on noin 3 m/s (Kauppinen, 2018). Tuulivoimalat pysäytetään, kun tuulen nopeus saavuttaa myrskyrajan eli 25 m/s. Kuten Kauppinen (2018, s. 251) ja Breeze (2016, 2) toteavat, näin halutaan välttyä tuuliturbiinien vahingoittumiselta. Suuret, teollisen kokoluokan tuuliturbiinit voivat kuitenkin tuottaa energiaa aina tuulen nopeuteen 25–28 m/s asti (Breeze, 2016, 2; Kauppinen, 2018, s. 245–251).

Ilmavirtauksen käytettävissä olevan tehon ja ilmavirtauksen nopeuden välinen yhteys voidaan ilmaista matemaattisesti yhtälöllä, jossa  $P$  on ilmavirtauksen teho (W),  $C$  turbiinista riippuva kerroin,  $A$  kohtisuora poikkipinta-ala ( $\text{m}^2$ ) ilmavirtausta kohtaan,  $\rho$  ilman tiheys ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) ja  $v_0$  ilmavirtauksen nopeus (m/s) (Breeze, 2016, s. 13; Korpela, 2016, s. 36). Yhtälö on seuraava:

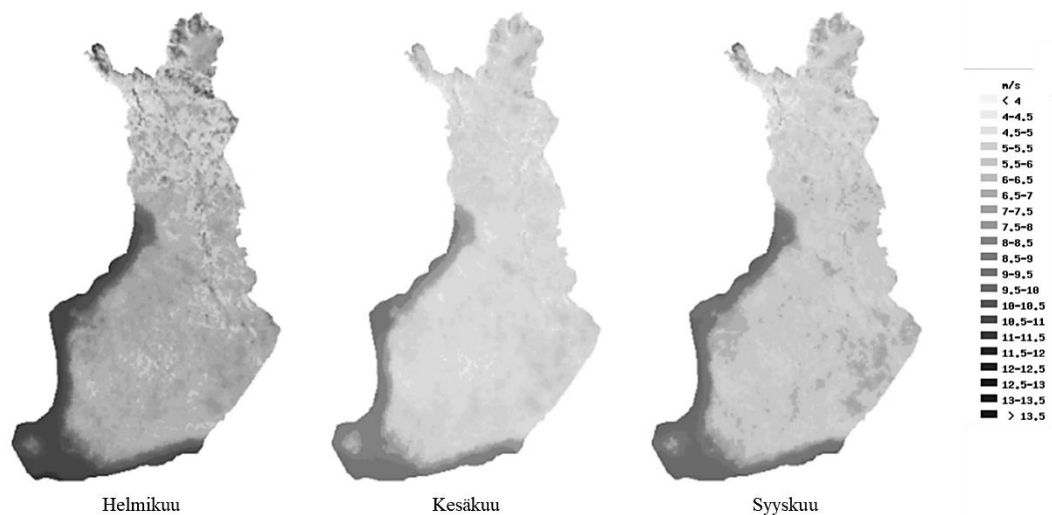
$$P = \frac{1}{2} CA\rho v^3, \quad (2.1)$$

Yhtälöstä voidaan huomata, että tuulen sisältämä teho  $P$  (W) on verrannollinen nopeuden  $v$  (m/s) kuutioon. Siispä kun nopeus kaksinkertaistuu, teho kahdeksankertais-



tuu. Kaikkea ilmavirtauksen sisältämää energiaa ja näin ollen tuulen tehoa ei kuitenkaan saada jalostettua tuuliturbiinien tehoksi. Teoreettisena ylärajana pidetään yleisesti saksalaisen tiedemiehen Albert Betzin kehittämää Betzin lakia, jonka mukaan tuuliturbiinin teho on ideaalilanteessa noin 16/27 eli 59,3 % ilmavirtauksen tehosta. (Breeze, 2016; Kauppinen, 2018) Breezen mukaan tätä arvoa ei käytännössä koskaan saavuteta, vaan jotkin nykyaikaisimmat voimalat yltävät parhaimmillaan noin 80–90 % Betzin lain mukaisesta arvosta (2016, s. 13). Betzin lain absoluuttisuudelle esitetään tutkimuksissa jonkin verran kritiikkiä. Esimerkiksi Tavares & Patrício (2020) ehdottavat Betzin lain olevan itse asiassa pienin mahdollinen talteenottohyötysuhteen yläraja, joka voidaan näin ollen ylittää. Varsinaisissa käytännön sovelluksissa tämä ei kuitenkaan välttämättä näy.

Suotuisat tuuliolosuhteet ovat perusedellytys tuulivoimantuotannolle, kuten kaavasta 2.1 käy ilmi. Suomessa tuuliolosuhteet tuulivoiman tuotannolle ovat pääsääntöisesti hyvät. Parhaiten Suomessa tuulee länsirannikon tuntumassa sekä Lapissa. Tiedot Suomen tuulisuudesta on koottu kartalle Suomen Tuuliatlakseen (2009). Tuuliatlasta käytetään pääsääntöisesti aluesuunnittelun ja voimalarakentamisen apuvälineenä, ja se perustuu tietokonemallinnukseen (Työ- ja elinkeinoministeriö et al., 2010). Suomen tuulisuus sadan metrin korkeudella on koottu kuvaan 2.



**Kuva 2.** Tuulen keskinopeus helmi-, kesä- ja syyskuussa 100 metrin korkeudella (Muokattu lähteestä Työ- ja elinkeinoministeriö et al., 2010).

Koska tuulen nopeus riippuu muiden muassa maaston rosoisuudesta ja tarkastelukorkeudesta (Breeze, 2016, 2), ovat tuuliolosuhteet esimerkiksi avomerellä ja tuntureilla edulliset tuulivoiman tuotantoon. Tästä syystä merituulivoima kasvattanee osuuttaan energiantuotantomuotona niin Suomessa kuin muualla maailmassa. Merituulivoiman etuna nähdään nimenomaan tuotanto-olosuhteet, jotka ovat usein tuulisuudeltaan pa-

remmat kuin sisämaassa tai rannikoilla. Tuulen nopeus on merellä yleisesti suurempi sekä turbulentsuutta esiintyy merellä vähemmän maatuulivoimaan verrattuna maatuulivoimaloiden korkeudelta tarkasteltuna. (Emeis, 2018) Merituulivoiman haasteena on kuitenkin tällä hetkellä sen korkeat kustannukset verrattuna muihin energiantuotantomuotoihin tai esimerkiksi maatuulivoimaan.

Kuvan 2 mukaan erityisesti talvi on Suomessa tuulivoiman tuotannon kannalta suotuisaa aikaa, koska silloin tuuliturbiinien korkeudella tuulee eniten. Kesällä taas tuulee vähiten. Eri vuosien välillä on myös eroa: heikkotuulinen vuosi voi erota keskituulennopeudeltaan kovatuulisesta jopa 2–3 m/s. (Työ- ja elinkeinoministeriö et al., 2010)

## 2.2 Tuulivoimarakentamisen nykytilanne

Tuulivoima on kasvanut 2010-luvulla voimakkaasti ja kasvun oletetaan jatkuvan yhä 2020-luvulla. Tuulivoiman – ja erityisesti maatuulivoiman – yleistymisen syynä voidaan pitää hiilineutraaliustavoitteita ja tuotantokustannusten madaltumista. Tuulivoiman kustannukset käyvät ilmi kuvasta 3 tämän luvun loppupuolelta. Tuulivoimaloita on tyypillisesti rakennettu usean voimalan ryhmiksi, tuulipuistoiksi.

Suomen kumulatiivinen tuulivoimakapasiteetti oli yhteensä 3 257 MW vuoden 2021 lopussa. Tällä kapasiteetilla tuotettu sähkö vastasi noin 12 % maan sähkön tuotannosta. Tuulivoimaloita pystytettiin vuonna 2021 yhteensä 141, joka vastasi 671 MW:a. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022e) Lisäys on huomattava, kun vertaa esimerkiksi vuoden 2011 tasoon, jolloin tuulivoimakapasiteetti oli 199 MW ja jolloin uusia voimaloita otettiin käyttöön kaksi. (Turkia & Holtinen, 2013). Korpelan (2016) mukaan valitusprosessit estivät tällöin hankkeita etenemästä (s. 92).

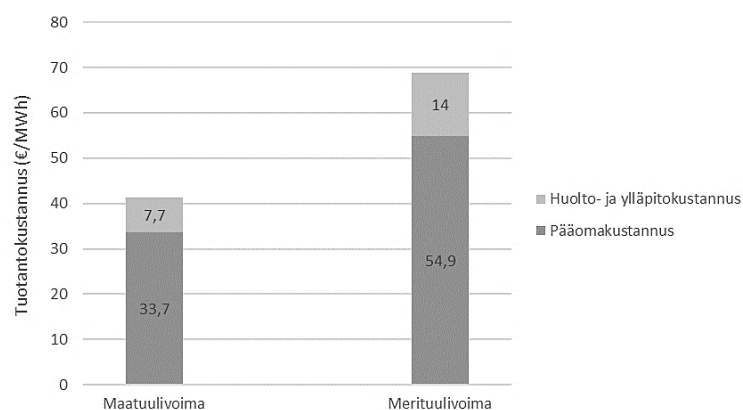
Uusia tuulivoimahankkeita oli julkistettu yhteensä 348 maaliskuuhun 2022 mennessä. Tämä vastasi 54 371 MW:a. Suomen Tuulivoimayhdistyksen (2021a) tietojen perusteella merkittävimmät lisäykset ovat tulossa Pohjois-Pohjanmaalle, Pohjanmaalle, Lappiin, Keski-Suomeen ja Etelä-Pohjanmaalle. Jos kaikki hankkeet toteutuisivat, nykyinen tuulivoimakapasiteetti yli 17-kertaistuisi. Lähtökohtaisesti on kuitenkin epätodennäköistä, että näin tapahtuu. Väitettä perustellaan tarkemmin tämän työn luvussa 3.

Suurin osa Suomeen rakennetusta tuulivoimasta on rakennettu maalle. Rakentaminen on yleistynyt viime vuosikymmenen aikana runsaasti. Julkaistuista tuulivoimahankkeista maatuulivoiman osuus on noin 82 % kapasiteetista. Se käsittää reilu 6 268 voimalaa eli yhteensä noin 44 500 MW. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2021b) Tuulivoimateknologian kehityksestä johtuen maatuulivoimaloiden napakorkeus ja nimellisteho ovat kasvaneet: rakenteilla ja suunnitteilla olevien maatuulivoimaloiden teho liikkuu noin 4–6

MW:ssa. Jo pystytettyjen voimaloiden teho on hieman tätä alhaisempi, noin 1–3 MW. Yleisimmät turbiinivalmistajat uusimmissa voimaloissa ovat Vestas ja Nordex Acciona. Nykyisten, 2010-luvulla rakennettujen voimaloiden keskimääräinen napakorkeus on 140–175 metriä. (Motiva Oy, 2021d; Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2021c)

Merituulivoima ei ole Suomessa yhtä yleistä kuin maatuulivoima. Suomen ensimmäinen merituulivoimala rakennettiin vuonna 2010 Porin Tahkoluotoon. Sitten merituulivoima on lisääntynyt ja esimerkiksi Tahkoluodon merituulipuisto laajentunut 11 merituulivoimalan kokoiseksi. Tahkoluodon voimaloiden napakorkeudet ovat 80 ja 90 metriä. Turbiinit ovat Siemensin valmistamat ja teholtaan 2,3 MW ja 4,3 MW. (Suomen Hyötytuuli, 2022) Suomessa merituulivoimahankkeita oli julki 9 905 MW:n edestä vuoden 2022 maaliskuuhun mennessä, mikä vastasi 953 voimalaa. Yhtäkään uutta merituulivoimalaa ei ollut tällöin vielä rakenteilla. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2021b) Ensimmäiset tutkimusluvut merituulivoiman sijoittamisesta Suomen talousvyöhykkeelle myönnettiin vuoden 2022 alussa. Talousvyöhyke on merialue aluevesien ulkopuolelle, jossa Suomella on oikeus luonnonvaroihin ja jossa vallitsee Suomen lait. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2022) Toistaiseksi kaikki Suomessa rakennettu merituulivoima sijaitsee aluevesillä.

Teknologian kehityksen myötä maatuulivoimasta on tullut yhä edullisempää. Lappeenrannan teknillisen yliopiston julkaisussa (Vakkilainen & Kivistö, 2017) maatuulivoiman tuotantokustannukset arvioitiin kaikista sähköä tuottavista voimalaitoksista edullisimmiksi. Merituulivoiman kustannukset ovat saman tutkimuksen mukaan yli 60 % korkeammat ja yleensä rajoittavat rakentamista. Tuotantokustannukset käyvät ilmi kuvasta 3. Tuotantokustannukset koostuvat investointi- eli pääomakustannuksista ja käyttökustannuksista.



**Kuva 3.** Tuulivoiman tuotantokustannukset (Muokattu lähteestä Vakkilainen & Kivistö, 2017).

Kuvasta 3 nähdään, että maatuulivoiman hinta oli tutkimuksessa 41,4 €/MWh. Julkaisussa ei huomioitu mahdollisia sähkön varastointikustannuksia. Merituulivoiman hin-

naksi arvioidaan noin 68,9 €/MWh. Merituulivoimassa maksavat erityisesti perustukset ja verkkoliityntä. Tuulivoiman investointikustannuksista on esitetty myös seuraavia arvioita: Suomen Tuulivoimayhdistys arvioi maatuulivoiman investointien olevan luokkaa 1–1,5 miljoonaa €/MW. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022h). Teknologian tutkimuskeskuksen (VTT) arvio on hieman korkeampi, 1,4–1,7 miljoonaa €/MW vuoden 2015 turbiinimalleilla (Rinne et al., 2018, s. 496).

Suomessa tuulivoimahankkeita toteuttavat sekä kotimaiset että ulkomaiset toimijat. Toiteuttajat ovat usein hankkeiden suunnitteluun erikoistuneita yrityksiä, energiayhtiöitä tai niiden omistuksessa olevia mankalayrityksiä. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022g) Ulkomaisten omistajien osuus kumulatiivisesta tuulivoimakapasiteetista on kasvanut viime vuosina. Tuulivoiman kotimaisuusaste oli 52 % vuoden 2021 lopulla. Laskua on tapahtunut, koska kotimaisuusaste oli 70 % vuonna 2018, 69 % vuonna 2019 ja 60 % vuonna 2020. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2019b, 2020, 2021a, 2022e) Tällä hetkellä kuusi suurinta yksittäistä tuulivoimanomistajaa Suomessa ovat Exilion Tuuli Ky, Taaleri Energia Funds Management Oy, Gigawatti Oy, EPV Tuulivoima Oy, Glennmont Partners ja Suomen Hyötytuuli Oy. Näiden yritysten omistuksessa on yhteensä noin puolet Suomen koko tuulivoimakapasiteetista. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022e)

Tuulivoimakapasiteetin kasvattamiseen suhtaudutaan tutkimusten valossa myönteisesti. Vuoden 2021 Suomalaisten energia-asenteet -kyselyssä tuulivoima oli aurinkovoiman tavoin suosituin energiantuotantomuoto. Yli 80 % kyselyn vastaajista koki, että tuulivoiman osuutta Suomen energiantuotannossa tulisi lisätä. Vastaajista alle 10 % halusi vähentää tuulivoiman määrää. (Energiateollisuus ry, 2021) On huomattava, että tuulivoimalle löytyy myös vastustajakuntansa. Osa vastustajista vetoaa luonto- ja maisema-arvoihin tai pelkää elinkeinonsa puolesta (Tornberg, 2019; Valta & Heikinmatti, 2020)

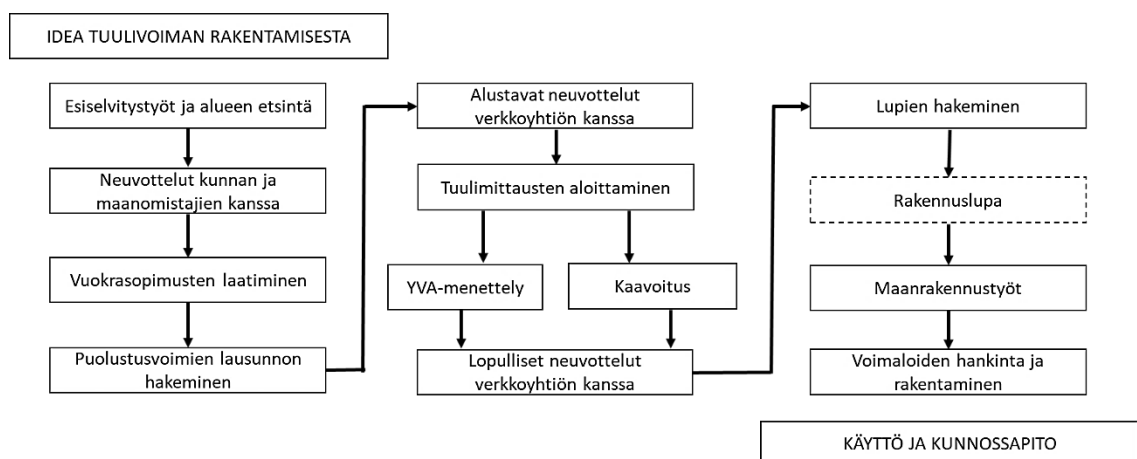
### 3. TUULIVOIMAHANKKEEN VAIHEET

Tuulivoimahanke on yleensä pitkä prosessi, jonka kesto riippuu pitkälti hankkeen koosta. Se on tyypillisesti monivaiheinen, ja – vaikka osa vaiheista voidaan toteuttaa yhtäaikaista – sen suunnittelu ja toteuttaminen kestää vuosia. Keskikokoiset tuulivoimahankkeet valmistuvat noin 4–6 vuodessa. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022g)

Luvun tarkoituksena on esittää tuulivoimahankeiden oleelliset vaiheet ja käsitellä niitä tarkemmin pääpiirteissään. Seuraavaksi esitetyt tuulivoimahankeiden vaiheet eivät välttämättä todellisuudessa toteudu täysin esittämissä järjestyksessä, ja osa vaiheista toteutuu esittämistä poikkeavalla tavalla hankkeen koosta riippuen. Hanke saattaa myös kaatua ennen rakentamisvaiheeseen pääsyä.

#### 3.1 Hankkeen eteneminen

Tuulivoimahankeiden eteneminen ja vaiheet riippuvat hankkeen koosta. Suuremmat tuulivoimahankeet sisältävät yleensä seuraavat vaiheet: esiselvitystyöt, alueen etsiminen, neuvottelut kunnan edustajien, paikallisten maanomistajien ja verkkoyhtiön kanssa, Puolustusvoimien lausunnon hakeminen, tuulimittausten aloittaminen, ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) ja alueen kaavoitus, tarvittavien lupien hakeminen, maanrakennustyöt ja voimaloiden hankinta ja pystytys (Motiva Oy, 2021h). Vaiheet on esitetty yksityiskohtaisemmin kuvassa 4.



**Kuva 4.** Tuulivoimahankeiden vaiheet pääpiirteittäin.

Kuvaan 4 on lisätty myös maininta rakennusluvasta, jonka jälkeen varsinaiset rakennustyöt voivat alkaa. Kuva on huomattava yksinkertaistus oikeasta tuulivoimahanke-

keesta. Työssä ei tarkastella eikä täten kuvaankaan ole merkitty hankkeen rahoituksen suunnittelun tai rahoituksen hankinnan vaiheita, vaikka myös rahoitus kulkee vaiheiden rinnalla. On huomattava, että kaikki hankkeet eivät tarvitse esimerkiksi erillistä YVA-menettelyä. Kuvassa YVA-menettely ja kaavoitus on esitetty rinnakkain, koska niitä kuljetetaan mahdollisuuksien mukaan yhtä aikaa eteenpäin. Vaiheita avataan lisää luvuissa 3.2–3.9.

### **3.2 Esiselvitystyöt ja alueen etsiminen**

Tuulivoimahankkeen ensimmäinen vaihe on löytää sellainen paikka, johon voimalat voidaan sijoittaa (Motiva Oy, 2021g) Niinpä tuulivoimahankkeet Suomessa lähtevät esiselvityksen laatimisesta. Esiselvityksen tarkoituksena on rajata puutteelliset kohteet potentiaalisista ja selvittää alustavasti mahdollisia rakentamista rajoittavia tekijöitä. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022f)

Tuulivoimaloiden onnistunut sijoittaminen ei yleensä riipu yksin kohteen tuuliolosuhteista, vaan sijoittamisessa tulee huomioida useita tekijöitä. Suomessa alustava sijoituspaikka valitaan usein muutamasta etukäteen kartalta valitusta kohteesta, joiden tuulivoimarakentamiselle suotuisia edellytyksiä vertaillaan keskenään tietokoneanalyysien perusteella (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022f). Kohteen valinnan jälkeen tehdään lisäselvityksiä hankkeen toteutumisedellytyksistä kyseisellä alueella.

Valitun kohteen tulee teknillisesti, taloudellisesti, ympäristöllisesti ja maankäytöllisesti soveltua tuulivoimarakentamiselle. Soveltuvuuteen vaikuttavat esimerkiksi mahdollisuus liittyä sähköverkkoon sekä voimaloiden osien kuljettamiseen tarvittavat tiet ja niiden kunto. Samoin pitää huomioida ympäröivä asutus, luonto, kaavoitustilanne, maanomistajien ja kunnan suhtautuminen rakentamiseen, lentoliikenne ja Puolustusvoimien toiminta. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022f; Ympäristöministeriö, 2016b)

Tuulivoimaa ei pääasiallisesti saa rakentaa valtakunnallisesti arvokkaille maisema-alueille, luonnonsuojelualueille, erämaalain perusteella perustetuilla erämaa-alueille eikä kansainvälisesti tärkeille lintualueille (IBA-alue). Rakentaminen ei ole sallittua myöskään valtakunnallisesti merkittävään rakennettuun kulttuuriympäristöön. Tuulivoimarakentamisen vaikutuksia tulee selvittää riittävästi ja rakentamista voidaan harkita tapauskohtaisesti, kun se kohdistuu Natura 2000 -alueille, maakunnallisesti arvokkaille maisema-alueille tai valtakunnallisesti arvokkaille geologisille muodostumille tai maakunnallisesti merkittävään rakennettuun ympäristöön. (Ympäristöministeriö, 2016b)

### 3.3 Neuvottelut maanomistajien ja verkkoyhtiön kanssa

Tuulivoimahanketta viedään eteenpäin yhteistyössä eri tahojen kanssa, jotka luonnollisesti omalta osaltaan vaikuttavat hankkeen etenemiseen. Neuvottelut osapuolten välillä tuleekin aloittaa hyvissä ajoin. Neuvotteluosapuolia heti hankkeen alkuvaiheilla ovat muun muassa maanomistajat, kunnan viranomaiset ja verkkoyhtiö (Motiva Oy, 2021h).

Tuulivoimaloiden rakentamiseksi rakennuttajalla tulee olla hallintaoikeus maa-alueeseen, johon voimalat on tarkoitus rakentaa. Rakentaminen edellyttää rakennuslupaa, jonka hakemiseksi tulee esittää selvitys maa-alueen hallinnasta (Ympäristöministeriö, 2016b). Maa-alueen hallintaoikeus on mahdollista saada vuokraamalla tai ostamalla kyseinen maa-alue. Yleinen tapa hallintaoikeuden siirtämiseksi on nimenomaan maan vuokraaminen (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022b).

Maa-alue voi alun perin olla yhden tai useamman maanomistajan hallinnassa, jolloin maa-alueesta käydään neuvotteluja hanketoimijan ja maanomistajien välillä. Suomen Tuulivoimayhdistyksen mukaan tarvittavat maavaraukset kannattaa tehdä heti hankkeen alkuvaiheessa. Ennen varsinaista vuokrasopimusta, tai vaihtoehtoisesti sopimusta rajoitetusta maankäyttöoikeuden korvauksesta, voidaan tehdä kevyempi maankäytösopimus. Tämä sopimus muutetaan myöhemmin esimerkiksi vuokrasopimukseksi, kun tieto valitusta kohteesta lisääntyy hankkeen edetessä. Maanomistajille maksettu korvaus maa-alueesta voi olla kertakorvaus tai vuosittainen vuokratulo, joka voidaan myös sitoa tuotettuun energiaan (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022b). Valtion maille rakennettaessa neuvottelut ja sopimukset tehdään Metsähallituksen kanssa (Metsähallitus, 2022). Merituulivoiman tapauksessa vuokrataan vesialuetta, ja yli puolta Suomen aluevesistä hallinnoi niin ikään Metsähallitus (Navigator, 2022).

Alustavat neuvottelut verkkoyhtiönkin kanssa aloitetaan nekin heti hankkeen alkuvaiheessa. Neuvottelut viedään loppuun hankkeen loppupuolella, ennen maanrakennustöitä ja varsinaista voimaloiden pystyttämistä (Motiva Oy, 2021h). Sopimus sähköverkkoon liittymisestä ja sähkönsiirrosta tehdään sen verkonhaltijan kanssa, jonka alueelle tuulivoimalat tulevat. Vain pienet tuulipuistot voidaan liittää jakeluverkkoon. Suuremmat tuulipuistot liitetään suoraan alue- tai kantaverkkoon, jolloin neuvottelut tehdään alueverkkoyhtiön tai Suomen kantaverkkoyhtiön Fingrid Oyj:n kanssa. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022c; Ympäristöministeriö, 2016b)

Tyypillisesti kantaverkkoon liitetyt tuulipuistot ovat kooltaan yli 15 MW. Kantaverkon voimajohdot ovat 400, 220 ja 110 kV. Neuvottelut kantaverkkoyhtiön kanssa päättyvät kantaverkkosopimukseen, jota edeltävät aiesopimus, hankesopimus ja liittymissopimus. (Fingrid Oyj, 2015)

### 3.4 Puolustusvoimien lausunto

Ennen tuulivoimalan rakentamista tarvitaan Puolustusvoimien myönteinen lausunto, jota on myös hyvä hakea heti hankkeen alkuvaiheessa. Lausuntomenettely koskee käytännössä kaikkia teollisen mittaluokan tuulivoimaloita eli kaikkia niitä tuulivoimaloita, joiden korkeus ylittää 50 metriä. (Puolustusvoimat, 2021) Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan (MRL 1999/132) alueiden käytön suunnitellussa on varmistettava, että Puolustusvoimien toimintaedellytykset säilyvät rakentamisesta huolimatta (4a §, 24 §). Puolustusvoimien toimintaa taas ohjaavat muun muassa aluevalvontalaki (2000/755) ja Puolustusvoimista annettu laki (2007/551).

Puolustusvoimien aluevalvonta muodostuu tutkista, ilma- ja merivalvontajärjestelmistä sekä sensorijärjestelmistä, ja tuulivoimaloiden tutkavaikutukset voivat haitata Puolustusvoimien aluevalvontatehtävien hoitamista (Puolustusvoimat, 2021). Pääosin aluevalvonnassa käytetään ensiötutkia, joiden lähettämät lyhyet radioaaltopulssit heijastuvat takaisin tutkamaalista ja kertovat näin olemassaolosta ja suunnasta. Tutkan tiellä olevat esteet aiheuttavat harhahavaintoja ja todellisten kohteiden havainnointi heikkenee. (Joensuu et al., 2021, s. 133–134)

Puolustusvoimat on tähän mennessä puoltanut pääosaa tuulivoimahankkeista. Eniten hankkeita on hyväksytty Pohjois-Pohjanmaalla ja vähiten Pohjois-Karjalassa. Jos tuulivoimaloiden sijoittelu poikkeaa myöhemmin yli 100 metriä, korkeus kasvaa yli 10 metriä tai voimaloita rakennetaan enemmän kuin Puolustusvoimille on alun perin ilmoitettu, tulee hyväksyntää hakea uudestaan. (Puolustusvoimat, 2021) Hankekohtaisia tutkaselvityksiä ei tarvitse poikkeuksellisesti tehdä Perämeren tuulivoima-alueella (Motiva Oy, 2021b). Puolustusvoimien lausuntokäytäntö on myös omiaan kaatamaan tuulivoimahankkeen. Tätä käsitellään tarkemmin luvussa 3.10.

### 3.5 Tuulimittaukset

Tuulimittausten avulla arvioidaan hankkeen taloudellista kannattavuutta, koska esiselvitysvaiheessa tehdyt tuulisuusanalyysit eivät aina vastaa todellisuutta tai huomioi täysin paikallisia olosuhteita. Tuulimittaukset tehdäänkin yleensä ennen investointipäätöstä. Ne ovat aikaa vievä mutta tärkeä osa tuulivoimahanketta, sillä luotettavilla tuulimittauksilla vähennetään hankkeen taloudellista riskiä. Tuulimittauksilla varmistutaan tuulivoima-alueen tuuliolosuhteista, keskituulen nopeudesta ja turbulenttisuudesta, ja ne kestävät yleensä vähintään vuoden (Paalatie, 2019a; Zhang, 2015 s. 219). Tyypillinen mittausaika on yhdestä kahteen vuotta (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022d).



Tuulimittaukseen käytettyjä teknologioita on useita. Mahdollisesti yleisin tapa mitata tuulta on kuppianemometri (Paalatie, 2019a; Zhang, 2015). Kuppianemometri viedään mittamastoon, josta se mittaa vaakasuuntaista tuulen nopeutta. Korkein mittauspiste asetetaan voimalan napakorkeudelle (Korpela, 2016, s. 43). Korpelan (2016) mukaan mittauskorkeuksia on tyypillisesti kolme, koska tuulisuus napakorkeudella ei ole aina paras mahdollinen. Useasta mittauspisteestä on hyötyä niin ikään silloin, kun halutaan tuntea tuulen pystyprofiili. Mittauksia verrataan aina pitkän aikavälin keskiarvoihin, jotta saadaan tietoon, ovatko tulokset linjassa tilastojen kanssa (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022d). Tuulen suunta tulee mitata erillisellä viirillä, sillä kuppianemometri ei mitata sitä (Zhang, 2015).

Perinteisten anemotrimittausten lisäksi alueella voidaan käyttää kaukokartoituslaitteita, joista tunnetuimmat hyödyntävät SODAR (Sonic Detection and Ranging) - ja LIDAR (Light Detection and Ranging) -teknologioita. Nämä mittaukset tehdään maan pinnalta. (Korpela, 2016; Zhang, 2015) SODAR-mittaukset perustuvat ääneen ja LIDAR-mittaukset valoon. Molemmat teknologiat hyödyntävät mittauksessa Doppler-ilmiotä; SODAR-laitteet mittaavat takaisin ilmasta sironneita paineaaltoja ja LIDAR-laitteet sironnutta sähkömagneettista säteilyä (Korpela, 2016, s. 44)

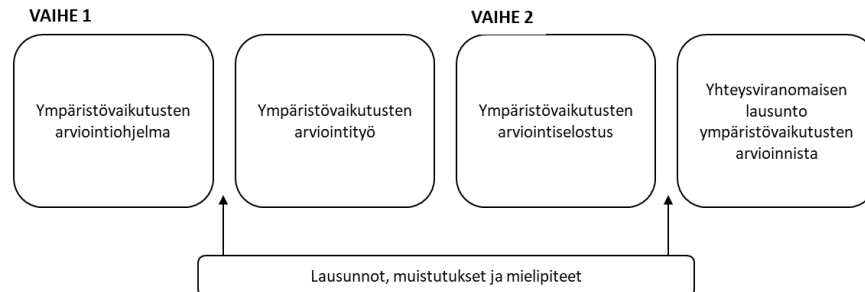
Kaukomittauslaitteiden luotettavuutta on tutkittu erilaisissa ympäristöissä (esim. Lang & McKeogh, 2011), sillä kaukokartoituslaitteita ei ole vielä pidetty yhtä luotettavina kuin mastomittauksia (Korpela, 2016, s. 44). Niiden arvioidaan kuitenkin yleistyvän muun muassa taloudellisista syistä tuulivoimaloiden napakorkeuden yhä kasvaessa (Korpela, 2016; Manwell et al., 2009, s. 81).

### **3.6 Ympäristövaikutusten arviointimenettely**

Tuulivoimarakentaminen tarvitsee edetäkseen jonkinlaisen selvityksen sen mahdollisista ympäristövaikutuksista. Suuremmilla hankkeilla se toteutetaan YVA-menettelyllä, jonka soveltamisesta päättää alueellinen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). YVA-menettely pyrkii vähentämään tai ehkäisemään hankkeesta aiheutuvia haitallisia ympäristövaikutuksia. Se myös antaa sidosryhmille mahdollisuuden nostaa esille omia näkökulmiaan hankkeesta. (Ympäristöministeriö, 2016c)

YVA-menettely on kaksivaiheinen menettely, jonka soveltamisesta säädetään lailla ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVAL 2017/252). Tuulivoimahankkeet tulivat YVA-lain piiriin vuonna 2011 ja tällä hetkellä YVA-menettelyä sovelletaan aina, jos hankkeessa on yli 10 voimalaa tai sen kokonaisteho ylittää 45 MW:a. Lisäksi arviointimenettelyä voidaan soveltaa yksittäistapauksissa, jos hankkeesta seuraisi odotettavas-

ti merkittävää haittaa. (Motiva Oy, 2021f; YVAL 2017/252) Suomen Tuulivoimayhdistyksen tietojen mukaan vuonna 2021 valmistuneista tuulipuistoista 60 % oli kooltaan yli 50 MW:a (2021) ja näin ollen ympäristövaikutusten arvioinnin piirissä. YVA-menettelyn kulkua havainnollistetaan kaaviokuvassa 5.



**Kuva 5.** YVA-menettelyn eteneminen (Mukailtu lähteestä Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2019a).

Tuulivoimahankkeen YVA-menettelyn aikana valmistellaan YVA-ohjelma ja YVA-selostus. Molempien sisällöstä määrätään valtioneuvoston asetuksessa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVAA 2017/277). Menettely alkaa YVA-ohjelman toimitamisesta alueelliselle ELY-keskukselle, joka toimii YVA-menettelyn yhteysviranomaisena. YVA-ohjelma on suunnitelma siitä, miten arviointi tehdään: se sisältää tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehtoista, tiedot ympäristöstä ja ehdotukset arvioitaviksi ympäristövaikutuksista. Yhteysviranomainen huolehtii, että ohjelmasta tiedotetaan alueella, jossa se vaikuttaa. Ohjelma julkistetaan yleensä yleisötilaisuudessa, ja lausuntojen ja mielipiteiden esittämiselle annetaan aikaa 30 päivää. Joskus aikaa pidennetään 60 päivään. Kuulemisen jälkeen yhteysviranomainen antaa lausuntonsa ohjelmasta. (Ympäristöministeriö, 2016bc)

YVA-ohjelmasta saadun lausunnon jälkeen hankkeesta vastaava taho selvittää ja koostaa hankkeesta aiheutuvat mahdolliset ympäristövaikutukset YVA-selostukseen. Näin ollen selostus kerää yhteen kaikki hankkeen ja sen vaihtoehtojen ympäristövaikutukset ja esittää arvion ja kuvauksen merkittävimmistä ympäristövaikutuksista. YVA-ohjelman lailla myös selostuksesta järjestetään 30–60 päivän mittainen kuuleminen. Kahden kuukauden kuluessa kuulemisen päättymisestä yhteysviranomainen antaa selostuksesta perustellun päätelmän. Jos selostus on puutteellinen, siitä ei voi tehdä perusteltua päätelmää ja selostusta on täydennettävä. Muulloin YVA-menettely päättyy. (Ympäristöministeriö, 2016b)

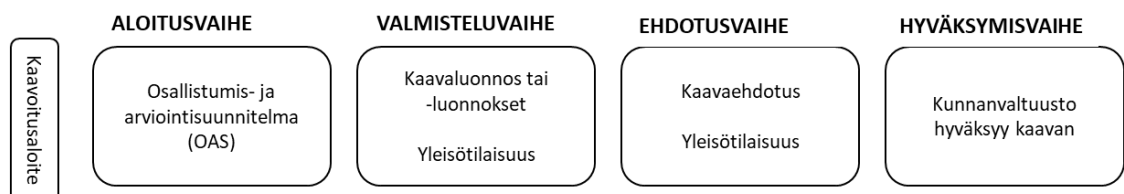
YVA-menettely voidaan myös yhdistää kaavoitukseen, jolloin tuulivoimarakentamisen tarpeisiin laadittu, tuulivoimayleiskaavaksi kutsuttu kaava täyttää YVA-lain vaatimukset (MRL 1999/132, 77a §). Näin hankkeen kustannuksia voidaan pienentää ja hanketta nopeuttaa. Jos YVA-menettelyä ja kaavoitusta ei yhdistetä, voivat ne silti hyötyä toisis-

taan. Esimerkiksi kaavoituksen selvityksiä voidaan käyttää YVA-menettelyn tukena ja päinvastoin. Lisäksi Ympäristöministeriö (2016b) suosittelee yhdistämään kaavoituksen ja YVA-menettelyn yleisötilaisuuksia mahdollisuuksien mukaan, jolloin osallisten on helpompi osallistua antamalla mielipiteensä molemmista prosesseista samalla kertaa (s. 45).

### 3.7 Kaavoitus

Tuulivoimarakentamiseen edellytetyjen kaavojen ja lupien tarve riippuu hankkeen koosta, voimaloiden sijainnista sekä alueen kaavoitustilanteesta. Tuulivoimarakentamista ohjaavat tyypillisesti maakuntakaava ja yleiskaava sekä toisinaan myös asemakaava. Maakuntakaavan laatii maakunnan liitto, kun taas yleis- ja asemakaavasta vastaa pääasiassa kunta. Maakuntakaavan tehtävänä on lähinnä ohjata tuulivoimarakentamista sellaisille alueille, joihin maakunta haluaa keskittää tuulivoimaa, ja toimia ohjeena yksityiskohtaisemmalle suunnittelulle. (Ympäristöministeriö, 2016b) Tuulivoima-alueen osoittamista maakuntakaavassa oletetaan yleensä 8–10 voimalan kokonaisuuksilta, mutta käytännöt vaihtelevat (Ympäristöministeriö, 2016b, s. 23).

Tuulivoima-alueet suunnitellaan nykyään pääosin tuulivoimaosayleiskaavalla (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022i). Tuulivoimaosayleiskaava on yksi tapa toteuttaa tuulivoimarakentamista suoraan ohjaava yleiskaava, jonka perusteella tuulivoima-alue voidaan kaavoittaa niin, että voimaloille myönnetään rakennuslupa suoraan kaavan perusteella. Menettely perustuu MRL:n muutokseen vuodelta 2011. Tuulivoimarakentamista suoraan ohjaavaan yleiskaava soveltuu vesialueille ja maa-alueille, jotka sijaitsevat riittävän kaukana asutuksesta (Ympäristöministeriö, 2016b, s. 30), ja se voidaan osayleiskaavan sijaan toteuttaa myös koko kunnan alueelle ulottuvana yleiskaavana tai kuntien yhteisenä yleiskaavana. (Ympäristöministeriö, 2016b) Yleiskaavan laadinnasta päättää aina kunta. Kaavoitus koostuu aloitus-, valmistelu-, ehdotus- sekä hyväksymis- ja vahvistamisvaiheesta. Kaavoituksen eteneminen esitetään kuvassa 6.



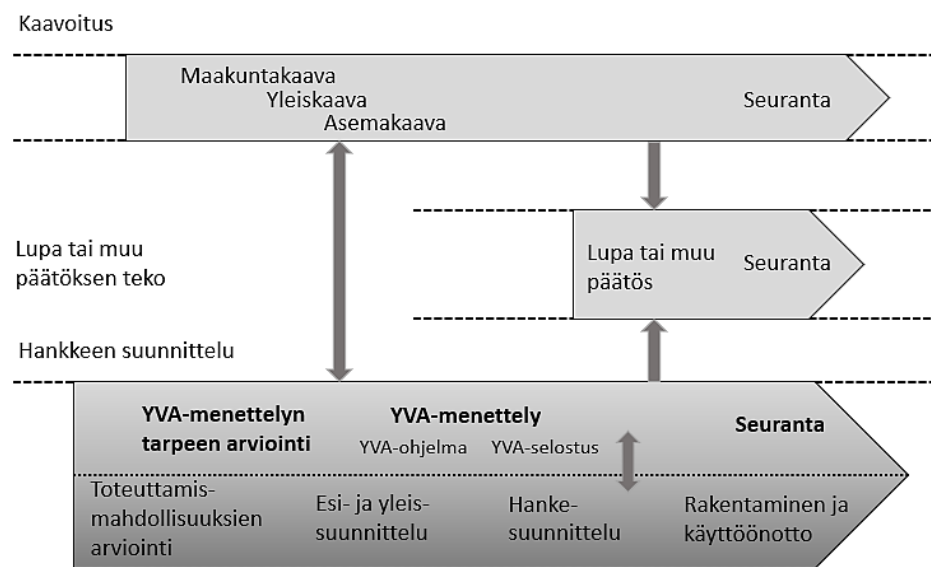
**Kuva 6.** Osayleiskaavoituksen eteneminen (Mukailtu lähteestä Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2019a).

Kuten kuvasta 6 nähdään, kaavoitus alkaa kaavoitusaloitteesta ja aloitusvaiheesta. Kaavoitusaloitteen voi jättää hankekehittäjä, maanomistaja tai vastaava. Aloitusvai-

heessa laaditaan osallistumis- ja arviointisuunnitelma (OAS), joka asetetaan nähtäville. OAS on suunnitelma osallistumisen järjestämisestä ja rakentamisen vaikutusten arvioinnista. Valmisteluvaiheessa laaditaan kaavan luonnos, joka asetetaan niin ikään nähtäville. Luonnoksesta otetaan vastaan mielipiteitä ja lausuntoja. Valmisteluvaihe sisältää myös yleisötilaisuuksia. Tämän pohjalta laaditaan kaavaehdotus, joka valmistuu ehdotusvaiheessa. Myös kaavaehdotus asetetaan nähtäville. Hyväksymis- ja vahvistusvaiheessa kaava hyväksytään ja tarvittaessa lisäksi vahvistetaan, jos kyseessä on kuntien yhteinen yleiskaava.

Tuulivoimarakentamista suoraan ohjaavan yleiskaavan sijaan voidaan kaavoituksessa hyödyntää myös asemakaavaa. Ympäristöministeriön (2016b) mukaan tuulivoimarakentamisessa asemakaavaa käytetään erityisesti silloin, kun rakentamista halutaan suunnitella hyvin yksityiskohtaisesti. Tällaisia syitä voivat olla alueen muu maankäyttö tai esimerkiksi asutuksen läheisyys. Voimaloiden sijainti halutaan tällöin määrätä tarkasti. Yleis- ja asemakaavaa laadittaessa on muistettava kaavahierarkia. Maakuntakaavan vastainen kaavaratkaisu ei ole mahdollinen ilman, että maakuntakaavaa muutetaan. (Ympäristöministeriö, 2016b)

Kuten luvussa 3.6 esitettiin, kaavoitus kulkee usein rinnakkain YVA-menettelyn kanssa. Kuvassa 7 nämä kaksi prosessia on vielä esitetty yleisellä tasolla suhteessa lupaprosessiin ja hankekehitykseen.



**Kuva 7.** Kaavoitusprosessi ja YVA-menettely suhteessa hankkeen etene- miseen (Mukailtu lähteestä Jantunen & Hokkanen, 2010, s. 11).

YVA-menettely, kaavoitusprosessi ja lupien saaminen vie aikaa arviolta noin 1,5–3 vuotta (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2019a). Tuulivoimavoimaloiden rakentaminen alkaa vasta rakennuslupan myöntämisen jälkeen. Lähinnä pienemmissä hankkeissa

voidaan kaavoituksen tilalla käyttää myös suunnittelutarveratkaisua. Tässä työssä kyseistä menettelyä ei tarkastella tarkemmin, koska tuulivoimaloiden sijoittaminen ratkaistaan ensisijaisesti kaavalla. (Ympäristöministeriö, 2016b)

### 3.8 Luvat

Käytännössä kaikki suuret tuulivoimahankkeet tarvitsevat maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen rakennusluvan. Rakennuslupa tarvitaan, jotta tuulivoimala saadaan rakentaa. Luvasta päättää kunnan rakennusviranomainen. Rakennuslupaa varten viranomainen tarvitsee rakennuksen pääpiirustukset ja osoituksen siitä, että luvan hakija hallitsee maa-aluetta, kuten myös luvussa 3.3 todettiin. (Ympäristöministeriö, 2016b)

Rakennusluvan lisäksi tuulivoimalat saattavat tarvita myös muita lupia. Tällaisia lupia ovat muun muassa vesilupa, ympäristölupa ja lentoestelupa. Vesilupa perustuu vesilakiin (VL 2011/587), ympäristölupa ympäristönsuojelulakiin (YSL 2014/527) ja lentoestelupa ilmailulakiin (2014/864). Lentoestelupa on hyvinkin yleinen tuulivoimaloille, kun taas ympäristölupaa ei yleensä edellytetä. Vesilupa tarvitaan erityisesti merituulivoimaloita rakennettaessa. Tuulivoimarakentamisen olennaisimmat luvat, niiden käsittelijät ja soveltamisen syyt on koottu taulukkoon 1.

*Taulukko 1. Tuulivoimarakentamiseen liittyvät luvat, lupatahot ja soveltamisen syyt (Motiva Oy, 2021a; Ympäristöministeriö, 2016b).*

Lupa	Lupataho	Soveltamisen syy
Rakennuslupa	Kunta	Voimaloiden rakentaminen
Ympäristölupa	Kunta	Naapureille aiheutuva kohtuuton melu- tai välkehaitta
Vesilupa	AVI*	Voimalan rakentaminen vesistöön tai rakentamisen vaikutukset vesistöihin
Lentoestelupa	Traficom**	Kaikki yli 60 m korkeat rakennelmat tai yli 30 m korkeat rakennelmat lähelle lentoasemia

\*Aluehallintovirasto (AVI) \*\*Liikenne- ja viestintävirasto (Traficom)

Edellä mainittujen lupien lisäksi hankkeessa voidaan tarvita muun muassa ELY-keskuksen myöntämä liittymälupa uuden tai väliaikaisen maantieliittymän avaamiseksi tai Energiaviraston hankelupa yli 110 kV:n voimajohdon rakentamiseksi. (Ympäristöministeriö, 2016b)

### 3.9 Rakentaminen ja käyttöönotto

Kun tuulivoimahankkeella on tarvittavat luvat, se voidaan rakentaa. Jos alueella on puustoa, rakennustyöt alkavat puuston poistolla ja maaperän tutkimisella. Puustoa

poistetaan voimalan koosta riippuen noin 0,3–0,5 hehtaaria. Puita raivataan myös lapojen tieltä roottorin kokoamisvaiheessa sekä teiden varsilta niin, että tieaukean leveys on 10 metriä. (Ympäristöministeriö, 2016a, 1) Metsäautoteiden kantavuus testataan geoteknisillä tutkimuksilla. Lisäksi maaperästä otetaan kairausnäytteitä, jotta varmistutaan siitä, mitä maaperälle pitää tehdä. (Ilmatar Energy, 2021; YIT, 2022) Yleensä voimaloita pystytetään samalle alueelle useita, jolloin ne tulee sijoittaa riittävän kauas toisistaan katvevaikutuksen takia. Voimaloiden välisenä vähimmäisetäisyytenä pidetään 500 metriä (Ympäristöministeriö, 2016a, s. 7).

Infrarakentamisen vaiheisiin kuuluvat tienrakentaminen, perustusten luominen, nostoalueen rakentaminen, muuntamoasemien rakennus ja maakaapelointi (esim. Markkanen, 2016; YIT, 2022). Alueen väyliä tulee olla tarpeeksi kantavat, jotta turbiinit saadaan kuljetettua alueelle. Tämän lisäksi tuulivoimalat tarvitsevat vahvat perustukset, jotta ne pysyvät pystyssä. Tyypillisesti Suomessa käytetään maatuulivoiman tapauksessa maanvaraista perustusta eli laattaperustusta. Perustus raudoitetaan ja valetaan betonista. Tässä perustustavassa betonia kuluu noin 400–800 m<sup>3</sup>. Toisinaan käytetään myös teknisesti vaativampaa kallioankkuroitua perustusta. Perustustyyppiin kuluu 40–60 12-metristä teräsankkuria ja noin 20 m<sup>3</sup> betonia. (Paalatie, 2019b)

Nostureita varten alueelle tulee rakentaa nostoalue. Nostoalueen tulee olla kantava ja tasainen, koska sen pitää kannatella nostureita (esim. Markkanen, 2016). Sähkönsiirron aikaansaamiseksi tulee tuulivoimaloiden läheisyyteen rakentaa myös yksi tai useampi muuntamoasema (YIT, 2022). Maanrakennustyöt kestävät yhteensä noin 6–8 kuukautta (Ilmatar Energy, 2021). Kesto riippuu voimaloiden määrästä.

Maanrakennustöiden valmistuttua voimalat voidaan pystyttää. Voimalat kuljetetaan maanteitä pitkin ja pystytetään osissa, yksi kerrallaan. Kun voimalat on pystytetty, ne voidaan liittää sähköverkkoon ja käyttöönottaa. (Ilmatar Energy, 2021) Tuulivoimala toimii verkossa yleensä noin 20–30 vuotta. Jos rakentaminen jää kesken tai kun tuulivoimalat puretaan, ne eivät saa aiheuttaa alueelle vaaraa tai rumentaa sitä (Ympäristöministeriö, 2016b). Perustus voidaan maisemoida tai purkaa, mutta sitä ei voida käyttää suoraan uudestaan uuden tuulivoiman perustuksena. (Paalatie, 2019b) Suomen Tuulivoimayhdistyksen listauksen mukaan vuoteen 2021 mennessä Suomessa on purettu nelisenkymmentä tuulivoimalaa. Puolet jo puretuista voimaloista omisti kotimainen Innopower Oy, jonka toiminta loppui kannattamattomana. Innopowerin voimalat purettiin vuosina 2015–2016. Osa tuulipuistoista kaupattiin eteenpäin ja esimerkiksi Kemlin Ajoksen tuulipuistoon rakennettiin sittemmin uudet, Ikean omistamat voimalat. (OX2, 2021; Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2021c)

### 3.10 Hankkeen kaatuminen

Tuulivoimahanke ei aina pääty voimaloiden rakentamiseen, sillä se voi syystä tai toisesta keskeytyä ja kaatua ennen kuin varsinaisia voimaloita ehditään ottaa käyttöön. Tähän lukuun on koottu muutamia sellaisia seikkoja, jotka tuulivoimahankkeen voivat kaataa. Ensimmäisenä käsitellään Puolustusvoimat hankkeen kaatajana.

Puolustusvoimien tulee antaa tuulivoimahankkeelle myönteinen lausunto, jotta hanke voi toteutua. Valtioneuvoston julkaisussa lausuntokäytännön oikeusperustaa on kritisoitu epäselväksi, koska lainsäädännössä ei suoraan säädetä käytännön pakollisuudesta. (Joensuu et al., 2021, 5) Taulukkoon 2 on koottu Puolustusvoimien hyväksymien ja hylkäämien hankkeiden määrät kymmenen vuoden ajalta.

Taulukosta 2 huomataan, että hyväksymisprosentti on yleensä ylittänyt vuosittain 70 % ja on parhaillaan lähes 93 %. Joensuu et al. (2021) kuitenkin huomauttavat, että on todennäköistä, että tuulivoimahankkeita ei edes yritetä suunnitella siellä, missä ne eivät luultavasti toteudu. Kielteiset päätökset ovat toistaiseksi sijoittuneet pitkälti maan itä- ja pohjoisosiin. Nähtäväksi jää, vaikuttaako vuoden 2022 alussa alkanut Ukrainan sota (Hannula et al., 2022) kielteisten päätösten määrään. Menettelytapa Suomessa on, että Puolustusvoimien kielteinen lausunto käytännössä estää tuulivoimahankkeen toteutumisen, ja hanke kaatuu.

*Taulukko 2. Puolustusvoimien hyväksymät ja kieltämät tuulivoimalat vuosina 2011–2020 (Puolustusvoimat, 2021).*

<b>Vuosi</b>	<b>Hyväksytyt (kpl)</b>	<b>Kielletyt (kpl)</b>	<b>Hyväksymisprosentti (%)</b>
2011	1315	152	90
2012	1260	122	91
2013	1686	233	88
2014	1648	67	96
2015	1014	117	90
2016	318	134	70
2017	162	69	70
2018	191	15	92,7
2019	1027	212	82,9
2020	2398	429	84,8

Toinen merkittävä hankkeiden kaatumiseen vaikuttava tekijä on paikallinen vastustus. Se voi tarkoittaa paikallisten asukkaiden tai esimerkiksi yhdistysten tuulivoiman vastustamista. Paikalliset ihmiset voivat vaikuttaa hankkeen etenemiseen esimerkiksi esittämällä mielipiteensä tai joissain tapauksissa valittamalla tehdystä päätöksestä – kuten kaavaratkaisusta tai rakennusluvasta – hallinto-oikeudelle. Esimerkiksi Kajaanissa kaatui korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä tuulivoimahanke, jossa osayleiskaavan laadinnassa ei oikeuden mukaan ollut huomioitu riittävästi tuulivoiman vaikutuksia suisiin. Päätös kumosi Kajaanin kaupunginhallituksen ja Pohjois-Suomen hallinto-

oikeuden päätöksen asiasta. Valituksen asiasta teki Suomen luonnonsuojeluliiton Kaajanin yhdistys. (Kyytsönen, 2020b) Huittisissa kaupunginhallitus päätti itse keskeyttää osayleiskaavan laadinnan, koska paikalliset asukkaat vastustivat hanketta, eikä alueen enää katsottu soveltuvan tuulivoima-alueeksi (Haavisto, 2021).

Toisinaan hanke kaatuu myös kannattamattomana. Mahdollista on, että tuulivoimaloita ei voidakaan rakentaa niin montaa kuin oli alun perin tarkoitus ja hankekehittäjä luopuu hankkeesta katsoen sen kannattamattomana. Hankkeen rahoittaja vaatii tarpeeksi tuuliset olosuhteet, jolloin vähätuulinen alue ei ole kannattava tuulivoiman rakentamisen kannalta. Erilaiset viivästyksiset ja virheiden korjaaminen maksavat hanketoimijalle, ja hankkeita onkin kaatunut aikaisempina vuosina muun muassa kaavoituksen esteellisyys- eli jääviyskysymyksiin (af Schultén, 2018). Lisäksi esimerkiksi keskikokoiselle hanketoimijoille verkon vahvistamisen kustannukset voivat nousta liian korkeiksi, jolloin niihin tulisi tutustua heti hankkeen alkuvaiheessa (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022c).

Hankkeen kaatumiselle voidaan siis löytää useita erilaisia syitä, joista tuulivoimaa rakentavan toimijan tulee olla selvillä. Lisättäköön, että kaikkialle tuulivoiman rakentaminen ei ole ylipäättään mahdollista esimerkiksi ympäristösyistä. Voimalan sijoittaminen on kriittinen osa hankekehitystä ja mietittävä huolella. Kaikkia kaatumisen syitä ei voida välttää ja osa niistä on jopa yllättäviä, mutta huolellisella suunnittelulla ja vaiheiden toteutuksella voidaan varmistaa hankkeen mahdollisimman sujuva eteneminen ja näin toivottavasti myös rahoituksen riittävyys.



## 4. TUULIVOIMALOIDEN SOSIAALISET VAIKUTUKSET

Tuulivoimaloita ei rakenneta erilleen ympäröivästä yhteiskunnasta. Suuret tornimaiset voimalat jäävät harvoin huomaamatta, ja näin ollen tuulivoimaloilla voidaan nähdä olevan monenlaisia vaikutuksia. Näihin vaikutuksiin lukeutuvat myös sosiaaliset vaikutukset. Sosiaalisella vaikutuksella tarkoitetaan tässä työssä ihmisten ja yhteisön hyvinvointiin vaikuttavia tekijöitä, ja tällaiset tekijät voivat koskea asumisviihtyvyyttä, elinoloja, terveyttä, yhteisöä ja sen kehitystä, elinkeinoa tai taloutta (esim. Merilahti & Översti, 2020, s. 9–10).

Tässä työssä sosiaalisia vaikutuksia käsitellään kolmesta näkökulmasta, joita ovat kunnat, maanomistajat ja lähialueiden asukkaat. Käsittelyssä pyritään nostamaan esiin kullekin ryhmälle kohdistuvat hyödyt ja haitat.

### 4.1 Tuulivoima vaikuttaa kunnan elinvoimaan

Kunnat toimivat Suomessa julkisten peruspalveluiden tuottajina ja asukkaiden demokraattisena paikallisyhteisönä. Kunnilla on monia tehtäviä, kuten sivistystoimen, terveydenhuollon ja sosiaalihuollon tehtävät sekä vesi-, jäte-, ympäristö- ja useasti myös energiahuollon järjestäminen. (Sallinen et al., 2012) Tuulivoiman väitetään tuovan kuntaan elinvoimaa. Sallisen et al. (2012) mukaan elinvoimainen kunta on joustava, kehittyvä ja uudistuva. Miten tuulivoiman avulla edistetään näitä piirteitä?

Yksi elinvoimaisen kunnan perustekijöistä on vahva kuntatalous. Talouden avulla kunta toteuttaa mahdollisia uudistuksia, jotka vuorostaan luovat kuntaan kasvua ja hyvinvointia. (Sallinen et al., 2012) Tuulivoima edistää kuntataloutta tuomalla sinne muun muassa verotuloja, joita kunta saa tuulivoimaloista ennen kaikkea kiinteistöveroina. Kunta voi hyötyä myös esimerkiksi tuulivoimayhtiön maksamasta yhteisöverosta. Suomen tuulivoimakannan tuottaman kiinteistöveron määrän sen koko elinkaaren ajalta on arvioitu olevan noin 400 miljoonaa euroa (Savikko et al., 2019). Arvio on laskettu vuoden 2018 tuulivoimakannalla, joten tuulivoiman lisääntyessä myös verotulot olettavasti kasvavat.

Tuulivoimaloiden kiinteistövero maksetaan siihen kuntaan, jossa voimalat sijaitsevat. Kiinteistövero määräytyy kiinteistön arvon ja kunnan määräämän kiinteistöveroprosen-

tin perusteella. Kiinteistöön kuuluu maapohja ja rakennus, joka on tässä tapauksessa tuulivoimalaitos. (Vero.fi, 2022) Tuulivoimalan kiinteistöveronalaiset osat ovat sen perustukset, konehuoneen runko ja torni (Määttä & Stark, 2022). Kiinteistöveron suuruuteen vaikuttavat esimerkiksi investoinnin suuruus ja voimalan ikä.

Yksittäisen tuulivoimalan kiinteistövero riippuu kunnan yleisestä kiinteistöveroprosentista. Suurin osa Suomen tuulivoimaloista kuuluu tuulivoimapuistoon. Tuulipuistoon kuuluvan tuulivoimalan kiinteistöveron määrää sen tehosta riippuva voimalaitoksen kiinteistöveroprosentti, joka voi olla korkeintaan 3,1 %. Alle 10 MVA:n voimalaitoksille käytetään kunnan yleistä kiinteistöveroprosenttia. (Määttä & Stark, 2022) Taulukossa 3 on esitetty Suomen suurimmat tuulivoimalakunnat ja niiden vuoden 2020 tuulivoimaloista arviolta kertyneet kiinteistöverotulot.

*Taulukko 3. Suurimmat tuulivoimakunnat, voimaloiden määrä ja niistä arviolta kertynyt kiinteistöverotulo vuonna 2020 (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022j).*

<b>Kunta</b>	<b>Voimalat (kpl)</b>	<b>Kiinteistöverotulo (milj. euroa)</b>
Kalajokilaakso	64	1,59
Liikoma	56	1,20
Raahe	62	1,13
Pori	37	1,05
Simo	37	0,85
Pyhäjoki	43	0,65

Tuulivoima saattaa lisätä myös kunnan tai alueen työllisyyttä. Vuoden 2018 tuulivoimakapasiteetin tasolla arvioituna tuulivoima synnyttää 20-vuotisen elinkaarensa aikana noin 55 800 henkilötyövuotta, joista tuulivoiman suora työllisyysvaikutus on noin 2 600 henkilötyövuotta. Suurin osa työllisyydestä syntyy tuulivoiman käyttövaiheessa. Käyttövaiheen aikaisen suoran työllisyysvaikutuksen aiheuttavat tuulivoimayhtiöt. (Savikko et al., 2019) Se, osuvatko työllisyysvaikutukset suoraan tuulivoimakunnan alueelle, riippuu siitä, kuka työn tekee. Rakentamisvaiheessa voidaan esimerkiksi suosia paikallisia yrityksiä, jolloin tuulivoima työllistää siellä, mihin tuulivoimaa rakennetaan. Rakentamisvaiheen työllisyysvaikutus kerrannaisvaikutuksineen on noin 12 925 henkilötyövuotta (Savikko et al., 2019).

Kunnat kokevat tuulivoiman eri tavoin riippuen esimerkiksi kunnan sijainnista ja elinkeinorakenteesta. Esimerkiksi porotalousalueella vaikutukset elinkeinonharjoittajiin voivat olla negatiivisia, koska tuulivoimalla on havaittu olevan vaikutuksia porojen laidunnukseen porojen välttellessä häiriöalueita (Ympäristöministeriö, 2016b, s. 101–102) Tämän lisäksi tuulivoiman haittapuolina nähdään kuntatasolla usein sen maisemavaikutus ja vaikutukset turismiin. Ympäristöministeriön (2016a) mukaan maisemavaikutuksella tarkoitetaan ”muutosta maiseman rakenteeseen, luonteeseen tai laatuun”. On huomatta-

va, että maisemavaikutusta ei voida aina olettaa yhtä haitalliseksi kaikkialla, koska tuulivoimalat sopivat eri tavalla eri maisemiin; teollisesta maisemasta voimala ei erota samalla tasolla kuin luonnonmaisemasta. Maisemaan vaikuttavat myös muun muassa voimaloiden valaistus, väritys, ryhmittely, muotoilu ja muu voimaloiden liittyvä infrastruktuuri. (Ympäristöministeriö, 2016a) Matkailualan yrittäjät ovat maisemavaikutuksista huolissaan erityisesti silloin, jos turistit tulevat näkemään alueen alkuperäistä luontoa (Tornberg, 2019; Valta & Heikinmatti, 2020). Kyselyiden perusteella esimerkiksi Lappajärvelle suunniteltuun Iso Saapasnevan tuulivoimahankkeeseen matkailualan yrittäjät suhtautuivat hyvin kielteisesti. Haasteina nähdään erityisesti mahdollinen matkustajamäärien notkahdus ja markkinointiviestinnän uudelleensuunnittelu. (Merilahti & Översti, 2020).

Tutkimustulosten valossa tuulivoiman vaikutukset turismiin vaihtelevat ja vaikutuksia on tutkittu esimerkiksi Skotlannissa, jossa maisemat ovat tärkeä osa matkailukokemusta. Tällöin tutkijat arvioivat taloudellisesti haitallisia vaikutuksia olevan olemassa jonkin verran, mutta ne jäivät jokaisella tutkitulla alueella suhteellisen pieniksi (Riddington et al., 2008, s. 13). Tulokset myötäilevät tutkimuksen yhteydessä toteutetun kansainvälisen kirjallisuuskatsauksen havainnoja. Havainnoista niin ikään käy ilmi, että tuulivoimaisuilla ei ole merkittävää taloudellista vaikutusta turismin kannalta. Toisaalta tuulivoimaloita ei ole sallittu rakentaa tärkeimmille matkailualueille, joten todellisista, toteutuneista vaikutuksista on vain vähän tietoa. (Riddington et al., 2008).

Joissakin tapauksissa tuulivoima voidaan nähdä myös positiivisessa valossa matkailun kannalta, jos paikkakunta pystyy synnyttämään tuulivoimaloista jonkin näköisen oman matkailukohteen tai nähtävyyden. Tällainen yhteys todettiin esimerkiksi tutkimustuloksissa Yhdysvaltojen rannikolla. Tutkimuksessa selvitettiin merituulivoiman vaikutuksia rantalomailijoiden halukkuuteen vieraillla rannalla. Tulosten myötä huomattiin, että vaikka osa vierailijoista jättäisi tulematta näkyvien voimaloiden takia, tätä suurempi osa haluaisi vieraillla tällaisella ”epätyypillisellä” rannalla edes kerran. Näin ollen rannan kävijämäärä ei välttämättä vähenisi. Tämä yhteys ei kuitenkaan poista negatiivisten vaikutusten olemassaoloa. (Lilley et al., 2007)

Tuulivoiman avulla kunta voi luonnollisesti laskea myös hiilidioksidi- ja pienhiukkaspäästöjään, joka on itsessään tärkeää ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Ilmastoystävällinen energiantuotantotapa voi näyttäytyä etuna myös kunnan omassa markkinoinnissa, jos kunta rakentaa itselleen vihreää brändiä ja brändi-imagoa. Tuulivoima voidaan nähdä näin konkreettisena osana ilmastotietoista kuntaa. Brändäystä käytetään tyypillisesti yritysmaailmassa, mutta kuten Waeraas (2008) esittää, sitä voidaan

tietyin sovellutuksin toteuttaa myös julkisella sektorilla. Vihreä brändi-imago nähdään mahdollisuutena esimerkiksi lin kunnassa (Wiman, 2020, s. 30, 35–36).

## 4.2 Maanomistaja tienaa vuokratuloilla

Tuulivoimalle sopiva paikka löytyy usein metsätalousalueelta. Suomessa valtaosan maasta omistavat yksityiset maanomistajat, ja esimerkiksi metsistä noin 10,6 miljoonaa hehtaaria eli noin 60 % kuului yksityishenkilöille vuonna 2016 (Luonnonvarakeskus, 2022). Yksityisten maanomistajien lisäksi muita maanomistajia Suomessa ovat valtio, kunnat, seurakunnat ja yritykset (Kokkonen, 2015). Tuulivoiman rakentaminen rajoittaa jonkin verran maanomistajan muita mahdollisuuksia ja esimerkiksi asuinrakennuksia ei voi rakentaa tuulipuistoalueelle (Tammi, 2015, s. 39). Jos tuulivoimalaa kaavaillaan maanomistajan maille, tulee hänen tehdäkin päätös siitä, miten hän maataan haluaa käytettävän. Maanomistaja saattaa punnita erilaisten ratkaisujen välillä pohtien rakentamisen hyötyjä ja haittoja, joita käsitellään seuraavaksi.

Maanomistajat hyötyvät tuulivoimaloista muun muassa taloudellisesti. Konkreettisin tulonlähde on voimaloista perittävä vuosivuokra, joka määräytyy maanomistajan ja tuulivoimaloista vastaavan yrityksen tekemän sopimuksen mukaan. Maaseudun Tulevaisuus -lehden artikkelin mukaan yhden voimalan kokoisen maa-alueen vuokra saattaa nousta nykyään 20 000–30 000 euroon vuodessa. Vuokratulo kuitenkin jakaantuu usein usean maanomistajan kesken. (Lensu, 2021) Tammi (2015) ehdottaa maanvuokran vaihteluväliksi 5 000–15 000 euroa voimalaa kohti vuodessa. Arvio perustuu maa- ja metsätalousministeriön ylitarkastajan haastatteluun, tosin haastattelusta on noin seitsemän vuotta aikaa. Hieman metsästä riippuen maanvuokraus on joka tapauksessa usein kannattavampaa kuin metsätalous. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022k; Tammi, 2015) Vuokratulo on maanomistajalle jatkuvaa, vakiomääräistä tuloa, ja se voidaan katsoa tuulivoimasta syntyvänä hyötynä.

Tuulivoimaloista syntyy maanomistajalle vuokratulojen lisäksi muita, pienempiä etuja. Yksittäisiä hyötyjä maanomistajille ovat tuulivoimaloiden rakentamisesta mahdollisesti ylijäänyt kivi- ja sora-aines (Tammi, 2015, s. 42) sekä tieyhteyksien parantuminen, jolloin muun muassa puukuljetusten tekeminen helpottuu (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2022k). Tuulivoimarakentamiseen liittyy myös pienempiä rahallisia kertakorvauksia esimerkiksi silloin, kun voimalan voimajohto kulkee maanomistajan maiden halki. Tällöin lunastetaan voimajohtoon kattaman maa-alueen käyttöoikeus. Maa-alue säilyy yhä maanomistajan omistuksessa, mutta sen käyttöä on rajoitettu. Lunastustoimituksesta maksetaan lunastuskorvaus ja maanomistajalle voidaan tarjota myös ennakkohaltuunotto-sopimusta, joka mahdollistaa lisäkorvauksen lunastuskorvauksen päälle. (Suomen

Tuulivoimayhdistys ry, 2022a) Lunastuskorvausten taso herättää osassa maanomistajista jonkin verran tyytymättömyyttä (Pantsu, 2021), jolloin maanomistaja saattaa nähdä lunastuksen korvauksesta huolimatta hyödyn sijaan haittana.

Tuulivoiman kannatus maanomistajien keskuudessa vaihtelee. Esimerkiksi maanomistajia haastatellut Rönnlund (2013) esittää opinnäytetyössään, että maanomistajat vuokraavat maitaan yleisesti ottaen mielellään tuulivoimaloiden käyttöön, kunhan korvaustaso on riittävä. Rönnlundin mukaan huolta sen sijaan aiheuttavat korvaussummien suuruudet ja sopimusten laatiminen, johon usein kaivataan apua. Näin ollen maanomistajille koituvaksi haitaksi voidaan katsoa yleinen epävarmuus tuulivoimaloita koskevissa sopimusasioissa. Mainittakoon, että haastatteluun tulee suhtautua nykyään jokseenkin kriittisesti, sillä tulokset ovat lähes kymmenen vuotta vanhoja. Voimaloiden yleistymisen myötä maanomistajien kokemus tuulivoimasta on voinut muuttua, vaikka osa haastatteluiden sisällöstä olisikin oleellista yhä tänä päivänä. Kaikesta huolimatta sopimustekniset asiat puhututtavat yhä edelleen: osa tuulivoimakriitikoista pelkää, että voimalan purkukustannukset jäävät lopulta jätelain nojalla maanomistajan maksettaviksi, jos tuulivoimayhtiö ei syystä tai toisesta huolehdi purkamisesta. Tällainen tilanne saattaisi syntyä esimerkiksi tuulivoimayhtiön tehdessä konkurssin (Vaara, 2021). Tapahtuman todennäköisyyttä pidetään tavallisesti hyvin pienenä, mutta siihen tulisi varautua sopimusta tehdessä.

Tuulivoimalat eivät pääsääntöisesti rajoita alueen muuta toimintaa, kuten maa- ja metsätaloutta, metsästystä, marjastusta tai ulkoilua. Tuulivoimaloihin liittyvä onnettomuusriski on yleensä pieni mutta olemassa. On mahdollista, että voimalan lapa vaurioituu ja viskoutuu alas (Kyytsönen, 2020a). Suositeltava etäisyys tuulivoimalasta onkin noin 300 metriä, koska lapa putoaa todennäköisesti tälle etäisyydelle. Kylmissä olosuhteissa erityisesti paikallaan oleviin lapoihin voi alkaa muodostua jäätä, joka saattaa pudota tai singota samalla kun lavat alkavat taas liikkua. (Ledec et al., 2011) Tuulivoimala voi sytyä myös palamaan kuten kaikki muutkin rakennukset. Vastarakennettuja tuulivoimaloita on myös romahtanut alas esimerkiksi Pohjois-Ruotsissa ja Saksassa (Harrati & Samuelsson, 2020; Repo, 2022) Voimaloiden turvallisuus vaikuttaa maanomistajiin varsinkin silloin, jos he liikkuvat aktiivisesti alueella. Virkistyskäytöllä on vaikutuksia myös lähialueen asukkaisiin tai vapaa-ajan asujiin, joihin kohdistuviin sosiaalisiin vaikutuksiin perehdytään seuraavaksi luvussa 4.3.

### **4.3 Voimalat häiritsevät lähialueen asukkaita**

Tuulivoimaloiden vaikutusalueelle sijoittuu toisinaan myös asukkaita. Monet heistä suhtautuvat voimaloihin lähinnä neutraalisti, kun taas pienempi osa kokee voimalat äänek-

käiksi, rumiksi ja alkavat jopa oirehtia tuulivoimaloiden myötä. Koettu haitta vaihtelee asukkaasta riippuen ja esimerkiksi sen mukaan, kuinka kaukana asutus tuulivoimalasta sijaitsee, tai kuinka vahvasti tuulivoimala hallitsee ympäröivää maisemaa.

Asukkaiden kokeman haitan vuoksi tuulivoimaloiden vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin ja terveyteen tutkitaan paljon. Suomessa Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) määrittellee hyvinvoinnin kolmen osatekijän kautta: terveys, materiaallinen hyvinvointi ja elämänlaatu. Terveys puolestaan määritellään ”fyysisen, sosiaalisen ja henkisen hyvinvoinnin tilana”. (THL, 2022) Hyvinvointi ja terveys ovat siis laajoja käsitteitä, eivätkä tarkoita pelkästään sairauden puutetta. Näin ollen tuulivoimaloiden voidaan katsoa kuormittavan asukkaiden hyvinvointia ja terveyttä. Kysymys kuuluukin, millä tavalla.

Paljon tutkittu aihe on esimerkiksi voimaloiden aiheuttama melu. Tuulivoimaloiden tuottama ääni voidaan jakaa aerodynaamiseen ääneen ja sähköntuotantokoneiston tuottamaan ääneen. Aerodynaaminen ääni on näistä kahdesta hallitsevampi, ja se syntyy lapojen ja tuulen välisestä kitkasta. (Ledec et al., 2011; Motiva Oy, 2021c) Yleisesti tuulivoimaloiden äänitaso A-äänitasoltaan on noin 35–45 dB (Ledec et al., 2011, s. 87). Suomessa äänitasoa säännellään niin, että pysyvän asutuksen lähellä äänitaso saa olla päivisin korkeintaan 45 dB ja yöllä 40 dB (Motiva Oy, 2021c). Tuulivoimaloiden tuottama ääni on niin ikään laajakaistaista, joten asukkaat liittyvät voimaloihin myös huolen sen tuottamasta matalataajuisesta infraäänestä.

Ympäristön aiheuttamalla melulla – johon myös tuulivoimalat kuuluvat – on havaittu yhteyksiä hyvinvointiin ja terveyteen. Tutkimukset eivät kuitenkaan ole pystyneet vielä täysin selittämään, miksi juuri tuulivoimaloiden melu aiheuttaa asukkaissa monenlaisia oireita. Selvää kuitenkin on, että tuulivoimaloiden äänitasolla on vahva yhteys äänen häiritsevyyteen. Voimakkaammilla äänitasoilla tuulivoimamelun häiritsevyyden on huomattu kasvavan, ja osa tutkimuksista myös puoltaa väitettä, että tuulivoimamelu on muita melunlähteitä häiritsevämpää (Janssen et al., 2011). Tuoreessa suomalaistutkimuksessa väitteelle ei kuitenkaan löydetty perusteita (Radun et al., 2022), joten tutkimustuloksia voidaan esittää myös väitettä vastaan.

Kansainvälisen tutkimustulosten vertailun pohjalta tuulivoiman ja siitä raportoitujen muiden terveysvaikutusten, kuten häiriintyneen unen, unettomuuden, sydän- ja verisuonitautien ja sen metabolisten vaikutusten välille ei ole pystytty luomaan selvää yhteyttä. (van Kamp & van den Berg, 2021) Oireet myös riippuvat osittain siitä, millaisia ennako-oletuksia henkilöllä on tuulivoimasta. Jos henkilö suhtautuu tuulivoimaan hyvin negatiivisesti, hän myös oirehtii enemmän altistuessaan voimalan tuottamalle melulle. Crichtonin et al. (2014) mukaan esimerkiksi internetistä löytyvä tieto saattaa muo-

kata henkilön olettamuksia tuulivoiman terveysvaikutuksista, jolloin näitä oireita myös raportoidaan enemmän.

Tuore suomalaistutkimus tukee kansainvälisten tutkimusten tuloksia siinä määrin, että tuulivoimaloiden äänitasolla ja terveydellä ei havaittu olevan muuta yhteyttä kuin äänen häiritsevyys. Tutkimuksessa vertailtiin tieliikenteen ja tuulivoiman aiheuttaman melun vaikutuksista terveyteen. Tutkimuksessa ilmeni, että tieliikenteen melu aiheutti suuremman riskin sairastua sydänsairauteen kuin tuulivoimaloiden aiheuttama melu. (Radun et al., 2022) Turusen et al. (2022) mukaan tuulivoimaloista ei näyttäisi aiheutuvan myöskään niin voimakasta terveyshaittaa, että reseptilääkkeiden käyttö kasvaisi tuulivoimaloiden läheisyydessä. Turunen et al. vertailivat tutkimuksessa kahta aluetta, joista toisen lähelle pystytettiin tuulivoimaloita. Tuulivoimaloiden pystyttäminen ei vaikuttanut diabeteslääkkeiden, sydän- ja vesisuonitautilääkkeiden, hermostoon vaikuttavien lääkkeiden tai tulehduskipulääkkeiden käytön yleistymiseen. Myös infraäänen haittoja on Suomessa pyritty selvittämään laajasti, eikä oireilua ole pystytty yhdistämään juuri infraääneen (Maijala et al., 2020). Kansainvälisistä tutkimustuloksistakaan ei voida vetää selvää johtopäätelmää siitä, että infraäänen terveysvaikutukset poikkeaisivat jotenkin kuultavissa olevan äänen terveysvaikutuksista (van Kamp & van den Berg, 2021).

Melun lisäksi tuulivoimaloissa häiritsee niiden näkyminen. Voimaloiden suuri koko aiheuttaa laajalti muutoksia maisemassa ja ne voivat näkyä jopa 30 kilometrin päähän sijainnistaan (Ledec et al., 2011). Voimalat eivät osallistu maisemanmuokkaukseen yksin, sillä myös sähkönsiirtolinjat ja voimaloita varten rakennetut tai parannellut tiet muuttavat näkymää. Voimaloiden näköaistimukseen liittyviä vaikutuksia voidaan kutsua visuaalisiksi vaikutuksiksi. Ledec et al. (2011) toteavat, että voimaloiden merkittävimmät visuaaliset vaikutukset toteutuvat noin viiden kilometrin säteellä tuulivoimalasta (s. 85). Visuaaliset vaikutukset koetaan rakentamista rajoittaviksi erityisesti Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa. Visuaalisia vaikutuksia ovat esimerkiksi jo luvussa 4.1 esitetty voimaloiden maisemavaikutus. Tämän lisäksi voidaan puhua myös voimaloiden välkevaikutuksesta. Välkevaikutus on seurausta voimaloiden lapojen langettamasta varjosta, joka liikkuu lapojen pyöriessä. Se syntyy auringon paistaessa voimalan takaa ja voi ulottua jopa satojen metrien päähän. (Ledec et al., 2011; Motiva Oy, 2021e)

Paitsi että tuulivoimaloiden visuaaliset vaikutukset voivat aiheuttaa ärsytystä asukkaissa, koetaan niiden usein laskevan myös asuinkiinteistön hintaa yhdessä muiden tuulivoimaloista aiheutuvien haittojen kanssa. Toisaalta tuulivoiman tuomilla verotuloilla elpyvä kuntatalous voisi myös nostaa asuinkiinteistöjen hintoja (Holm et al., 2021). Aihealuetta on tutkittu useassa maassa ja tulokset vaihtelevat: Taloustutkimuksen ja FCG Finnish Consulting Group Oy:n tutkimustulosten mukaan tuulivoima ei ole laske-

nut asuinkiinteistöjen hintoja Suomessa vuosina 2013–2021 tilastollisesti merkittäväällä tavalla. Tutkimusaineisto kerättiin kahdeksalta Suomen tuulivoimapaikkakunnalta. Syyksi asuinkiinteistöjen hintojen muutoksiin todettiin lähinnä paikallinen asuntomarkkinoiden yleinen kehitys. (Holm et al., 2021) Toteutuneiden asuntokauppojen hintojen lisäksi voidaan kuitenkin tutkia myös tuulivoimaloiden vaikutusta ihmisten maksuhaluuteen. Tällä tavalla mitattuna muun muassa Ruotsissa ja Tanskassa asuinkiinteistöjen hintojen on huomattu laskevan (Jensen et al., 2018; Westlund & Wilhelmsson, 2021). Tanskalaiset Jensen et al. (2018) esittävät, että tuulivoimaloiden negatiivinen vaikutus asuntojen hintoihin ulottuisi noin kolmen kilometrin päähän rakennetusta voimalasta. Tanskalaistutkimus kävi läpi myös yhdeksän kilometrin päähän rannikosta sijoitettujen merituulivoimaloiden vaikutusta asuntojen hintoihin, mutta ei löytänyt vaikutusta.

Viimeisenä mainittakoon, että tuulivoimaloista koettua haittaa voivat lisätä myös niiden vaikutukset radio- ja TV-vastaanottoon. Digitan mukaan tuulivoimapaistot saattavat häiritä valtakunnallisia radio- ja TV-lähetyksiä sekä mobiiliverkkojen kuuluvuutta, kun tuulivoimalan lavat ovat liikkeessä. Tämä perustuu siihen, että esimerkiksi radiosignaali saattaa vaimeta kulkiessaan tuulipuiston läpi. Jotkin radiosignaalit myös heijastuvat tuulivoimaloista ja aiheuttavat näin häiriötä vastaanotossa. (Digita, 2022; Motiva Oy, 2022)

Yllä mainittujen tekijöiden takia lähialueen asukkaat voivat kokea tuulivoiman haitalliseksi tai uhkaavaksi. Henkilökohtainen suhtautuminen vaikuttaa pitkälti siihen, miten tuulivoima otetaan vastaan. Mitä lähemmäs voimalat rakennetaan, sen enemmän niistä saattaa aiheutua negatiiviseksi koettuja vaikutuksia. Positiiviset vaikutukset eli koetut höydyt voivat liittyä tuulivoiman ilmastoystävällisyyteen tai luvussa 4.1 käsiteltyyn asuinkunnan elinvoimaistumiseen, josta hyötyvät kunnan asukkaat. Tuulivoimaloista seuraavat verotulot voisivat esimerkiksi parantaa kunnan peruspalveluita.



## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Ilmastonmuutos ja madaltuneet tuotantokustannukset ovat tehneet tuulivoimasta voimakkaasti kasvavan energiantuotannon muodon, joka kasvattaa kapasiteettiaan yhä nykyäänkin. Tuulivoiman vaikutukset ulottuvat laajalle sen ympäristöön. Tämän työn tarkoitus oli selvittää tuulivoimarakentamisen nykytilanne, tuulivoimahankkeen vaiheet ja voimaloiden sosiaaliset vaikutukset kuntiin, maanomistajiin ja lähialueen asukkaisiin.

Suomen tuulivoimakapasiteetti on tällä hetkellä noin 3 300 MW. Pääosa tästä on maa-tuulivoimaa. Hankkeita on suunnitteilla nykyiseen kapasiteettiin nähden moninkertainen määrä. Jos kaikki julkistettut tuulivoimahankkeet toteutuisivat, Suomen tuulivoimakanta yli 17-kertaistuisi. Tämä vaikuttaa kuitenkin epätodennäköiseltä, koska tuulivoimahankkeet eivät aina etene loppuun asti. Tähän vaikuttavia tekijöitä on useita, joista osa on paikallisia ja osa kansallisia.

Keskikokoinen tuulivoimalahanke saattaa kestää 4–6 vuotta ennen kuin voimalat saadaan käyttöön. Suuri osa ajasta kuluu hankkeen suunnitteluun ja selvitysten tekemiseen. Hankekehityksen vaiheet ovat seuraavat: esiselvitystyöt, alueen etsiminen, neuvottelut kunnan edustajien, paikallisten maanomistajien ja verkkoyhtiön kanssa, Puolustusvoimien lausunnon hakeminen, tuulimittaukset, YVA-menettely ja kaavoitus, tarvittavien lupien hakeminen, maanrakennustyöt ja voimaloiden hankinta sekä niiden pystytys. Varsinainen rakentaminen saa alkaa vasta rakennusluvan myötä. Kaikki hankkeet eivät välttämättä etene juuri esitetyllä tavalla ja osa vaiheista on päällekkäisiä. Esimerkiksi YVA-menettelyä ei välttämättä sovelleta hieman hankkeen kokoluokasta riippuen.

Tuulivoimaloiden vaikutukset ovat moninaiset. Kunta saa tuulivoimasta erityisesti kiinteistöverotuloja. Tuulivoimalla voi olla vaikutusta myös kunnan työllisyyteen ja turismiin. Turismin vaikutukset eivät ole toistaiseksi yksiselitteisiä, joten turismivaikutuksia kannattanee tutkia lisää. Maanomistajat hyötyvät tuulivoimasta rahallisesti esimerkiksi vuokratulojen kautta, mutta saattavat kokea vuokrasopimusten laatimisen vaivalloiseksi. Tuulivoimaloiden lähiasukkaisiin voimaloilla ei ole todettu olevan terveysvaikutuksia, mutta se ei poista asukkaiden kokemaa, voimaloista aiheutuvaa häiritsevyyttä. Suomessa voimaloiden ei ole todettu vaikuttavan asuinkiinteistöjen hintoihin.

Tuulivoimarakentaminen on aihe, joka herättää ihmisissä monia tunteita. Tämän työn myötä voidaan todeta, että ei ole yksiselitteistä tapaa toteuttaa tuulivoimahanketta, koska hankekohtaisesti tulee huomioida monia erilaisia asioita. Hankkeet kuitenkin usein jossain määrin myötäilevät tiettyä kaavaa. Yleisesti tuulivoima energiantuotantomuotona hyväksytään hyvin, mutta mitä lähemmäs se sijoitetaan asutusta, sitä enemmän sen koetut haitat kasvavat. Näin ollen tuulivoimaloiden sijoittaminen on osoittanut yhdeksi tuulivoimahankkeen kriittisimmistä vaiheista.

Tuulivoimaa on Suomessa tutkittu jo jonkin verran, ja tutkimustyö tulee mitä luultavimmin jatkumaan tuulivoiman yleistymisen myötä. Erityisesti tuulivoiman taloudellisista vaikutuksista esitetään paljon arvioita, joten tulevaisuudessa tutkimusta olisi hyvä tehdä myös toteutuneiden vaikutusten osalta. Suomen eri alueiden välillä elinkeinorakenne poikkeaa hyvin vahvasti toisistaan, jolloin tuulivoiman vaikutuksia pitää tutkia ja alueiden eroja painottaa siellä, missä tuulivoimaa ollaan rakentamassa.

## LÄHTEET

- af Schultén, M. (2018). Jääviys tuulivoimahankkeiden kompastuskivenä. Tuulivoimalahti. Viitattu 12.5.2022. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalahti.fi/aiheet/jaaviys-tuulivoimahankkeiden-kompastuskivena.html>
- Aluevalvontalaki 2000/755. Annettu Helsingissä 18.8.2000.
- Breeze, P. (2016). Wind power generation (1st edition). Academic Press.
- Crichton, F., Dodd, G., Schmid, G., Gamble, G., Cundy, T., & Petrie, K. J. (2014). The Power of Positive and Negative Expectations to Influence Reported Symptoms and Mood During Exposure to Wind Farm Sound. *Health Psychology*, 33(12), p. 1588–1592.
- Digita. (2022). Tuulipuistojen vaikutukset radio- ja tv-vastaanottoon. [PDF-tiedosto]. Viitattu 12.5.2022. Saatavissa: <https://www.digita.fi/wp-content/uploads/2020/12/Digita-tuulivoimapalvelut-2020.pdf>
- Emeis, S. (2018). Wind Energy Meteorology. Springer International Publishing AG.
- Energiateollisuus ry. (2021). Suomalaisten energia-asenteet 2021. [PDF-tiedosto]. Viitattu 2.4.2022. Saatavissa: [https://energia.fi/files/6606/Energia-asenteet\\_2021.pdf](https://energia.fi/files/6606/Energia-asenteet_2021.pdf)
- Fingrid Oyj. (2015). Tuulivoimaliittyjän opas. [PDF-tiedosto]. Viitattu 17.4.2022. Saatavissa: [https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/asiakaslehdet/fingrid-lehti-2\\_2013.pdf](https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/asiakaslehdet/fingrid-lehti-2_2013.pdf)
- Haavisto, L. (2021). Tuulivoimalahanke kaatui Huittisissa – pieni viljelijä Huikankulmalta on helpottunut. Alueviesti. Viitattu 12.5.2022. Saatavissa: <https://alueviesti.fi/2021/02/17/tuulivoimalahanke-kaatui-huittisissa-pieni-viljelijä-huikankulmalta-on-helpottunut/>
- Hannula, T., Vääntönen, E., Niemi, O. & Ilkka, I. (2022). Tämä Ukrainan tapahtumista tiedetään. Helsingin Sanomat. Viitattu 17.5.2022. Saatavissa: <https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000008637988.html>
- Harrati, M., & Samuelsson, P. (2020). Vindkraftverk har kollapsat utanför Jörn – ”Mycket ovanlig händelse”. SVT Nyheter. Viitattu 12.5.2022. Saatavissa: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/vasterbotten/vindkraftverk-har-kollapsat-utanfor-jorn>

Holm, P., Tyynilä, J., Sainio, K., & Roselius, E. (2021). Tuulivoima - vaikutus asuinkiinteistöjen hintoihin. [PDF-tiedosto]. Viitattu 18.4.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima-ja-asuinkiinteistojen-hinnat-2022-1.pdf>

Huttunen, R. (2017). Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 4/2017.

Ilmailulaki 2014/864. Annettu Helsingissä 7.11.2014.

Ilmatar Energy. (2021). Näin rakentuu suomalainen tuulipuisto – Humppila-Urjalan ja Rasakankaan puistojen rakennustyöt täydessä vauhdissa. Viitattu 30.4.2022. Saatavissa: <https://ilmatar.fi/nain-rakentuu-suomalainen-tuulipuisto-humppila-urjalan-ja-rasakankaan-puistojen-rakennustyot-taydessa-vauhdissa/>

Ilmatieteen laitos. (2009). Suomen Tuuliatlas. Viitattu 1.4.2022. Saatavissa: <http://tuuliatlas.fmi.fi/>

IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Janssen, S. A., Vos, H., & Eisses, A. R. (2011). A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130, p. 3746–3753

Jantunen, J., & Hokkanen, P. (2010). YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi: Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimivuus ja kehittämistarpeet. Suomen Ympäristö, 18.

Jensen, C. U., Panduro, T. E., Lundhede, T. H., Nielsen, A. S. E., Dalsgaard, M., & Thorsen, B. J. (2018). The impact of on-shore and off-shore wind turbine farms on property prices. *Energy Policy*, 116, p. 50–59.

Joensuu, K., Väyrynen, L., Tolppanen, J., Karhu, L., Salmi, T., Hartikka, S., Leino, L., Viljanen, J., Smids, S., Hujanen, A., Sipilä, M., & Huuskonen, A. (2021). Tuulivoimarakentamisen edistäminen – keinoja sujuvaan hankekehitykseen ja eri tavoitteiden yhteensovittamiseen. Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:51.

Kauppinen, J. (2018). Turbiinitekniikka: käyttö, huolto ja kunnossapito (1. painos.). Tammertekniikka.

Kokkonen, A. (2015). Kuka omistaa maatamme ja missä? Maanmittauslaitoksen blogi. Viitattu 4.5.2022. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/ajankohtaista/blogi-kuka-omistaa-maatamme-ja-missa>

Korpela, A. (2016). Tuulivoiman perusteet (1. painos.). AMK-Kustannus Oy. Tammer-tekniikka.

Kyytsönen, J. (2020a). Yllättävä syy aiheutti onnettomuuden – kahdesta tuulivoimalasta putosi siipi syyskuussa Kristiinankaupungissa. Maaseudun Tulevaisuus. Viitattu 10.5.2022. Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/uutiset/36831c1c-2efa-5d1b-aa82-d19507a8fc85>

Kyytsönen, J. (2020b). Täydellinen yllätys: Sudet kaatoivat Kajaanin tuulivoimahankkeen. Maaseudun Tulevaisuus. Viitattu 10.5.2022. Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/uutiset/793dff65-b43e-5f22-861b-ffd55485ea8>

Laki puolustusvoimista 2007/551. Annettu Helsingissä 11.5.2007.

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 2017/252. Annettu Helsingissä 5.5.2017.

Lang, S., & McKeogh, E. (2011). LIDAR and SODAR measurements of wind speed and direction in upland terrain for wind energy purposes. Remote Sensing. Basel, Switzerland, 3(9), p. 1871–1901.

Ledec, Rapp, K. W., & Aiello, R. G. (2011). Greening the Wind: Environmental and Social Considerations for Wind Power Development. World Bank Publications.

Lensu, H. (2021). Maanomistaja voi saada vuokratuloja yhdestä tuulimyllystä jopa 30 000 euroa vuodessa – tuulivoimaloiden maanvuokrat ovat nousseet huimasti parissa vuodessa. Maaseudun Tulevaisuus. Viitattu 29.4.2022. Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/56bbf515-c292-5495-81d2-c6a445f5cd09>

Lilley, M. B., Firestone, J., & Kempton, W. (2007). The Effect of Wind Power Installations on Coastal Tourism. Energies. Basel. 3(1), p. 1–22.

Luonnonvarakeskus. (2022). Metsätalokokonaisuudet muuttujina vuosi, omistusmuoto, kokoluokka, ha ja lukumäärä tai metsämaan pinta-ala. Tilastotietokanta > Metsätalastot > Rakenne ja tuotanto > Metsämaan omistus > Metsätalokokonaisuudet omistumuodoittain. Viitattu 4.5.2022. Saatavissa: <https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. Annettu Helsingissä 5.2.1999.

Maijala, P., Turunen, A., Kurki, I., Vainio, L., & Sainio, M. (2020). Tuulivoimaloiden infraääni ja terveys. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, 11.

Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2009). Wind energy explained: theory, design, and application (J. G. McGowan & A. L. Rogers, Eds.; 2nd ed.) John Wiley.

Markkanen, J. (2016). Tuulipuiston alue- ja pohjarakenteiden suunnittelu. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka.

Merilahti, K., & Översti, K. (2020). Iso Saapasnevan Tuulivoimahanke: Selvitys tuulivoimapuiston vaikutuksista matkailuelinkeinoon ja loma-asutukseen. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B47774536-0261-44B4-870D-5B11BCFFA8C8%7D/164001>

Metsähallitus. (2022). Alueiden vuokraaminen muille tuulivoimatoimijoille. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://www.metsa.fi/vastuullinen-liiketoiminta/tuulivoima/alueiden-vuokraaminen-tuulivoimahankkeisiin/>

Metsänomistajat. (2022). Metsätietoa. Viitattu 4.5.2022. Saatavissa: <https://www.mhy.fi/metsatietoa>

Motiva Oy. (2021a). Milloin tarvitaan vesilupa? Viitattu 17.4.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/lupamenettelyt/milloin\\_tarvitaan\\_vesilupa](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/lupamenettelyt/milloin_tarvitaan_vesilupa)

Motiva Oy. (2021b). Tutkavaikutukset. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoiman\\_ymparisto\\_ja\\_muut\\_vaikutukset/tutkavaikutukset](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoiman_ymparisto_ja_muut_vaikutukset/tutkavaikutukset)

Motiva Oy. (2021c). Tuulivoimalan äänet. Viitattu 9.5.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoiman\\_ymparisto\\_ja\\_muut\\_vaikutukset/tuulivoimalan\\_aanet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoiman_ymparisto_ja_muut_vaikutukset/tuulivoimalan_aanet)

Motiva Oy. (2021d). Tuulivoimateknologia. Viitattu 22.2.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoima\\_suomessa/tuulivoimateknologia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa/tuulivoimateknologia)

Motiva Oy. (2021e). Valo ja varjot. Viitattu 9.5.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoiman\\_ymparisto\\_ja\\_muut\\_vaikutukset/valo\\_ja\\_varjot](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoiman_ymparisto_ja_muut_vaikutukset/valo_ja_varjot)

Motiva Oy. (2021f). YVA-menettely. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoiman\\_ymparisto\\_ja\\_muut\\_vaikutukset/yva-menettely](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoiman_ymparisto_ja_muut_vaikutukset/yva-menettely)

Motiva Oy. (2021g). Voimalan sijoittaminen. Viitattu 22.2.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoima\\_suomessa/voimalan\\_sijoittaminen](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa/voimalan_sijoittaminen)

Motiva Oy. (2021h). Tuulivoimaprojektin vaiheet. Viitattu 7.2.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoimaprojektin\\_vaiheet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoimaprojektin_vaiheet)

Motiva Oy. (2022). Vaikutukset radio- ja TV-verkkoihin. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoiman\\_ymparisto\\_ja\\_muut\\_vaikutukset/vaikutukset\\_radio\\_ja\\_tv-verkkoihin](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoiman_ymparisto_ja_muut_vaikutukset/vaikutukset_radio_ja_tv-verkkoihin)

Määttä, T., & Stark, A. (2022). Tuulivoima- ja aurinkovoimalaitokset verotuksessa. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/48501/tuulivoima--ja-aurinkovoimalaitokset-verotuksessa/>

Navigator (2022). Artikkelisarja merituulivoimasta, osa 3: Sähköä tarvitaan myös mereltä. Navigator Magazine. Viitattu 24.5.2022. Saatavissa: <https://navigatormagazine.fi/uutiset/turvallisuus-ja-ymparisto/artikkelisarja-merituulivoimasta-osa-3-sahkoa-tarvitaan-myos-merelta/>

OX2. (2021). Ajos wind farm – IKEA's first investment in Finland is a repowering project. Viitattu 24.5.2022. Saatavissa: <https://www.ox2.com/cases/ajos-wind-farm-ikeas-first-investment-in-finland-is-a-repowering-project/>

Paalatie, H. (2019a). Osa 26. Tuulimittaukset. Tuulivoimalehti. Viitattu 29.3.2022. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/56-tarinaa-tuulivoimasta/osa-26.-tuulimittaukset.html>

Paalatie, H. (2019b). Osa 32. Tuulivoimalan perustus. Tuulivoimalehti. Viitattu 30.4.2022. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/56-tarinaa-tuulivoimasta/osa-32.-tuulivoimalan-perustus.html>

Pantsu, P. (2021). Metsänomistajat penäävät tuulivoimayhtiöiltä kunnan korvauksia maidensa sähkölinjakäytöstä – haluavat vuosivuokraa kertamaksun sijaan. YLE. Viitattu 4.5.2022. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-12078624>

Puolustusvoimat. (2021). Tuulivoimaloiden lausuntoprosessi. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://puolustusvoimat.fi/tuulivoimaloiden-lausuntoprosessi>

Radun, J., Maula, H., Saarinen, P., Keränen, J., Alakoivu, R., & Hongisto, V. (2022). Health effects of wind turbine noise and road traffic noise on people living near wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 157, 112040.

Repo, H. (2022). Iso 240 metrin tuulivoimala romahti vain päivää ennen vihkiäisiä Saksassa – tämä onnettomuudesta tiedetään nyt. Tekniikka&Talous. Viitattu 23.5.2022. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/iso-240-metrin-tuulivoimala-romahti-vain-paivaa-ennen-vihkiaisia-saksassa-tama-onnettomuudesta-tiedetaan-nyt/492e432b-7465-4649-ab07-d05cae68f07a>

Ribrant, J., & Bertling, L. M. (2007). Survey of Failures in Wind Power Systems with Focus on Swedish Wind Power Plants During 1997-2005. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 22(1), p. 167–173.

Riddington, G., McArthur, D., Harrison, A., & Gibson, H. (2008). The economic impacts of wind farms on Scottish tourism. A report for the Scottish Government.

Rinne, E., Holttinen, H., Kiviluoma, J., & Rissanen, S. (2018). Effects of turbine technology and land use on wind power resource potential. *Nature Energy* 2018 3:6, 3(6), p. 494–500.

Rönnlund, J. (2013). Maanomistaja tuulivoimahankkeessa. Opinnäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu.

Sallinen, S., Majoinen, K., & Salenius, M. (2012). Elinvoimainen ja toimintakykyinen kunta. Suomen Kuntaliitto.

Savikko, H., Hokkanen, J., Alkula, V.-P., Rautiainen, M., & Koutonen, H. (2019). Tuulivoiman aluetalousvaikutukset, työllisyysluvut ja aluetalousvaikutukset eri elinkaaren vaiheissa. [PDF-tiedosto] Viitattu 18.4.2022. Saatavissa: <https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoiman-alue-talousvaikutukset-29.4.2019.pdf>

Suomen Hyötytuuli. (2022). Tahkoluodon merituulipuisto. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://hyotytuuli.fi/tuulipuistot/tahkoluodon-merituulipuisto/>

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2019a). Tuulivoimahankkeen luvitus Suomessa. [PDF-tiedosto] Viitattu 7.2.2022. Saatavissa: [https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/1397-sty\\_tuulivoiman\\_luvittaminen\\_5\\_2019.pdf](https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/1397-sty_tuulivoiman_luvittaminen_5_2019.pdf)

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2019b). Tuulivoima Suomessa 2018. [PDF-tiedosto] Viitattu 16.2.2022. Saatavissa: [https://tuulivoimayhdistys.fi/media/sty-vuosiraportti-2018\\_public.pdf](https://tuulivoimayhdistys.fi/media/sty-vuosiraportti-2018_public.pdf)

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2020). Tuulivoima Suomessa 2019. [PDF-tiedosto] Viitattu 16.2.2022. Saatavissa: [https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoimatilastot\\_afry\\_200227-1.pdf](https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoimatilastot_afry_200227-1.pdf)



- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2021a). Tuulivoima Suomessa 2020. [PDF-tiedosto]  
Viitattu 16.2.2022. Saatavissa:  
[https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima\\_vuositilastot\\_2020\\_julkaisuun-10.2.pdf](https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima_vuositilastot_2020_julkaisuun-10.2.pdf)
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2021b). Tuulivoimahankkeet Suomessa 1/2021. [PDF-tiedosto].  
Viitattu 17.5.2022. Saatavissa:  
[https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoimahankkeet\\_2022.pdf](https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoimahankkeet_2022.pdf)
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2021c). Tuulivoiman vuositilastot 2021. [Excel-tiedosto]  
Viitattu 19.4.2022. Saatavissa:  
[https://tuulivoimayhdistys.fi/media/julkaisuun\\_tuulivoima\\_vuositilastot\\_2021-1.xlsx](https://tuulivoimayhdistys.fi/media/julkaisuun_tuulivoima_vuositilastot_2021-1.xlsx)
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022a). Lunastuksista. Viitattu 10.5.2022. Saatavissa:  
<https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietopankki/lunastuksista>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022b). Neuvottelut maanomistajan kanssa. Viitattu 16.4.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimahanke/neuvottelut-maanomistajan-kanssa>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022c). Sähkösopimukset tuulivoimahankkeessa. Viitattu 17.4.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimahanke/sahkosopimukset>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022d). Tuulimittaukset tuulivoimahankkeessa. Viitattu 16.4.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimahanke/tuulimittaus>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022e). Tuulivoima Suomessa 2021. [PDF-tiedosto]  
Viitattu 16.2.2022. Saatavissa:  
[https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima\\_vuositilastot\\_2021-2.pdf](https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima_vuositilastot_2021-2.pdf)
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022f). Tuulivoimahankkeen esiselvitys ja sopivan tuulivoima-alueen etsintä. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa:  
<https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimahanke/esiselvitys-ja-sopivan-alueen-etsinta>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022g). Tuulivoimahankkeen suunnittelu ja toteutus. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimahanke/tuulivoimahankkeen-suunnittelu-ja-toteutus>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022h). Tuulivoimainvestoinnit. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/taloudellisuus/investoinnit>

- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022i). Tuulivoimaloiden kaavoitus. Viitattu 29.3.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimahanke/tuulivoimaloiden-kaavoitus>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022j). Tuulivoimaloiden kiinteistövero. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietopankki/tuulivoimaloiden-kiinteistovero>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry. (2022k). Tuulivoiman maanvuokratulot. Viitattu 10.5.2022. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tuulivoimastakunnille/taloudelliset-vaikutukset/maanvuokratulot>
- Tammi, J. (2015). Tuulivoimaloiden metsätalousvaikutukset. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma.
- Tavares, J. M., & Patrício, P. (2020). Maximum thermodynamic power coefficient of a wind turbine. *Wind Energy*, 23(4), p. 1077–1084.
- Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. (2022). Keskeisiä käsitteitä. Viitattu 10.5.2022. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/hyvinvointi-ja-terveyserot/eriarvoisuus/keskeisia-kasitteita>
- Tornberg, T. (2019). Yrittäjien naapuriin kaavaillaan 300-metrisiä tuulivoimaloita, lähes Suomen suurimpia rakennelmia: "Elinkeinon lisäksi meiltä viedään koti." YLE. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11112594>
- Turkia, V., & Holttinen, H. (2013). Tuulivoiman tuotantotilastot. Vuosiraportti 2011. 12. VTT.
- Turunen, A., Tiittanen, P., Yli-Tuomi, T., Lanki, T., & Korkonen, M. J. (2022). Reseptilääkkeiden käyttö tuulivoimatuotantoalueiden ympäristössä. *Ympäristö ja Terveys -lehti*, 53(1), p. 46–51.
- Työ- ja elinkeinoministeriö, Ilmatieteen laitos, & Motiva Oy. (2010). Suomen Tuuliatlas. Yhteenvetoraportti. [PDF-tiedosto]. Viitattu 22.2.2022. Saatavissa: [https://expo.fmi.fi/aqes/public/Tuuliatlas\\_yhteenvetoraportti.pdf](https://expo.fmi.fi/aqes/public/Tuuliatlas_yhteenvetoraportti.pdf)
- Työ- ja elinkeinoministeriö. (2022). Merituulivoiman ensimmäiset tutkimusluvut Suomen talousvyöhykkeelle myönnetty. Valtioneuvosto. Viitattu 9.2.2022. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/merituulivoiman-ensimmaiset-tutkimusluvut-suomen-talousvyohykkeelle-myonnetty>
- United Nations. (2015). Adoption of the Paris Agreement, 21st Conference of the Parties. An official publication. Bell, E., Cullen, J.

- Vaara, K. (2021). Vanhoja tuulivoimaloita puretaan pian kiihtyvää tahtia – tuulivoimakriitikon mielestä rahaa ei ole tarpeeksi ja maksajaksi voivat joutua maanomistajat. YLE. Viitattu 10.5.2022. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11742751>
- Vaara, K., & Pantsu, P. (2022). Suomen tuulivoimakapasiteetti on yli 16-kertaistunut 10 vuodessa – eläkeyhtiöt, kunnat ja myös osuuskauppa rynnistäneet suuriksi omistajiksi. YLE. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-12336554>
- Vakkilainen, E., & Kivistö, A. (2017). Sähkön tuotantokustannusvertailu. LUT Scientific and Expertise Publications.
- Valta, L., & Heikinmatti, A. (2020). Jättimäisten tuulimyllyjen saama ärhäkkä vastustus Tornionlaaksossa kertoo, mistä pohjimmiltaan on kyse: kodista, rauhasta ja maisemasta – ei vain rahasta. YLE. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11313409>
- Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 2017/277. Annettu Helsingissä 11.5.2017.
- van Kamp, I., & van den Berg, F. (2021). Health Effects Related to Wind Turbine Sound: An Update. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), p. 9133
- Vero.fi. (2022). Näin kiinteistövero muodostuu. Viitattu 19.4.2022. Saatavissa: <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/asuminen/kiinteistovero/nain-vero-muodostuu/>
- Vesilaki 2011/587. Annettu Helsingissä 27.5.2011.
- Waeraas, A. (2008). Can public sector organizations be coherent corporate brands? *8(2)*, p. 205–221.
- Westlund, H., & Wilhelmsen, M. (2021). The socio-economic cost of wind turbines: A Swedish case study. *Sustainability*, 13(12), 6892.
- Wiman, V. (2020). Tuulivoiman rooli alueiden elinvoimassa ja kilpailukyvyssä, esimerkialueena Iin kunta. Luonnontieteiden kandidaatintutkielma. Oulun yliopisto. Maantieteen laitos.
- YIT. (2022). Tuulivoimala tarvitsee vankat perustukset. Viitattu 30.4.2022. Saatavissa: <https://www.yit.fi/ytimessa/tulevaisuuden-tuulienergia-tarvitsee-vankat-perustukset>
- Ympäristöministeriö. (2016a). Maisemavaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Suomen Ympäristö 1/2016. Helsinki.
- Ympäristöministeriö. (2016b). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016. Helsinki.

Ympäristöministeriö. (2016c). YVA-menettely – tietoa hankkeesta vastaavalle. Viitattu 30.3.2022. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/ymparistovaikutusten\\_arviointi](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/ymparistovaikutusten_arviointi) > Tietoa YVA:sta hankkeesta vastaavalle

Ympäristönsuojelulaki 2014/527. Annettu Helsingissä 27.6.2014.

Zhang, M. H. (2015). Wind resource assessment and micro-siting: science and engineering. China Machine Press.