

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# TUULIVOIMAN FYSIKAALISET PERUSTEET, LAIT JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

TEKIJÄ Leena Pöntynen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Leena Pöntynen	
Työn nimi Tuulivoiman fysikaaliset perusteet, lait ja ympäristövaikutukset	
Päiväys	4.5.2022
Sivumäärä/Liitteet	38/-
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) -	
<p>Opinnäytetyön ensimmäisessä pääkappaleessa käsiteltiin tuulivoiman fysikaalisia perusteita, kuten tuulta, tuulisuutta ja tuulen voimakkuutta. Ilman liikkeisiin vaikuttavista voimista esiteltiin painegradienttivoima, keskihaikuvoima, coriolisvoima, kitka ja gravitaatio. Suomen vallitsevia tuuliolosuhteita havainnollistettiin tekstin lisäksi kuvilla. Tuulesta saatavan tehon määrittämiseksi käytettiin ratkaisuesimerkkiä.</p> <p>Toinen pääkappale esitteli tuulivoimaa koskevia keskeisimpiä lakeja lupa- ja kaavoitusmenettelyn, viranomaisyhteistyön ja ympäristön laatuvaatimusten ja suojelutarpeen mukaan myös Euroopan yhteisön asettamien vaatimusten mukaan. Lupa- ja kaavoitusmenettely esiteltiin Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan. Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä esiteltiin viranomaisyhteistyössä lupamenettelyn mukaan. Ympäristönsuojelulaki esiteltiin laatuvaatimusten ja lupamenettelyn mukaan sekä Luonnonsuojelulain vaikutukset myös Euroopan yhteisön mukaan.</p> <p>Kolmannessa kappaleessa perehdyttiin tuulivoimahankkeesta aiheutuviin ympäristövaikutuksiin, kuten maa- ja vesistövaikutukset, melu, välke sekä vaikutukseen linnuille ja lepakoille.</p> <p>Opinnäytetyö laadittiin kirjallisuuskatsauksena laajaa, toimialat ylittävää lähdeaineistoa käyttäen. Työlle ei ollut ulkopuolista tilaajaa, aineiston käsittely perustui tekijän omaan mielenkiintoon valittua aihekokonaisuutta kohtaan.</p> <p>Tuulivoiman rakentaminen Suomessa on vahvasti laeilla ohjattua, joista kaavoitus- ja lupamenettelyn osalta merkityksellisin on maankäyttö- ja rakennuslaki. Voimassa oleva lainsäädäntö huomioi luonnon, ympäristön ja kansalaisten vaikutusmahdollisuudet ympäristövaikutusten arviointimenettely laissa, jolloin hankkeiden läpimenoaika on verrattain pitkä. Fossiilisten polttoaineiden ja polttoon perustuvasta energiantuotannosta luopumista edistäisi tuulivoiman lupamenettelyn sujuvoittaminen. Vihreä siirtymä muuttuneessa Euroopan turvallisuustilanteessa tarvitsee yhteiskunnalta pikaisia lisäpanostuksia energiaomavaraisuuden saavuttamiseksi.</p>	
Avainsanat Tuuli, kaavoitus- ja lupamenettely, Maankäyttö- ja rakennuslaki, Laki ympäristövaikutusten arvioinnista, Ympäristönsuojelu laki, Luonnonsuojelulaki, ympäristövaikutukset, linnut, lepakot	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology	
Author Leena Pöntynen	
Title of Thesis Physical Basics, Laws and Environmental Impacts of Wind Power	
Date 4 May 2022	Pages/Appendices 38/-
Client Organisation /Partners -	
<p><b>Abstract</b></p> <p>The purpose of this thesis was to expand the author's knowledge of wind power. The first part of this thesis presents the physical basis of wind power. Phenomena like wind, wind speed, windiness are explained. The second part introduces the procedures of zoning and planning permission via Land Use and Building Act and Act on Environmental Impact Assessment Procedure. Both Environmental Protection Act and Nature Conservation Act are presented because their purpose is to prevent environmental damages related to wind power. The third part demonstrates environmental impacts such as noise, flicker and influences on scenery, birds and bats.</p> <p>This thesis was made as a literature review using extensive source material. There was no external client for the work, the processing of the material was based on the author's own interest in the chosen topic.</p> <p>One of the conclusions was that in Finland the construction of wind power is regulated by laws. The legislation in force extends schedules but respects the potential impact on nature and advocacy. Another conclusion was that the abolition of fossil fuels and combustion-based energy production would shorten schedules of permit procedures. Transition to green economy in volatile security situation in Europe needs urgent additional efforts from the society to achieve energy self-sufficiency.</p>	
<p><b>Keywords</b></p> <p>Wind power, phenomenon, Land Use and Building Act, and Act on Environmental Impact Assessment Procedure, Environmental Protection Act, Nature Conservation Act, impact, transition to green economy</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	FYSIKAALISET PERUSTEET.....	7
2.1	Tuuli .....	7
2.1.1	Painegradienttivoima .....	7
2.1.2	Keskihakuvoima.....	8
2.1.3	Coriolisvoima.....	8
2.1.4	Kitka.....	8
2.1.5	Gravitaatio .....	9
2.2	Tuulen voima.....	9
2.3	Tuulisuus.....	10
2.4	Tuulen teho.....	12
2.4.1	Toimintateho.....	12
2.4.2	Tehon tiheys .....	13
2.5	Tuulivoiman edellytykset .....	13
2.6	Tuulivoimaprojektin vaiheet.....	14
3	TUULIVOIMAA KOSKEVAT LAIT .....	15
3.1	Lupa- ja kaavoitusmenettely Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan.....	15
3.2	Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä viranomaisyhteistyössä lupamenettelyn mukaan	19
3.3	Ympäristönsuojelulaki laatuvaatimusten ja lupamenettelyn mukaan .....	23
3.4	Luonnonsuojelulaki kansallisen ja Euroopan yhteisön mukaan.....	26
4	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	29
4.1	Maisema.....	29
4.2	Ääni .....	30
4.2.1	Terveyshaitat .....	31
4.3	Välke.....	32
4.4	Linnut ja lepakot.....	33
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	35
	LÄHTEET .....	37

## KÄYTETYT LYHENTEET

$C_p$	roottorin tehokerroin
$ds$	etäisyys tietyssä pisteessä
$F$	työ
$F_c$	coriolisvoima
$F_{kh}$	keskihakuvoima
$F_{pg}$	painegradienttivoima
$g$	gravitaatiokiihtyvyys
$m$	ilman massa
$p$	ilmanpaine
$P$	teho
$r$	säde
$R$	roottorin säde
$\sin\varphi$	leveyspiirin sin-funktio
til-%	tilavuusprosentti
$v$	nopeus
$W$	gravitaatiovoimaan liittyvä työ
$x$	suorakulmisen koordinaatiston piste
$\lambda$	kärjen nopeussuhde
$\pi$	3, 14159
$\rho$	ilman tiheys
$\omega$	kulmanopeus

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön ensimmäinen pääkappale käsittelee tuulivoiman fysikaalisia perusteita alkaen ilmakehän koostumuksesta. Tuuli ja siihen vaikuttavien voimien määrittelyä havainnollistetaan kaavojen avulla. Tuulen voimakkuus esitetään taulukossa ja nopeus isobaariviivoilla kuvassa. Tuulisuutta eri-alueiden välillä sekä keskituulen vaihtelua että tuulen jakaumaa vertaillaan kuvien avulla. Tuulesta saatavan tehon määrittämistä havainnollistetaan esimerkkiratkaisuilla. Tuulivoiman edellytykset koostuvat useista eri lähteistä kerättyyn tietoon ja johdattaa toiseen pääkappaleeseen, jossa perehdytään tuulivoimaa koskeviin lakeihin.

Kaavoitus- ja lupamenettely esitetään Maankäyttö ja rakennuslakiin perustuen, johon järjestelmällinen perehtyminen mahdollistaa tuulivoimahankkeiden kokonaisvaltaisen ymmärtämisen. Laki ympäristövaikutusten arvioinnista esitetään tärkeimpänä viranomaisyhteistyön välineenä, jonka sisällön tuntemus osaltaan lisää tietoa hankkeiden toteutuksesta ja vaikutusmahdollisuuksista. Ympäristön suojelulaki esittelee ympäristöön liittyviä laatuvaatimuksia, joilla on vaikutusta lupamenettelyn kannalta. Luonnonsuojelulaissa esitellään tuulivoimaan vaikuttavat kansalliset ja Euroopan yhteisön asettamat velvoitteet.

Kolmas pääkappale perehdyttää tuulivoimasta aiheutuviin ympäristövaikutuksiin. Maisemavaikutusta, melun ohjearvoja ja välkevaikutuksen herkkyytensä arvioidaan taulukoiden avulla. Tuulivoimasta aiheutuvista terveyshaitoista kerrotaan ympäristöterveyteen perustuvan tutkimusaineiston perusteella. Lintuihin ja lepakoihin kohdistuvia vaikutuksia esitellään tutkimustietoon perustuen sekä havainnollistetaan Suomen tärkeät lintualueet -hankkeen karttakuvalla.

Opinnäytetyö koostetaan kirjallisuuskatsauksena laajasta lähdeaineistosta. Koska työlle ei ole tilaajaa, perustuu aineiston käsittely tekijän omaan mielenkiintoon valitussa aihekokonaisuudessa. Työn tavoitteena on lisätä tuulivoimatietoutta kokonaisvaltaisesti, koska koko toimialan kattavaa koulutusta tai oppimateriaalia ei ole olemassa.

## 2 FYSIKAALISET PERUSTEET

Ilmakehä on kaasuseos, joka koostuu pääosin typestä (78 til-%), hapestä (21 til-%), argonista (0,9 til-%) ja hiilidioksidista (0,03 til-%). Muita ainesosia ovat neon, helium, metaani, krypton, vety ja otsoni. Sekä typen että hapen luonnollisin esiintymismuoto on kaksiatominen molekyyli, jota nimitetään puhekielessä ilmaksi.

Fysikaalisena ilmiönä tuuli on ilmamolekyylien liikettä suhteutettuna Maan pyörimiseen oman akselinsa ympäri. Tuulettomassa tilanteessa ilmamolekyylien ja pyörimisliikkeen nopeusvektorit ovat yhtä suuret, eli ilman liikettä ei voi havainnoida aistien varaisesti. (Korpela 2016, 7.)

### 2.1 Tuuli

Puhekielessä tuulella tarkoitetaan maanpinnan suuntaisesti liikkuvaa ilmavirtausta. Tuulen syntyyn vaikuttaa auringon lämpösäteilyn epätasainen jakautuminen maapallolla. Lämpötilan nouseminen ilmakehässä aktivoi ilmamolekyylit liikkeeseen, jolloin ilma laajenee eli molekyylien etäisyys toisiinsa kasvaa ilmanpainetta vähentäen. Kylmä, tiivis ilmassa on painavampaa kuin lämpimän ja kevyen ilman massa, jonka seurauksena muodostuneita ilmanpaine-eroja ilmavirtaukset koittavat tasata. Paine-erovoiman näkyvää ilmiötä kutsutaan tuuleksi. (Karttunen 2008, 249.)

Korpelan (2016, 13-23) mukaan ilman liikkumiseen vaikuttavia voimia ovat painegradientti-, keskiahaku, coriolisvoima, kitka ja gravitaatio.

#### 2.1.1 Painegradienttivoima

Painegradienttivoima ilmenee luonnossa diffuusiona, jossa aineen korkeampi tiheys pyrkii tasoittumaan kohti pienempää tiheyttä eli laimenee.

Painegradienttivoiman  $F_{pg}$  komponentit voidaan määrittellä kaavalla 1.

$$\frac{F_{pg,x}}{m} = \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx}, \quad (1)$$

jossa  $p$  on ilmanpaine,  $g$  on gravitaatiokiihtyvyys,  $m$  on ilman massa,  $x$  on suorakulmaisen koordinaatiston piste ja  $\rho$  on ilman tiheys.

Yhtälö noudattaa Newtonin toista peruslakia, jossa kappaleeseen vaikuttava voima saa aikaan muutoksen kappaleen liikkeessä. Kiihtyvyys on kuvattu yhtälön oikealla puolella koordinaatiston pisteen suuntaan. Ilman tiheyden ollessa suurempi on kiihtyvyyden itseisarvo pienempi, joka ilmenee tiheään ilman pienempänä kiihtyvyytenä harvaan ilmaan verrattuna. Miinusmerkki kuvaa kiihtyvyyden suuntaa negatiivista painegradienttia kohden, eli virtausta korkeammasta matalampaa painetta kohden. (Korpela 2016, 14.)

### 2.1.2 Keskihakuvoima

Keskihakuvoima saa aikaan ympyräliikkeen keskeiskiihtyvyyden, muutoin ilman liikerata olisi suora. Voiman vaikutus on kohti ympyrän keskipistettä, eli kohtisuoraan liikesuuntaa vastaan.

Keskihakuvoiman  $F_{kh}$  suuruus voidaan määritellä kaavalla 2.

$$F_{kh} = m \frac{v^2}{r}, \quad (2)$$

jossa  $m$  on ilman massa,  $v$  on ympyräliikkeen vauhti ja  $r$  on ympyräliikkeen säde.

Yhtälö noudattaa Newtonin ensimmäistä lakia, jonka mukaan kiihtyvässä liikkeessä olevaan kappaleeseen kohdistuu aina nolasta poikkeava nettovoima, eli kappaleen ollessa kiihtyvässä liikkeessä sen nopeus muuttuu. Maan kaarevuuden seurauksena ilman liikerata ei ole suora sekä liike on kiihtyvää että sen nopeuden suunta vaihtelee. (Korpela 2016, 15.)

### 2.1.3 Coriolisvoima

Coriolisvoima johtuu Maan pyörimisliikkeestä kääntäen ilman liikkeen suunnan avaruudesta päin katsottuna pohjoisella pallon puoliskolla oikealle ja eteläisellä puoliskolla vasemmalle (Tieteentermi-pankki 2022).

Maapallon pyörimisestä johtuva Coriolisvoima  $F_c$  voidaan määritellä kaavalla 3.

$$F_c = 2v\omega \sin\varphi, \quad (3)$$

jossa  $v$  on vauhti,  $\omega$  on kulmanopeus ja  $\sin\varphi$  on leveyspiirin sin-funktio.

Coriolisvaikutuksen voimakkuus riippuu ilman liikenopeudesta ja leveyspiiristä ollen suurinta napaluilla ja pienin päiväntasaajalla. (Korpela 2016, 18.)

### 2.1.4 Kitka

Ilmavirran kitkaa nimitetään viskositeetiksi. Kitkavaikutus vähenee sitä mukaa, mitä korkeammalle maan pinnalta nousee, eli tuulee kovempaa. Esteistä johtuvaa virtauskitkaa kuvataan pyörreviskositeetiksi, jonka energia on lähtöisin alkuperäisen ilmavirtauksen energiasta, eli se hidastaa koko virtauksen nopeutta. (Korpela 2016, 21.)



### 2.1.5 Gravitaatio

Gravitaatio eli maan vetovoima maan päällä on Korpelan (2016, 22) mukaan maan vetovoiman ja keskijakuvoiman yhteisvaikutus. Myös ilman hiukkasiin kohdistuu kohtisuora putoamiskiihtyvyys Maan keskipistettä kohtaan, joka on n.  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Gravitaatiovoimaan liittyvä työ  $W$  pisteiden  $a$  ja  $b$  välillä voidaan määrittellä yhtälöllä 4.

$$W = \int_a^b F ds, \quad (4)$$

jossa  $ds$  on etäisyys tietyssä pisteessä. Voiman vaikutus on havaittavissa suihkuvirtauksessa, jossa ilmassan paino ja tiheys ovat kasvaneet ja putoaa liian raskaina alas. (Korpela 2016, 22.)

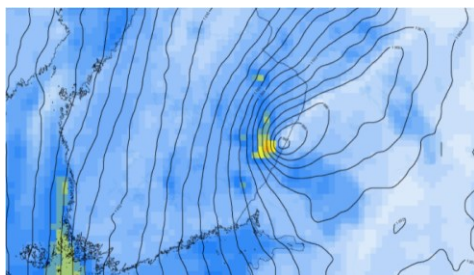
### 2.2 Tuulen voima

Tuulen voimakkuuden mittaamisesta ja sitä ilmaisevasta asteikoista on sovittu kansainvälisesti. Tuulen voimaa mitataan liikkuvan ilmassan nopeutena, yksikkönä  $\text{m/s}$  10 minuutin keskiarvolla mitattuna. Taulukossa 1 on esitelty kotimaan tuuliasteikko 10 minuutin keskituulen nopeuksille Ilmatieteenlaitoksen mukaan.

TAULUKKO 1. Kotimaan tuuliasteikko 10 minuutin keskituulen nopeuksille (Ilmatieteenlaitos 2022)

Kotimaan tuuliasteikko 10 minuutin keskituulen nopeuksille	
Tuuli	m/s
Tyyntä	0
Heikkoa	1-3
Kohtalaista	4-7
Navakkaa	8-13
Kovaa	14-20
Myrskyä	21-32
Hirmumyrskyä	$\geq 33$

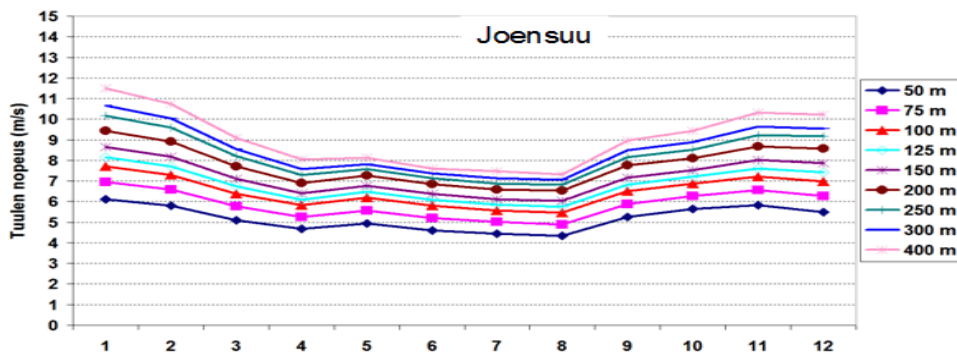
Tuulen nopeus kasvaa ilmanpaine-eron kasvaessa samassa suhteessa, eli mitä lyhyemmällä matkalla ilmanpaine-ero lisääntyy, tuulikin voimistuu. Ilmatieteenlaitoksen (2022) laatiman teematieto -sivuston mukaan isobaariviivojen läheinen sijainti kartalla toisiaan nähden osoittaa voimakkaan tuulen alueen. Voimakkaimpien tuulten alueet ovat tyypillisesti lähinnä matalapaineiden keskuksia ja säärintamien tuntumassa. Kuvassa 1 on esitelty isobaariviivojen läheistä sijaintia toisiinsa nähden, jolloin tuuli on voimakkaimmillaan keltaisella alueella.



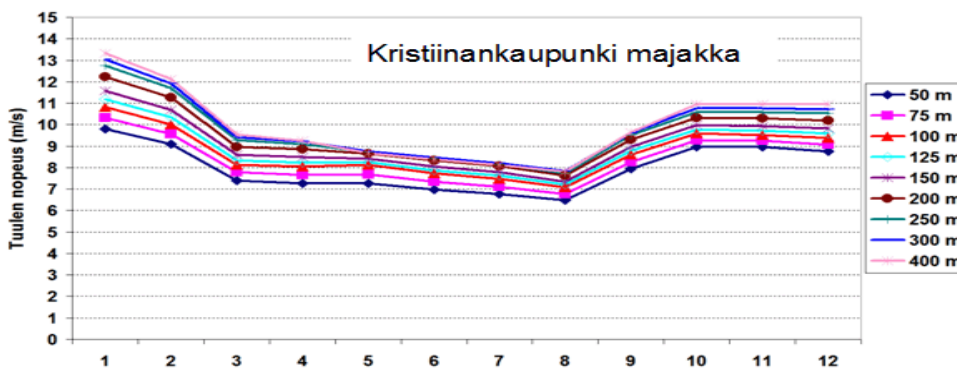
KUVA 1. Tuuli on voimakkaimmillaan keltaisella alueella (Ilmatieteenlaitos 2022)

## 2.3 Tuulisuus

Tuuliatlaksen (2021) mukaan tuulen nopeus lisääntyy korkeuden kasvaessa, johon vaikuttavat ilmassan termisen tasapainotilan ohella myös maaston korkeuserot ja muu pyörteisyttä aiheuttava rosoisuus. Kuvissa 2 ja 3 on esitelty selkeää ero sisämaan ja rannikon välillä. Tuulen nopeuden muutos on lähempänä kitkakerrosta selkeästi pienempi rannikolla kuin sisäsuomessa.

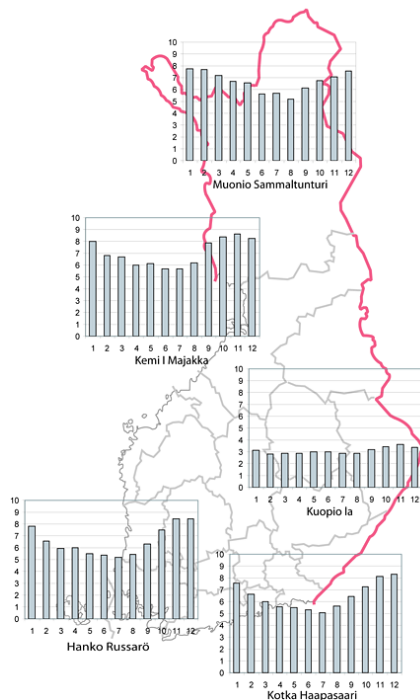


KUVA 2. Sisäsuomalaisen alueen tuulisuuden kuvaaja (Tuuliatlas 2021)

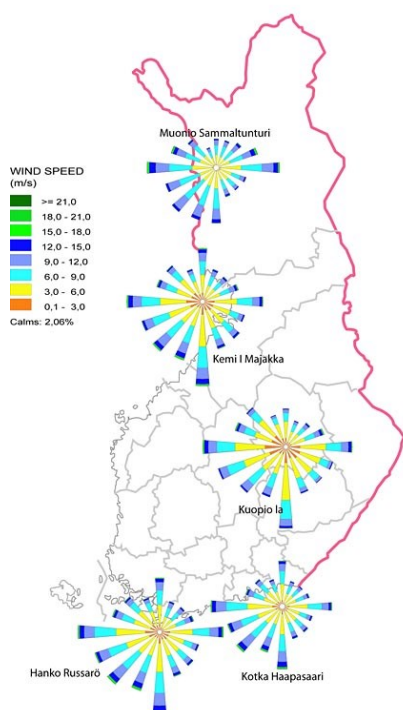


KUVA 3. Rannikkoalueen tuulisuuden kuvaaja (Tuuliatlas 2021)

Suomessa tuulen nopeus vaihtelee merkittävästi vuodenaikojen mukaan merellä, rannikoilla ja tuntureilla. Sisämaassa kuukausittaista vaihtelua on selvästi vähemmän. Kesällä tuulee vähiten ja talvea kohden tuulisuus lisääntyy. Tammikuussa tuulee eniten pitkäaikaisten mittausten mukaan. Sisämaassa mitattu tuulen vuotuinen keskinopeus on huomattavasti alhaisempi metsäisyydestä johtuen. Tuuliatlaksen (2021) mukaan vuotuiset keskituulennopeudet vaihtelevat. Tuntureilla 50 metrin korkeudella keskituulennopeus on n. 7,5-9 m/s, merialueilla n. 7,5-8 m/s, ja sisämaan mäkien lailla n. 5,5 m/s ja avoimilla peltoaukeilla n. 3,5-4,5 m/s. Kuvassa 4 on esitelty keskituulen vuosittainen vaihtelu ja kuvassa 5 on esitelty tuulen suunta ja jakauma.



KUVA 4. Keskituulen vaihtelu (Tuuliatlas 2021)



KUVA 5. Tuulen suunta ja jakauma (Tuuliatlas 2021)

## 2.4 Tuulen teho

Ilmavirtauksen energia on ilmamolekyylien liike-energiaa. Huhtisen, Korhosen, Pimiän & Urpalaisen (2008, 281) mukaan tuulivoimalassa tuulen liike-energia muutetaan pyörimisenergiaksi ja generaattorin avulla sähköksi, joka syötetään sähköverkkoon.

### 2.4.1 Toimintateho

Tuulivoimalan toimintateho  $P$  watteina roottorille voidaan määrittää kaavalla 5.

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{tuuli}^3 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot c_p, \quad (5)$$

jossa  $\rho$  on ilman tiheys  $\text{kg/m}^3$ ,  $v_{tuuli}$  on tuulen nopeus  $\text{m/s}$ ,  $R$  on roottorin säde ja

$C_p$  on roottorin tehokerroin.

Ilmavirtauksen teho riippuu tuulennopeuden kolmannesta potenssista.

Teho 8-kertaistuu tuulennopeuden kaksinkertaistuessa. Tuulen mittaaminen on merkityksellistä tuulivoimalan sijoituspaikan valinnassa. Energiantuotannon arviointi pelkän tuulennopeuden vuosittaisen mediaanin perusteella ei ole järkevää.

Esimerkkiratkaisuun on käytetty kaavaa viisi. Tuulennopeuden ollessa seitsemän metriä sekunnissa, ilman tiheys on  $1,2 \text{ kg/m}^3$  ja tuulivoimalan roottorin tehokerroin 35 % tehoksi saadaan n. 900 kW.

$$P = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot v_{tuuli}^3 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot c_p$$

$$P = \frac{1}{2} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(7 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^3 \cdot \pi \cdot (62,5\text{m})^2 \cdot 0,35$$

$$P = 883941 \text{ W} \sim 900 \text{ kW}$$

Esimerkkiratkaisussa tehokertoimelle käytettiin arvoa 35 %, mutta tehokerroin riippuu voimalan kärkinopeussuhteesta  $\lambda$ , joka voidaan määrittää kaavalla 6.

$$\lambda = \frac{v_{kärki}}{v_{tuuli}} \quad (6)$$

jossa  $v_{kärki}$  on roottorin lavan kärjen kehänopeus  $\text{m/s}$

ja  $v_{tuuli}$  on tuulennopeus  $\text{m/s}$ .

## 2.4.2 Tehon tiheys

Korpela (2016) havainnollistaa myös mallintamisratkaisun tuulen tehotiheyden määrittämiseksi, joka esitetään kaavassa 7.

Ilman tiheydelle on käytetty arvoa  $1,225 \text{ kg/m}^3$  ja tuulen keskiarvona  $5 \text{ m/s}$ .

$$P_{ka} = \frac{1}{2} \rho v_{ka}^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 5^3 \sim 76,6 \text{ W/m}^2 \quad (7)$$

## 2.5 Tuulivoiman edellytykset

Ely-keskuksen (2022, 3) Tuulivoiman yleisoppaan mukaan tuulivoiman fysikaalinen perustana on tuulen liike-energian muuttaminen tuulivoimalan akselin pyörimisenergiaksi, joka tapahtuu tuulivoimalan lapojen pyörimisellä. Kun akseli pyörittää generaattoria se tuottaa sähköä, joka johdetaan muuntajan kautta edelleen sähköverkkoon.

Suomen hyötytuulen (Hyötytuuli 2022) mukaan tuulivoimalaitos käynnistyy, kun tuulen voimakkuus on  $n.3,5 \text{ m/s}$ . Laitoksen tuottama teho lisääntyy tuulen nopeuden kasvaessa, mutta laitos pysäytetään turvallisuussyistä, kun tuulen nopeus saavuttaa  $25 \text{ m/s}$ .

Pentinsaaren opetusmateriaalin (2021) mukaan teolliseen tuulivoimatuotantoon käytetään eniten vaaka-akselisia voimaloita suoravetotekniikalla, jossa roottorin pyörittämä akseli yhdistyy suoraan generaattoriin. Suomessa toimivat voimalat ovat kuitenkin tästä poiketen varustettu vaihteistolla.

Suomen hyötytuulen (Hyötytuuli 2022) mukaan uudet voimalat ovat kolmilapaisia ja nimellisteholtaan  $2\text{-}4 \text{ Megawattia}$ . Kun voimaloiden napakorkeudet ovat  $120\text{-}140 \text{ metrin}$  korkeudessa ja niihin lisätään vielä tyypillinen  $60\text{m:n}$  siivenpituus, pyyhkivät siiven kärjet taivasta  $n. 200 \text{ metrin}$  korkeudella. Tällainen rakennelma asettaa perustuksille vaatimuksia jo painonsa vuoksi. Tyypillisesti käytetään laattaperusteista, raudoitettua betonivalua, jonka halkaisija on  $15\text{-}20 \text{ metriä}$ . Voimala-alueelle tarvitaan myös tieverkosto, joka useimmiten on sorapintainen ja  $6\text{-}12 \text{ metrin}$  levyinen ja sen kunnossapidosta huolehtii tuulivoiman tuottaja. Puustoa on poistettava myös sähkönsiirtolinjan kohdalta ja jokaisen rakennettavan voimalan paikalta  $n. \text{puolen hehtaarin}$  alalta. Tuulivoimapuistoja ei aidata muualta kuin sähköaseman ympäriltä.

Ympäristöhallinnon ohjeen (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2016, 100) mukaan turvallisuuden kannalta riittäväksi suojaetäisyydeksi on määritelty tuulivoimalan korkeus kerrottuna  $1,5$ , mutta muutoin tuulivoimaloiden läheisyydessä liikkumista ei rajoiteta.

Ympäristöhallinnon ohjeen (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2016, 15) mukaan tuulivoimalat tulee sijoittaa  $400\text{-}1000 \text{ metrin}$  päähän toisistaan roottorien koko, voimaloiden lukumäärästä ja sijoituskuvio huomioiden. Menettelyllä ennalta ehkäistään myös pyörreviskositeetin syntymistä.

Tuulivoimayhdistyksen (Tuulivoimayhdistys 2022) mukaan tuulivoima on kustannuksiin nähden edullisin sähkön tuotantotapa, jotka koostuvat pääosin investoinneista ja kiinteistä käyttökustannuksista. Maalle rakennettavien voimaloiden kustannusten ennustetaan laskevan vuoteen 2030 mennessä  $24\text{-}44\%$  vuoden 2017 verrattuna ja merituulivoiman vuoteen 2040 peräti  $75\%$ .

Findikaattorin (Findikaattori 2022) mukaan Suomi on ylittänyt vuonna 2020 selvästi EU:n asettaman uusiutuvan energian direktiivin tavoitteen. Suomea kansallisesti sitovana tavoitteena oli saavuttaa vuoteen 2020 mennessä 38 % osuus uusiutuvaa energiaa kokonaisloppukulutuksesta. Uusiutuvan energian osuus nousi 44,6%, kun kokonaiskulutus oli 1,28 terajoulea.

## 2.6 Tuulivoimaprojektin vaiheet

Motivan (Motiva 2022) mukaan kokonaiskesto keskikokoiselle, kymmenen tuulivoimalan hankkeelle on noin 4–6 vuotta. Pienempi hanke saattaa valmistua jopa alle kahdessa vuodessa. Hankkeen etenemisen aikatauluun vaikuttavat tehtävät selvitykset sekä projektien läpiviennin tuttuus paikkakunnalle ja alueen viranomaisille.

Tuulivoimaprojekti etenee yleisimmin seuraavissa vaiheissa, joista osaa suoritetaan samanaikaisesti:

Esiselvitys ja sopivan alueen etsintä.

Neuvottelut kunnan edustajien ja alueen maanomistajan kanssa. Vuokrasopimusten laatiminen.

Puolustusvoimien lausunnon hakeminen.

Alustavat neuvottelut verkonhaltijan kanssa.

Tuulimittausten aloittaminen.

Yhteysviranomaiselta (ELY-keskus) päätös sovelletaanko ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA) ja tarvittaessa YVA-selvitysten aloittaminen.

Alueen kaavoitus tuulivoimalle sopivaksi. Kaavoitus- ja YVA-prosessit kulkevat yhdessä.

Lopulliset neuvottelut verkonhaltijan kanssa.

Lupien hakeminen.

Maanrakennustyöt.

Voimaloiden hankinta ja rakentamisen aloitus.

### 3 TUULIVOIMAA KOSKEVAT LAIT

Tuulivoimarakentamisen lupa- ja kaavoitusmenettely on esitelty Maankäyttö- ja rakennuslaissa, joka on rakentamisen merkityksellisin ohjauskeino.

Laki ympäristövaikutusten arvioinnista on esitelty tärkeimpänä viranomaisyhteistyön välineenä.

Ympäristönsuojelulaki on esitelty ympäristön laatuvaatimusten ja lupamenettelyn osalta, jotka liittyvät tuulivoimaan ympäristötekijöiden kannalta.

Luonnonsuojelulain vaikutukset tuulivoimaan on esitelty kansallisen ja Euroopan yhteisön velvoitteiden mukaan.

#### 3.1 Lupa- ja kaavoitusmenettely Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan

Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on ohjata alueiden käyttöä ja rakentamista luomalla edellytykset hyvään elinympäristöön sekä edistää kestävästä kehitystä ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti että kulttuurisesti. Toisena tavoitteena on taata jokaiselle mahdollisuus osallistua asioiden valmisteluun, suunnittelun laatuun ja vuorovaikutteisuuteen. Tärkeää on myös tiedottamisen avoimuus käsiteltävistä asioista. Rakentaminen edellyttää alueen hallintaa ostamalla, vuokraamalla tai maankäyttösopimuksella. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 1§.)

Alueiden käytön suunnittelujärjestelmä on kuntien alueiden käytön järjestämistä ja ohjaamista varten. Maakuntakaava sisältää maakuntaa tai sen osa-alueita koskevan yleispiirteisen suunnitelman alueiden käytöstä. Kuntatasolla alueiden käytön pääpiirteet osoitetaan yleiskaavalla ja kunnan osa-alueet asemakaavalla. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 4§.)

Alueiden käytön suunnittelun tavoitteina on vuorovaikutteisella suunnittelulla ja riittävällä vaikutusten arvioinnilla edistettävä rakennetun ympäristön kauneutta ja kulttuuriarvojen vaalimista, luonnon monimuotoisuuden ja muiden luontoarvojen säilymistä, ympäristönsuojelua ja ympäristöhaittojen ehkäisemistä ja luonnonvarojen säästeliästä käyttöä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 5§.)

Yhdyskuntien kehittämisen edellytyksiä luodaan kuntien maahankinnoilla ja kaavojen toteuttamiseen liittyvillä tavoitteilla. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 5a§.)

Kaavoituksesta on tiedotettava niitä, joita asia koskee ja kaavoituksen seuranta on oltava mahdollista kuin myös siihen vaikuttaminen. Kaavaa on valmisteltava vuorovaikutuksessa niiden kanssa keiden etuihin tai oloihin se saattaa vaikuttaa huomattavasti. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 6§.)

Kunnan on vähintään vuosittain laadittava kaavoituskatsaus kunnan tai maakunnan liitossa sekä viireillä olevista että lähiaikoina vireille tulevista kaava-asioista. Ne selostetaan lyhyesti käsittelyvaiheeseen, päätöksineen ja muine toimineen, jotka välittömästi vaikuttavat kaavoituksen lähtökohtiin, tavoitteisiin sisältöön ja toteuttamiseen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 7§.)

Kunnassa on vähintään vuosittain käytävä kehittämiskeskustelu elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen kesken. Käsiteltävänä on kunnan alueiden käytön suunnittelua ja kehittämistä, vireillä olevia

ja lähiaikoina vireille tulevia merkittäviä kaava-asioihin ja kunnan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen väliseen yhteistyöhön liittyviä kysymyksiä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 8§.)

Kaavaa laadittaessa on vaikutukset selvitettävä, jonka tulee perustua vaikutukset arvioivaan suunnitteluun ja sen edellyttämiin tutkimuksiin ja selvityksiin. Suunnitelman ja tarkasteltavien vaihtoehtojen toteuttamisen ympäristö-, yhdyskuntataloudelliset-, sosiaaliset, kulttuuriset ja muut vaikutukset on selvitettävä siltä alueelta, johon kaavan arvioidaan vaikuttavan olennaisesti. Mikäli hankkeesta vastaava taho on sama kuin kyseisen kaavan laatimisesta vastaava viranomainen, ei hankkeen ympäristövaikutusten arviointia voi tehdä kaavan laatimisen yhteydessä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 9§.)

Maankäyttö ja rakennuslakia 132/1999, 9§ täydentää arviointimenettelyn soveltamisen osalta Laki ympäristövaikutusten arvioinnista niihin hankkeisiin liittyen, joilla on merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Alueiden valtakunnallisista käyttötavoitteista päättää valtioneuvosto, jos aluerakenteen, kuten energiaverkon, merkitys on laajempi kuin maakunnallinen tai sen vaikutus on merkittävä luonnonperintöön, ekologiseen kestävyteen tai merkittävien ympäristöhaittojen välttämiseen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 22§.)

Valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita valmistelee ympäristöministeriö yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa asiaa koskevien tahojen kanssa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 23§.)

Maakuntakaavan laatii, pitää ajan tasalla ja kehittää maakuntien liitto, jonka jäseniä alueen kunnat ovat. 132/1999, 27§.)

Maankäyttö ja rakennuslakia 132/1999, 28§ täydentää maakuntakaavan sisältövaatimusten osalta Luonnonsuojelulaki.

Yleiskaavan tarkoituksena on ohjata kunnan tai sen osan yhdyskuntarakennetta, maankäyttöä ja sovittaa eri toimintoja yhteen, jossa esitetään tavoiteltavan kehityksen periaatteet rakentamiselle tai muulle maankäytölle. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 35§.)

Yleiskaavan sisältövaatimuksissa mainitaan kaavan laatimisessa huomioitaviksi seikoiksi ekologinen kestävyys, olemassa olevan yhdyskuntarakenteen käyttäminen, energiahuollon tarkoituksenmukainen järjestäminen ympäristön, luonnonvarojen ja talouden kannalta kestävällä tavalla, ympäristöhaittojen vähentäminen, rakennetun ympäristön sekä maiseman että luonnonvarojen vaaliminen ja virkistykseen soveltuvien alueiden riittävyys. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 38§.)

Yleiskaavassa voidaan antaa suojelumääräyksiä koskien jotakin aluetta maiseman, luonnonvarojen, rakennetun ympäristön, kulttuurihistoriallisten arvojen tai muiden erityisten ympäristöarvojen vuoksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 41§.)

Asemakaavan tarkoituksena on alueiden käytön yksityiskohtainen järjestäminen, rakentaminen ja kehittäminen osoittaakseen tarpeelliset alueet eri tarkoituksia varten. Rakentamista ja muuta maan-



käyttöä ohjataan paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakennustavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 50§.)

Asemakaavalla on luotava edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle. Rakennettua tai luonnonympäristöä on vaalittava eikä niihin liittyviä erityisiä arvoja saa hävittää ja lähivirkistykseen soveltuvia alueita on oltava riittävästi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 54§.)

Kaavoitusmenettely on järjestettävä ja tiedotettava siten, että alueen osallisilla on mahdollisuus osallistua kaavan valmisteluun, arvioida vaikutuksia ja lausua mielipiteensä joko kirjallisesti tai suullisesti. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 62§.)

Kaavaehdotus on asetettava julkisesti nähtäville, jotta kunnan jäsenillä ja osallisilla on tilaisuus esittää asiassa muistutus. Kunnan on ilmoitettava perusteltu kannanotto ns. niille muistutuksen tekneille, jotka ovat ilmoittaneet osoitteensa. Sama koskee maakuntakaavan osalta maakunnan liittoa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 65§.)

Maakuntakaavan valmistelussa on maakunta liiton neuvoteltava viranomaisyhteistyössä ELY-keskuksen ja niiden ministeriöiden kanssa, joiden toimialaan kuuluvia valtakunnallisesti merkityksellisiä asioita kaavassa käsitellään. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 66§.)

Kaavan hyväksymisestä on lähetettävä tieto niille kunnan jäsenille ja muistutuksen laatijoille, jotka ovat kaavan nähtävillä olo aikana sitä kirjallisesti pyytäneet sekä ilmoittaneet osoitetietonsa. Mikäli pyynnöllä on useita allekirjoittajia, on ensimmäiseksi allekirjoittaneella tiedon edelleen toimitusvastuu muille allekirjoittaneille. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 67§.)

Merialuesuunnittelulla pyritään yhteensovittamaan alueen eri käyttömuotoja, kuten energia-ala, meriliikenne, kalastus, vesiviljely, matkailu, virkistyskäyttö, sekä ympäristön että luonnon säilyttäminen, suojelu ja parantaminen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 66§.)

Maakuntien liittojen on järjestettävä merialuesuunnitelman valmistelu siten, että viranomaisilla ja niillä yhteisöillä keiden toimialaa tai tehtävää suunnittelu käsittelee, on oltava mahdollisuus osallistua valmisteluun ja niiltä on myös pyydettävä lausunto. Talousvyöhykkeen osalta lausunnon antaminen on ulkoasiainministeriön tehtävä. Muille tahoille on varattava vähintään 30 päivää valmisteluaineistoon tutustumiselle ja mielipiteen esittämiseen julkaisemalla se internetissä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 67c§.)

Merialuesuunnitelma on oltava kaikkien saatavilla internetissä. Maakuntien liittojen täytyy tiedottaa hyväksytystä merialuesuunnitelmasta perusteluineen internetissä ja tieto hyväksytystä merialuesuunnitelmasta on lähetettävä valmisteluun osallistuneille viranomaisille ja yhteisöille. Hyväksytty merialuesuunnitelma on toimitettava muutoksineen tiedoksi ympäristöministeriöön. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 67§.)

Tuulivoimalan rakentamiselle voidaan 137§:n 1 momentin estämättä myöntää rakennuslupa, jos oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa on erityisesti määrätty kaavan tai sen osan käyttämisestä rakennusluvun myöntämisen perusteena. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 77a§.)

Tuulivoimarakentamista koskevan yleiskaavan on huolehdittava sekä suunnitellun tuulivoimarakentamisen ja muun maankäytön sopeutumisesta maisemaan ja ympäristöön, että tuulivoimalan tekninen huolto ja sähkönsiirto on mahdollista järjestää. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 77b§.)

Tuulivoimarakentamista ohjaavan yleiskaavan laatimiskustannukset voi kunta periä joko kokonaan tai osittain aloitteen antavalta taholta. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 77c§.)

Kunta tai useampi kunta yhdessä voivat nimetä yhden tai useamman rajatun alueen enimmillään 10 vuodeksi kehittämisalueeksi. Nimeäminen voi perustua alueen uudistamiseen, suojelemiseen, elinympäristön parantamiseen, käyttötarkoituksen muuttamiseen tai muuhun yleistä tarvetta koskevan tavoitteen saavuttamiseen erityistä kehittämis- tai toteuttamistoimenpidettä varten. Sellainen voi olla myös rakentamaton alue, jos sen rakentaminen on elinkeinopoliittisista syistä tarpeen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 110§.)

Tuulivoimala luokitellaan toimenpidelupaan kuuluvaksi laitokseksi, jota ei pidetä rakennuksena eikä sen lupa-asian ratkaiseminen kaikilta osiltaan edellytä rakentamisessa muutoin tarvittavaa ohjausta. Toimenpidelupa on tarpeen, kun toimenpiteellä on vaikutusta luonnonoloihin, ympäröivän alueen maankäyttöön taikka kaupunki- tai maisemakuvaan. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 126§.)

Rakennuslupahakemuksen vireille tulosta on vastapäiselle tai viereiselle kiinteistön tai muun alueen omistajalle tai haltijalle ilmoitettava, ellei hanke ole vähäinen, sen sijainti tai kaavan sisältö huomioon otettuna ole naapurin edun kannalta vähäinen. Tarvittaessa rakennuspaikalla toimitetaan katselmus, jossa selvitetään rakennuksen ympäristöön soveltumista, arvioidaan rakentamisen vaikutuksia ja kuullaan naapureita. Mikäli rakennuslupaa haetaan luonnonsuojelulain mukaiselle, suojelun kannalta merkitykselliselle alueelle tai maakuntakaavan mukaiselle virkistys- tai suojelualueelle on hakemuksesta pyydettävä ELY-keskuksen lausunto. Tämän lisäksi on kunnan varattava kuntalaisille ja muille osallisille tilaisuus mielipiteidensä esittämiseen, kun hakemus koskee rakennusta hankkeesta ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annettua lakia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 133§.)

Kunta voi myöntää poikkeamisen tuulivoimalan rakentamiselle asemakaava-alueella teollisuus- tai satama-alueelle, ellei se vaikeuta luonnonsuojelun tavoitteiden saavuttamista tai se ei johda vaikutuksiltaan merkittävään rakentamiseen tai muutoin aiheuta merkittäviä haitallisia ympäristö- tai muita vaikutuksia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 171§.)

Kaavan ja rakennusjärjestyksen hyväksymispäätökseen saa hakea muutosta hallinto-oikeuteen valittamalla kuntalain säädösten mukaan. Hallinto-oikeuden päätöksestä voi valittaa vain korkeimman hallinto-oikeuden myöntäessä valitusluvan. Jos hankkeen ympäristövaikutukset on arvioitu 9§ mukaisesti, ei kaavaa koskevassa valituksessa saa vedota ympäristövaikutusten arvioinnin puutteelliseen suorittamiseen. Arvioinnin puuttumisesta tai puutteellisuudesta säädetään ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetussa laissa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 189§.)

Rakennus- ja toimenpideluvasta on valitusoikeus viereisellä tai vastapäisellä alueen omistajalla tai haltijalla, sellaisella kiinteistön omistajalla tai haltijalla, jonka rakentamiseen tai muuhun käyttämiseen päätöksellä on olennainen vaikutus, sillä kenen oikeuteen, velvollisuuteen tai etuun päätöksellä on välitön vaikutus, kunnalla tai toimialueellaan sellaisella rekisteröidyllä yhteisöllä, jonka tarkoituk-

sena on ympäristön-, terveyden- tai luonnonsuojelun edistäminen, mikäli rakennuslupa koskee rakennusta hankkeessa, johon sovelletaan ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annettua lakia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 192§.)

### 3.2 Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä viranomaisyhteistyössä lupamenettelyn mukaan

Ympäristövaikutus on määritelty tarkoittavan välitöntä tai välillistä vaikutusta väestöön tai ihmisten terveyteen, elinoloihin, viihtyvyyteen ja maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin, maisemaan ja luonnonvarojen hyödyntämiseen tai näiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin. Direktiivillä 92/43/ETY suojellaan erityisesti luontotyyppien ja luonnonvaraisia eläimiä ja kasveja sekä luonnonvaraisia lintuja direktiivillä 2009/147/EY.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely tarkoittaa tiettyjen hankkeiden todennäköisesti merkittävien ympäristövaikutusten tunnistamista, arviointia, kuvaamista ja niiden kuulemista kenen oloihin tai etuihin hankkeella on vaikutusta.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelma on hankkeesta vastaavan laatimasuunnitelma tarvittavista selvityksistä ja arviointimenettelyn järjestämisestä.

Ympäristövaikutusten arviointiselostus on hankkeesta vastaavan laatima asiakirja, joka esittelee hankkeen tiedot ja sen vaihtoehdot ja yhtenäisen arvion niiden todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista.

Hankkeesta vastaava on toiminnanharjoittaja tai se, joka on muuten vastuussa tämän lain tarkoittaman hankkeen valmistelussa tai toteuttamisessa.

Yhteysviranomainen huolehtii hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä.

Osallistuminen on vuorovaikutusta hankkeesta vastaavan, yhteys- ja muiden viranomaisten välillä, sekä niiden, joiden oloihin tai etuihin hankkeella saattaa olla vaikutusta että yhteisöiden tai säätiöiden minkä toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea.

Perusteltu päätelmä on yhteysviranomaisen tekemä perusteltu johtopäätös hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Se perustuu arviointiselostukseen ja siitä annettuihin mielipiteisiin ja lausuntoihin, kansainvälisen kuulemisen tuloksiin ja yhteysviranomaisen omaan tarkasteluun.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelylain tavoitteena on ympäristövaikutusten arvioinnin edistäminen ja niiden yhtenäinen huomioon ottaminen sekä suunnittelussa että päätöksenteossa ja tiedon saannin osallistumismahdollisuuksien lisääminen. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 1§.)

Lupa on viranomaisen myöntämä lupa tai muu siihen rinnastettava päätös hankkeen toteuttamiselle. Hanke on laitoksen, toiminnan tai rakennustyön toteuttamista tai muu luonnonympäristöön ja maisemaan kajoamista tai mineraalivarojen hyödyntämistä. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 2§.)

ELY-keskus toimii yhteysviranomaisena. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 10§.)

ELY-keskus on toimivaltainen viranomainen, joka päättää arviointimenettelyn soveltamisesta. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 11§.)

Hankkeesta edellytetään tietoja siitä vastaavalta, jotka on toimitettava toimivaltaiselle viranomaiselle. Tiedoista tulee selvittää hankkeen kuvaus ja sen todennäköisesti merkittävät ympäristövaikutukset, joka voi myös sisältää hankkeen ominaisuuksiin liittyviä tietoja ja suunniteltuja toimenpiteitä, joilla pyritään välttämään tai ehkäisemään haitallisia ympäristövaikutuksia. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 12§.)

Ellei arviointimenettelyä edellytetä, on sitä koskevassa päätöksessä oltava ne hankkeesta vastaavan esittämät ominaisuudet ja erityistoimenpiteet, joilla merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia pyritään välttämään tai ehkäisemään. Kun ELY-keskus on saanut hankkeesta ja tiedot sen ympäristövaikutuksista on sen viimeistään kuukauden kuluttua tehtävä päätös arviointimenettelyn soveltamisesta ja annettava hankkeesta vastaavalle tiedoksi hallintolain mukaisesti. Päätös on lähetettävä tiedoksi asianomaisille viranomaisille, aloitteen tehneelle taholle ja annettava tiedoksi julkisella kuulutuksella. Ne tulee pitää nähtävillä julkisesti viranomaisen verkkosivuilla 30 päivän ajan. Tieto kuulutuksesta on julkaistava myös hankkeen todennäköisen vaikutusalueen kunnissa. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 13§.)

YVA-menettely koostuu arviointiohjelmasta ja arviointiselostuksesta ja niiden tiedottamisesta ja kuulemisesta, ELY-keskuksen tarkastelun arviointiohjelmassa ja -selostuksessa esitetyistä tiedoista ja kuulemisen yhteydessä annetuista mielipiteistä ja lausunnoista sekä ELY-keskuksen lausunnon arviointiohjelmasta että perustellun päätelmän hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Mukana ovat myös arviointiselostuksesta annettujen mielipiteiden ja lausuntojen asiakirjat ja muut perustellun päätelmän huomioonottamisen lupamenettelyssä ja sen sisällyttämisen lupaan. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 14§.)

Hankkeesta aiheutuvat ympäristövaikutukset on selvitettävä YVA-menettelyssä jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa kuitenkin hankkeen muu valmistelu huomioiden ja se on oltava käytettävissä 25§ lupa-asiaa ratkaistaessa. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 15§.)

Hankkeesta vastaavan on toimitettava ympäristövaikutusten arviointiohjelma ELY-keskukselle, jossa on oltava hankkeen tarpeelliset tiedot ja sen kohtuulliset vaihtoehdot. Ympäristön nykyinen tila on kuvailtava sekä laadittava ehdotus arvioitavista ympäristövaikutuksista että selvittämisestä että suunnitelma arviointimenettelyn järjestämisestä. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 16§.)

ELY-keskuksen on huolehdittava arviointiohjelmaan liittyvistä lausuntopyynnöistä varattava mahdollisuus mielipiteiden esittämiselle. Lausunnot arviointiohjelmasta on oltava hankkeen vaikutusalueen kunnilta sekä muilta viranomaisilta, joita asia todennäköisesti koskee mukaan lukien hankkeen lupa-viranomainen. Arviointiohjelmasta on annettava julkinen kuulutus, jossa on oltava riittävät tiedot hankkeesta ja sen ympäristövaikutuksista ja myös se miten niiden arvioimisesta on mahdollista saada tietoa ja miten niistä voi esittää mielipiteitä. Kuulutuksessa on oltava maininta missä ja kuinka kauan asiakirjaa pidetään nähtävillä ja tieto milloin se on julkaistu viranomaisen verkkosivuilla. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 17§.)

ELY-keskus antaa lausunnon ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta hankkeesta vastaavalle kuukauden kuluessa lausuntojen antamiseen ja mielipiteiden esittämiseen varatun määräajan päättymisen jälkeen. Lausunnossa on otettava kantaa arviointiohjelman laajuuteen ja tarkkuuteen. Lausunnosta on myös käytävä ilmi, miten tarvittavat selvitykset ovat yhteensovitettavissa muiden lakien edellytysten ja selvitysten kanssa, jotka koskevat hanketta. Lausunnossa on esitettävä yhteenveto muista lausunnoista ja mielipiteistä. ELY-keskus toimittaa lausuntonsa ja muut lausunnot ja mielipiteet hankkeesta vastaavalle. Lausunto on samalla toimitettava tiedoksi asianomaisille viranomaisille sekä julkaistava ELY-keskuksen verkkosivuilla. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 18§.)

Hankkeesta vastaavan on laadittava YVA-selostus, jonka tulee pohjautua arviointiohjelmaan ja ELY-keskuksen siihen antamaan lausuntoon. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 19§.)

Hanketta koskevat kuulemiset vireillä olevasta kaavoituksesta ja ympäristövaikutusten arviointimenettelystä voidaan sovittaa yhteen. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 22§.)

ELY-keskuksen on tarkistettava YVA-selostuksen riittävyys ja laatu sekä laadittava sen jälkeen perusteltu päätelmä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista, on annettava hankkeesta vastaavalle kahden kuukauden kuluessa lausuntojen antamiseen ja mielipiteiden esittämiseen varatun määräajan päättymisestä. Perustellussa päätelmässä on esitettävä yhteenveto arviointiselostuksesta annetuista muista lausunnoista ja mielipiteistä ja toimitettava se ja muut lausunnot ja mielipiteet hankkeesta vastaavalle. Perusteltu päätelmä on samalla toimitettava tiedoksi hanketta käsitteleville viranomaisille, hankkeen vaikutusalueen kunnille sekä tarvittaessa maakuntien liitoille ja muille asianomaisille viranomaisille. ELY-keskuksen on annettava perusteltu päätelmä viipymättä tiedoksi julkisella kuulutuksella, jotka on pidettävä viranomaisen verkkosivuilla yleisesti nähtävillä 30 päivän ajan. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 23§.)

Mikäli arviointiselostuksen tiedot ovat puutteelliset ei ELY-keskus voi tehdä perusteltua päätelmää, josta on ilmoitettava täydentämistarpeesta hankkeesta vastaavalle. Yhteysviranomaisen huolehdittavaksi jää, että arviointiselostuksesta kuullaan täydentämisen jälkeen 20 §:n mukaan, jonka jälkeen yhteysviranomaisen antaa perustellun päätelmän 23 §:n mukaisesti. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 24§.)

Hankkeen lupahakemukseen on ennen päätöksentekoa liitettävä ympäristövaikutusten arviointiselostus ja perusteltu päätelmä. Viranomaisen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen ennen kuin sillä on käytössään arviointiselostus ja perusteltu päätelmä sekä valtioiden rajat ylittäviin vaikutuksiin liittyvät 29 §:ssä tarkoitetut kansainvälistä kuulemista koskevat asiakirjat. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 25§.)

Lupaviranomaisen on varmistuttava perustellun päätelmän ajantasaisuudesta ratkaistessaan lupasiaa. ELY-keskuksen on lupaviranomaisen pyynnöstä esitettävä näkemyksensä laatimansa perustellun päätelmän ajantasaisuudesta ja tarvittaessa yksilöitävä, miltä osin se ei enää ole ajan tasalla ja

miltä osin arviointiselostusta on täydennettävä perustellun päätelmän ajan tasalle saattamiseksi. Arviointiselostuksen täydentämisestä voidaan kuulla kuten ympäristönsuojelulain 44 a §:ssä tai vesilain 11 luvun 11 a §:ssä mukaisen lupamenettelyn yhteydessä säädetään. Tämän jälkeen ELY-keskus antaa ajantasaistetun perustellun päätelmän 23 §:n mukaisesti. Ennen lupa-asian vireille tuloa voi hankkeesta vastaava voi pyytää ELY-keskusta esittämään näkemyksensä laatimansa perustellun päätelmän ajantasaisuudesta ja tarvittaessa yksilöimään, mitä tietoja perustellun päätelmän ajantasaiseksi saattamiseen tarvitaan. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 27§.)

Ohjauksen ja seurannan lisäksi ja YVA:n yleinen kehittäminen kuuluu ympäristöministeriölle. Muut ministeriöt huolehtivat täytäntöönpanon ohjauksesta ja seurannasta sekä arvioinnin kehittämisestä omilla toimialoillaan. ELY-keskukset ohjaavat ja valvovat tämän lain täytäntöönpanoa omilla toimialueillaan. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 32§.)

Mikäli YVA:a ei ole suoritettu tai se on olennaisilta osiltaan suoritettu puutteellisesti, on ELY-keskuksella oikeus valittaa hanketta koskevasta lupapäätöksestä. Se, jolla muutoin on oikeus hakea lupapäätökseen muutosta valittamalla, voi valituksessaan vedota siihen, ettei ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ole suoritettu tai se on suoritettu olennaisilta osiltaan puutteellisesti. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 34§.)

Vaikka hankkeen toteuttaminen ei edellyttäisi lupaa ja hankkeen toteuttamiseen ryhdytään ennen lain edellyttämää YVA:a, voi ELY-keskus sakon uhalla määrätä hankkeen toteuttamisen keskeytettäväksi siihen asti, kunnes YVA on suoritettu. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 35§.)

Hankkeesta vastaava saa hakea muutosta 13 §:ssä tarkoitettuun päätökseen sekä 36 §:n nojalla tehtyyn päätökseen, jolla hankkeesta vastaavan esitys on hylätty, valittamalla hallintoasioiden oikeudenkäynnistä säädetyn lain mukaan. ELY-keskuksen päätöksestä valitettaessa on päätökseen toimivaltainen hallinto-oikeus se, jonka tuomiopiirissä pääosa kysymyksessä olevasta hankkeesta sijaitsee. Se, jolla on oikeus hakea muutosta hanketta koskevaan lupapäätökseen, saa kuitenkin hakea muutosta päätökseen, jolla on katsottu, ettei YVA-menettely ole tarpeen, samassa järjestyksessä ja yhteydessä kuin hanketta koskevasta lupapäätöksestä valitetaan. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 37§.)

Kustannusvastuu tiedottamisesta, kuulemisesta ja ympäristövaikutusten arvioinnin kustannuksista sekä muista veloitteiden täyttämisen on hankkeesta vastaavalla. Myös ELY-keskuksen lausunto arviointiohjelmasta ja perusteltu päätelmä ovat maksullisia. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 38§.)

### 3.3 Ympäristönsuojelulaki laatuvaatimusten ja lupamenettelyn mukaan

Lailla ehkäistään ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, ehkäistään ja vähennetään päästöjä sekä poistetaan pilaantumisesta aiheutuvia haittoja että torjutaan ympäristövahinkoja. Tarkoituksena on ilmastonmuutoksen torjuminen, kestävän kehityksen tukeminen ja turvallisen, viihtyisän, luonnontaloudellisesti kestävän ja monimuotoisen ympäristön turvaaminen. Merkityksellistä on myös luonnonvarojen kestävän käytön edistäminen, jätteiden määrän vähentäminen ja niiden haitallisuuden ja haitallisten vaikutusten ehkäiseminen sekä ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arvioinnin tehostamisen että kokonaisuuden huomioon ottaminen. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 1§.)

Lakia sovelletaan teolliseen ja muuhun toimintaan, joka saattaa aiheuttaa tai aiheuttaa ympäristön pilaantumista. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 2§.)

Päästö tarkoittaa ainetta, energiaa, melua, ääntä, säteilyä, valoa, lämpöä tai hajua, joka ihmisen toiminnan aiheuttamana pääsee, johtuu tai jää suoraan tai epäsuoraan ilmaan, veteen tai maaperään.

Ympäristön pilaaminen on päästö, josta seuraa yksin tai muiden päästöjen kanssa terveyshaitta, haitta luonnolle ja sen toiminnolle, este luonnonvarojen käytölle tai niiden käytön vaikeutuminen, viihtyisyyden, virkistyskäytön tai kulttuuriarvojen vähentymistä ympäristössä. Päästö voi olla myös vahinko tai haitta omaisuudelle tai sen käyttämiselle tai vastaava yksityisen edun loukkaaminen.

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttava toiminta on laitoksen perustaminen tai käyttäminen ja siihen teknisesti ja toiminnallisesti kiinteästi liittyvä toiminta tai alueen käyttö tai toiminnan järjestäminen niin että se saattaa aiheuttaa ympäristön pilaantumista.

Terveyshaitta on ihmisessä todettava sairaus, muu häiriö terveydessä tai tekijän tai olosuhteen esiintyminen, joka saattaa vähentää yksilön tai väestön elinympäristön terveellisyyttä.

Päästöraja-arvo on laimentamattoman päästön arvo, jota ei saa ylittää yhden tai useamman ajanjakson aikana.

Ympäristön laatuvaatimus on yksilöity vähimmäisvaatimus ympäristön tilasta.

Paras käyttökelpoinen tekniikka tarkoittaa taloudellisesti ja teknisesti kohtuullisin kustannuksin toteuttamiskelpoista tuotanto- ja puhdistusmenetelmää tai tapaa suunnitella, rakentaa, ylläpitää, käyttää tai lopettaa, joka ehkäisee toiminnasta aiheutuvaa ympäristön pilaantumista tai vähentää sitä tehokkaimmin.

Toiminnan harjoittaja on toiminnasta määräävä luonnollinen tai oikeushenkilö, jonka toiminnasta aiheutuu pilaantumisvaaraa ympäristölle.

Maaperä on maankuoren ylin kerros.

Pohjavesi on vettä, joka on maa- tai kallioperässä.

Pohjavesialue on alue, jossa on merkittävää pohjaveden virtausta tai vedenottoa.

Jätevesi on vettä, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista.

Kaatopaikka on loppukäsittelypaikka jätteille.

Päästökattodirektiivi on käytännössä ilmassa olevien epäpuhtauksien vähentämistä kansallisella tasolla.

Vesistön määritelmä on vesilaissa. (587/2011, 3§.)

Toiminnanharjoittajalla on velvollisuus ennalta ehkäistä ja rajoittaa ympäristön pilaantumista ja päästöjä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 7§.)

Pilaantumisvaaraa ympäristölle aiheuttavan toiminnan sijoituspaikan valinnassa on huomioitava vaikutusalueen ympäristön pilaantumisherkyys ja elinympäristön ja viihtyisyys. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 11§.)

Ympäristön pilaantumisesta säädetään myös jätelain (646/2011) toisessa luvussa.

Jos toiminta on rekisteröitävää, luvan-, tai ilmoituksenvaraista ei toimintaa saa sijoittaa asemakaavan vastaisesti. Maakuntakaavan ja yleiskaavan alueella toiminta ei saa vaikeuttaa alueen kaavan mukaista käyttöä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 12§.)

Luvan- ja ilmoitusvaraisessa toiminnassa on toiminnan harjoittajan laadittava riskinarviointiin perustuva varautumissuunnitelma ympäristöluvan myöntävää valtionlupaviranomaista varten. Tämän lisäksi on tarpeelliset varusteet ja laitteet varattava ja testattava, harjoiteltava onnettomuuksia ja muita poikkeavia tilanteita varten toimintaohjeen mukaisesti. Ennaltavarautumisveloitteesta voi vapautua, jos valvontaviranomainen niin arvioi. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 15§.)

Maaperän pilaamiskielto kieltää jättämästä tai päästävästä maahan jätteitä tai muita aineita, eliöitä tai pieneliöitä, jonka seurauksena on maaperän laadun huononemista vaaran aiheutumisen, terveys tai ympäristöhaitan aiheutumista, viihtyisyyden vähentymistä tai muuta niihin verrattavaa yksityistä tai yleisen edun loukkaamista. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 16§.)

Kielto pohjaveden pilaamisesta on saman kaltainen (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 17§).

Toiminnan yleisperiaatteena on varovaisuus- ja huolellisuusperiaate ja ympäristön kannalta parhaan käytön periaate. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 20§.)

Ympäristöministeriö ohjaa, seuraa ja kehittää lain mukaista toimintaa. ELY-keskus ohjaa, edistää, valvoo oman alueensa tehtävien hoitoa. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 21§.)

AVI myöntää tarvittaessa ympäristöluvan aluehallintovirastolain (896/2009) mukaan.

Ympäristölupa on oltava naapuruussuhteista annetun lain (26./1920, 7§) perusteella, jos siitä saatava aiheutua kohtuutonta rasitusta. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 27§.)

Ympäristölupa on tarpeen myös siinä tapauksessa, kun toimintaan sovelletaan lakia ympäristövaikutusten arvioinnista. (257/2014, 3§.)

Rekisteröitävään toimintaan tarvitaan ympäristölupa 28§ perusteella. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 30§.)



Uuden tekniikan lyhytaikaiseen kokeiluun ei tarvita ympäristölupaa. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 31§.)

Jos toiminnalla saattaa olla merkittäviä ympäristövaikutuksia tai ne voivat kohdistua sijaintikuntaansa laajemmalle alueelle päättää ympäristöluvasta valtion ympäristöviranomaisen. Ellei toiminta sijaitse usean ympäristöviranomaisen toimialueella päätöksen voi tehdä kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 34§.)

Ympäristölupaa haetaan sähköisesti toimivaltaiselta lupaviranomaiselta. Luonnollinen henkilö, joka on toiminnanharjoittajan asemassa voi jättää hakemuksen ja liitteet paperisina. Hakemukseen tarvitaan selvitykset toiminnasta, vaikutuksista, asianosaisista ja muista oleellisista seikoista. Jos hakemus koskee YVA-lain mukaista toimintaa, on hakemuksen liitteenä oltava YVA-selostus ja ELY-keskuksen perusteltu päätelmä sekä tarvittaessa luonnonsuojelulain (1096/1996, 65§) mukainen arviointi. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 38§.)

Ympäristölupa-asiaa käsittelevän ympäristöviranomaisen on pyydettävä lausunnot niistä kunnista, joiden alueella ympäristövaikutuksia saattaa ilmetä, varsinaisen toiminnan sijaintikunnan terveydensuojeluviranomaiselta, asian yleistä etua valvovalta viranomaisilta, saamelaiskäräjiltä ja muilta tahoilta, kun se harkinnan kannalta on tarpeen. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 43§.)

Ennen lupa-asian ratkaisemista on lupaviranomaisen varattava asianosaisille tilaisuus muistutusten tekemiselle ja muille mielipiteen ilmaisuun. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 43§.)

Ympäristölupahakemuksen tiedoksianto ja siitä tiedottaminen on saman kaltaista kuin maankäyttö- ja rakennuslaissa. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 44§.)

Hanketta koskevat kuulemiset vireillä olevasta kaavoituksesta ja ympäristövaikutusten arviointimenettelystä voidaan sovittaa yhteen. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017, 22§.)

Jos saman hankkeen ympäristölupahakemus ja YVA-menettely ovat samaan aikaan vireillä voidaan ne yhteensovittaa. Arviointiselostusta koskevat mielipiteet ja lausunnot sekä lupahakemuksen mielipiteet on toimitettava valtion ympäristölupaviranomaiselle kuulutuksessa ilmoitettuna aikana, jonka kesto on 45-60 päivää. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 44a§.)

Vireille tulleista ympäristölupa-asioista on kellä tahansa oikeus pyytää ja saada tietoa sähköisessä muodossa. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 45§.)

Ympäristöluvan myöntämiseksi on lupaviranomaisen tutkittava edellytykset ja huomioitava lausunnot, muistutukset ja mielipiteet yksityistä ja yleistä etua unohtamatta. Jos toiminta täyttää ympäristönsuojelulain, jätelain ja luonnonsuojelulain vaatimukset on ympäristölupa myönnettävä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 48§.)

Ympäristöluvan myöntämisen edellytyksinä on, ettei toiminta aiheuta terveyshaittaa, pilaa ympäristöä, maaperää tai pohjavettä tai aiheuta kohtuutonta rasiutusta lain eräistä naapurussuhteista (26.1920, 1§) mukaan. Eikä myöskään huononna luonnon olosuhteita ja vedenhankintaa tai heikennä saamelaislinkeinoja tai -kulttuuria. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 49§.)

Ympäristöluvassa annetaan tarpeelliset määräykset kuinka ehkäistä maaperän ja pohjaveden pilaantumista, häiriö- ja poikkeustilanteiden toimista sekä toiminnan lopettamisen jälkeisistä toimista, kuten alueen kunnostamisesta. (Ympäristönsuojelulaki 524/2014, 52§.)

Parasta käyttökelpoista tekniikkaa arvioitaessa on huomioitava jätteiden määrä ja kuinka niiden haitallisuutta voitaisiin vähentää, tuotannossa käytettävien aineiden ja siitä syntyvien jätteiden uusiokäyttö ja mahdollisuus hyödyntämiseen, käytettyjen raaka-aineiden laatu ja kulutus ja toiminnan riskien ja onnettomuusvaarojen ja onnettomuuksien ennaltaehkäisy, ympäristövaikutukset ja teollisen mittakaavan tuotantomenetelmät. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 53§.)

### 3.4 Luonnonsuojelulaki kansallisen ja Euroopan yhteisön mukaan

Laki ylläpitää luonnon monimuotoisuutta, vaalii luonnonkauneutta ja maisema-arvoja, tukee luonnonvarojen ja luonnonympäristön kestäväää käyttöä, lisää luonnontuntemusta ja yleistä luonnonharrastusta ja edistää luonnontutkimusta. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 1§.)

Lakia tulee soveltaa luonnon ja maiseman suojeluun ja hoitoon huomioiden taloudellisia, sosiaalisia, sivistyksellisiä sekä alueellisia että paikallisia erityispiirteitä. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 2§.)

Laki panee täytäntöön luontodirektiivin (92/43/ETY), lintudirektiivin (79/409/ETY) ja ympäristövaastuudirektiivin (2004/35/EY), eli Euroopan yhteisön määrittelemät tavoitteet. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 3§.)

Luonnonsuojelun on tähdättävä suotuisaan suojelutasoon. Luontotyyppi on tavoitellulla tasolla, kun se levinneisyytensä ja kokonaisalansa puolesta riittää turvaamaan säilymisensä ja ekosysteeminsä rakenteen, toimivuuden eliölajinsa pitkällä aikavälillä. Vastaavasti eliölajin suojelun tavoitetasolla ollessaan laji kykenee säilyttämään elinvoimaisuutensa pitemmän aikavälin tarkastelujaksolla. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 5§.)

Luontovahinko on suotuisan suojelutason saavuttamiseen tai säilyttämiseen kohdistuva merkittävä ja mitattavissa oleva joko suora tai välillinen haitallinen vaikutus. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 5a§.)

Lakia ohjaa ja valvoo ympäristöministeriö. Alueellisesti edistäminen ja valvonta kuuluu ELY-keskukselle ja kunnan on edistettävä luonnon- ja maisemansuojelua. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 6§.)

Edellytyksenä luonnonsuojelualueen perustamiselle voi olla alueen eliölaji, -yhteisö tai ekosysteemi, joka on uhanalainen, harvinainen tai harvinaistuva. Tai alueella on luontodirektiivin liitteen mukainen lisääntymis- tai levähdyspaikka, luonnonmuodostuma, harvinaistuva perinneluontotyyppi tai alue on muulla tavalla luonnon monimuotoisuuden tai kauneuden säilyttämisen kannalta tarpeen suojella. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 10§.)

Rauhoitussäännös kieltää sekä rakentamasta rakennuksia, rakennelmia ja teitä että ryhtymästä muihin luonnonoloihin, maisemaan ja eliölajien säilymiseen epäedullisesti vaikuttaviin toimiin kansallis- ja luonnonpuistoissa. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 13§.)

Luonnonsuojelualueen voi perustaa ELY-keskuksen päätöksellä yksityiselle alueelle maanomistajan hakemuksella tai suostumuksella. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 24§.)

Alue voidaan rauhoittaa luonnon tai maisemansuojelun edistämiseksi ELY-keskuksen ja maanomistajan sopimuksella enintään 20 vuodeksi. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 25§.)

Alueen omistaja tai se jolla on asiassa intressi voi hakea ELY-keskukselta yksityisen luonnonsuojelualueen lakkauttamista tai rauhoituksen lievennystä luontoarvojen oleellisesti vähennyttä tai jos se estää yleisen edun kannalta erittäin tärkeän hankkeen tai suunnitelman toteutumista. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 27§.)

Suojeltuja luontotyyppisiä ei saa muuttaa eikä ominaispiirteiden säilymistä vaarantaa. Luonnontilaisilla tai niihin verrattavilla alueilla tarkoitetaan jaloja lehtipuumetsiköitä, pähkinäpensaslehtoja, tervaleppäkorpioita, luonnontilaisia hiekkarantoja, merenrantaniittyjä, hiekkadyynejä, katajaketoja, lehdesniittyjä ja avointa maisemaa hallitsevia suuria yksittäisiä puita ja puuryhmiä. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 29§.)

Maisema-alue voidaan perustaa luonnon- ja kulttuurimaiseman suojelemiseksi. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 32§.)

Ympäristöministeriö päättää valtakunnallisesti merkittävästä maisema-alueen perustamisesta ja muusta ELY-keskus. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 33§.)

Linnut ja nisäkkäät ovat rauhoitettuja. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 38§.)

Rauhoitettuja eläinlajeja ei saa tahallaan häiritä etenkin lisääntymis- tai muuttoaikoina eikä levähdys- tai muilla tärkeillä elinkierron kannalta tärkeillä paikoilla. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 39§.)

Rauhoitetun kasvilajin poiminta, keräys, irti leikkaaminen, juurineen ottaminen tai hävittäminen on kiellettyä. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 42§.)

ilmeisen häviämishän alaisen eliölajin esiintymispaikan hävitys tai heikennys on kielletty. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 47§.)

ELY-keskus voi myöntää poikkeuksen rauhoitussäännöksistä, jos lajin suojelutaso säilyy suotuisana. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 48§.)

ELY-keskus voi myöntää yksittäistapauksissa lupia Euroopan yhteisön lajisuojelua koskeviin erityissäännöksiin. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 49§.)

Mikäli säännöksiä tai määräyksiä laiminlyödään tai ryhdytään niiden vastaiseen toimeen voi ELY-keskus kieltää teon jatkamisen, toistamisen tai laiminlyönnin sakon tai keskeytyksen uhalla velvoittaen määrääjässä poistamaan oikeuden vastaisen tilan, korjaamaan laiminlyönnin tai uhata tarpeellisten toimenpiteiden teettämisen asianomaisen kustannuksella. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 57§.)

Luonnonarvojen heikentämiskielto koskee Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 64a§.)

Hankkeen suunnittelijan tai toteuttajan on arvioitava vaikutukset, mikäli hanke tai suunnitelma yksin tai joidenkin muiden kanssa oleellisesti heikentää Natura 2000 -alueen luonnonarvoja. Lupaviranomaisen tulee valvoa, että vaadittu arviointi tehdään ja pyydettyä siitä lausunnot luonnonsuojelualueen haltijalta ja ELY-keskukselta, jonka on annettava lausunto kuuden kuukauden kuluessa. Mikäli hanke kuuluu YVA-lain (252/2017) piiriin menetellään sen mukaisesti. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 65§.)

Mikäli alue kuuluu Natura 2000 -verkostoon ei viranomaisen saa myöntää hankkeelle toteuttamislupaa eikä hyväksyä tai vahvistaa suunnitelmaa, jos arviointi- ja lausuntomenettelyssä on osoitettu luontoarvojen heikentymistä. Muun päätöksen voi valtioneuvosto tehdä yleisistunnossa. Mikäli alueella on luontodirektiivin mukainen luontotyyppi tai suojeltava laji, on luvan myöntämisen perustuttava ihmisten terveyteen, turvallisuuteen tai ympäristölle toisaalla koituihin suotuisiin vaikutuksiin tai muu yleisen edun kannalta pakottava syy, johon on hankittava EU-komission lausunto Kustannuksista vastaa hankkeen tai suunnitelman toteuttaja. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996, 66§.)

## 4 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tuulivoimaloiden sijoitteluun vaikuttaa eniten tekniset perusteet, kuten tuulisuus, perustamisolosuhteet ja vaatimukset voimaloiden minimietäisyyksistä. Ympäristöministeriön julkaiseman tuulivoimarakentamisen suunnitteluoppaan mukaan valtakunnallisesti arvokas maisema-alue ei sovellu tuulivoimarakentamiseen, mutta maakunnallisesti arvokasta maisema-aluetta voisi tapauskohtaisesti harkiten soveltua (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, 17.)

Tuulivoimaloiden äänivaikutuksia tulee arvioida tapauskohtaisesti. Vaikka maalle rakennetun voimalan tuottama ääni olisi 700-1000 metrin päässä 40 desibeliä tai vähemmän, saattaa se kuulostaa siedämmättömältä etenkin silloin kun siltä ei voi välttyä.

Suomessa välkemäärille ei ole asetettu omia raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan vaikutuksen rajoittamiseksi voidaan käyttää muiden maiden suosituksia vuoden ajat ja kellon aika huomioiden (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, 84.) Yleisesti voidaan arvioida vaikutusalueen olevan noin kymmenen kertaa lapojen halkaisijan suuruinen.

Tuloksellisin keino hallita tuulivoiman vaikutusta linnuille on voimaloiden sijoittaminen muualle kuin linnustoarvoiltaan merkittäville alueille. Linnuille edullisten voimaloiden sijoituspaikkojen ja väljän ryhmittelyn keinoin voidaan turvata lentoreittien esteettömyys. Pesimäkauden ulkopuolelle ajoitettu rakennustoiminta, voimalan kokoluokan ja tyyppin valitseminen vähiten lintuja häiritseväksi sekä lentoestevalojen kirkkauden ja välkkymisnopeuden säätäminen vähemmän lintuja houkuttelevaksi että maakaapeloinnin ja huomiopallojen käyttö ilmajohtojen merkitsemiseksi vähentävät vaikutusta (Suomen ympäristö 6/2016, 6.)

### 4.1 Maisema

Maisema on muuttunut tuulivoimamaisemaksi, kun sen luontainen sietokyky on ylittynyt ja sen luonne selkeästi teollinen tai tekninen. Maiseman muutosherkkyyttä määrittävät sen mittakaava, käyttöön tai luonteeseen liittyvät tekijät sekä pieni- tai suurpiirteisyys, jossa maisema on rikkoutumisaltis ja voimaloiden näkyvyys korostuu (Suomen ympäristö 5/2006, 12.)

Voimaloiden väritykseksi on vakiintunut harmahtava valkoinen, jota on hankala maastouttaa jokaiseen Suomen neljään vuoden aikaan. Tekniikan ja luonnon kontrastia tasoittaa alhaalta ylöspäin suuntautuva katselusuunta, jolloin voimalan vaalea sävy sopeutuu vallitseviin sää- ja valo-olosuhteisiin. Taustan ollessa muutoin tummempi tai metsäinen, erottuvat voimalatkin selkeämmin.

Suurta kokoa voidaan perustella sekä tuuliolosuhteilla, jotka ovat sitä vakaammat mitä ylemmäs voimaloiden korkeus nousee maanpinnan tasolta, että lapojen pituuden kasvattamisella. Pentinsaaren opetusmateriaalin (2021) mukaan lavan pituuden kaksinkertaistuminen nelinkertaistaa tehon.

Tuulivoimarakentamisen seurauksena maisemassa näkyviä vaikutuksia aiheutuu varsinaisten voimaloiden lisäksi sähkönsiirtoon tarkoitetuista rakenteista ja tieyhteyksistä. Maisemavaikutuksen todennäköisyys kasvaa samassa suhteessa voimaloiden tornien ja lapojen pyyhkäisyypinta-alojen kanssa,

kookkaat voimat näkyvät kauemmaksi. Taulukossa 2 on esitelty etäisyysvyöhykkeitä maisemaselvityksiin ja niiden vaikutusten arviointiin Suomen ympäristökeskuksen mukaan.

TAULUKKO 2. Etäisyysvyöhykkeitä maisemaselvityksiin ja vaikutusten arviointiin (Suomen ympäristö 1/2016)

Etäisyysvyöhykkeitä maisemaselvityksiin ja vaikutusten arviointiin		
Matka voimaloista	Vaikutusalue	Vaikutukset
0...1-2 km	Voimalan alue	Välittömät vaikutukset
n. 1-2 km...4-6 km	Lähivaikutusalue	Voimat saattavat olla maisemaa hallitsevia, näkyvävaikutus saattaa olla merkittävä
n. 4-6 km...10-15 km	Ulompi alue	Voimat saattavat näkyä selvästi, maisemavaikutus vähenee etäisyyden lisääntyessä
n. 10-15 km... 20-25 km	Kaukoalue	Voimat saattavat näkyä, ei merkitystä maisemassa
n. 20-25 km... 35 km	Teoreettinen maksimi näkyvyysalue	Voimat saattavat erottua paljain silmin, merkitys epätodennäköinen

## 4.2 Ääni

Ääni on väliaineessa värähtelynä etenevää mekaanista, pitkittäistä, aaltoliikettä, josta seuraa kuuloaistimus. Ääni etenee paineaaltoina eli ilmanpaineen vaihteluina. Äänen taajuuden mittayksikkö on hertsi, joka tarkoittaa ääniaaltojen lukumäärää yhden sekunnin aikana. (Lehto, Luoma, Havukainen & Leskinen 2006, 193.)

Tuulivoimalan ääni koostuu koneiston ja lapojen tuottamasta äänestä, joka on sitä voimakkaampi mitä suurempi pyyhkäisyypinta-ala on. Muihin äänen ominaisuuksiin, kuten taajuuteen ja ajalliseen vaihteluun vaikuttavat voimaloiden lukumäärä ja etäisyys toisiinsa sekä vallitsevat tuuliolosuhteet. Äänen ympäristöön leviämiseen vaikuttavat maaston pinnanmuodot ja kasvillisuus sekä sääolosuhteet. Matalataajuinen 20-200 hertzin ääni etenee kuultua ääntä laajemmalle alueelle vaimenematta. Ääni muuttuu meluksi, kun se koetaan häiritsevänä, epämiellyttävänä, terveydelle vahingollisena tai hyvinvoinnille ja viihtyvyydelle haitallisena. Lyhytaikainen altistus melulle ei aiheuta terveyshaittaa, mutta pitempi kestoisena ja voimakkaana se on mahdollista. (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, 76.)

Ympäristömelun ohjearvoista säädetään valtioneuvoston asetuksessa (1107/2015) tuulivoimamelun haittojen ehkäisemiseksi ja sitä sovelletaan suunnitteluun, lupamenettelyihin ja valvontaan maan-

käyttö- ja rakennuslaissa sekä ympäristönsuojelulaissa, joka koskee rakennus-, toimenpide- ja ympäristölupien lisäksi myös suunnittelutarveratkaisuja sekä poikkeamisia. Ohjearvoilla voidaan sekä valvoa jo toiminnassa olevien voimaloiden melutasoa että tunnistaa uusien voimaloiden rakentamiselle optimaalisia alueita. Ulkomelutason ohjearvot määritetään taajuuspainotettuna keskiäänitasona erikseen yhden vuorokauden päiväajalta tai yöltä. Määritettävän ajanjakson melutason on tarkoitus pysyä annetun ohjearvon mukaisena, kyse ei ole hetkellistä enimmäisäänitasosta. (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, 78-80.) Taulukossa 3 on esitelty ulkomelun ohjearvot tuulivoimameluasetuksen mukaan.

TAULUKKO 3. Ulkomelun ohjearvot tuulivoimameluasetuksen mukaan (Suomen ympäristö 5/2016)

Ulkomelun ohjearvot tuulivoimameluasetuksen mukaan		
Alueen tyyppi	LAeq päivällä klo 7-22, dB	LAeq yöllä klo 22-7, dB
Pysyvä asutus	45	40
Loma-asutus	45	40
Hoitolaitos	45	40
Oppilaitos	45	-
Virkistysalue	45	-
Leirintäalue	45	40
Kansallispuisto	40	40

#### 4.2.1 Terveyshaitat

Terveyshaittana melu on häiritsevää, joka viihtyvyshaitan ohella häiritsee kykyä keskittyä. Lapsilla pitkäkestoinen altistus saattaa johtaa kielellisen kehityksen, oppimisen ja muistin häiriöihin.

Unen syvyyteen, kestoon ja laatuun saattaa tulla häiriöitä, jotka ilmenevät nukahtamisvaikeuksina ja heräilyinä, jonka vaikutuksiin elimistö reagoi. Muutoksia on havaittavissa lisääntyneen liikehinnän ohella myös sydämen sähköisessä toiminnassa, verenpaineen ja pulssin kohoamisessa ja aivosähkökäyrässä. Pitkäkestoinen altistus saattaa aiheuttaa univajetta, heikentää psyykkistä terveyttä ja lisätä sydänsairauksien riskiä. Elimistön ollessa stressireaktiossa verenpaine, pulssi ja stressihormonipitoisuudet kohoavat osittain tiedostamatta autonomisessa hermostossa ja umpieritysrauhasissa. Pitkittyessään stressitila saattaa aiheuttaa vakavampia terveyshaittoja esimerkiksi rasva-aineenvaihduntaan tai immuunijärjestelmään ja lisätä sydän- ja verisuonisairauksien riskiä. Yhteyttä psyykkisiin sairauksiin ei ole tutkittu, mutta ahdistuneisuudella ja masentuneisuudella oletetaan olevan yhteys pitkäkestoiseen altistumiseen (THL 2022.)

## 4.3 Välke

Välke on valon ja varjon vaihtelua auringon paistaessa voimalan takaa. Lapojen pyöriessä varjon liikkuminen näkyy vilkkumisena 1-3 km päähän. Vaikutusalue on laajimmillaan auringon paistaessa matalalta, eli aamuisin ja iltaisin kaakon ja lounaan suuntaan. Vaikutusta ei ilmene auringon ollessa pilvessä tai silloin kun voimala ei ole käynnissä.

Kotimaisten suositusten ja raja-arvojen puuttuessa vaikutuksen arviointiin voidaan ympäristöministeriön lausuman mukaan käyttää saatavilla olevia eurooppalaisia ohjeistuksia. Saksalaisessa WEA-Schattenwurf-Hinweise-ohjeistuksessa astronomisen maksimivarjostuksen raja-arvo on 30 tuntia vuodessa ja todellisessa tilanteessa 30 minuuttia päivässä sekä todellisen tilanteen (Real Case) välkemäärä tulee rajoittaa kahdeksaan tuntiin vuodessa. Ruotsalainen Vindkraftshandboken-Planering och prövnin av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden-ohjeistus viittaa saksalaiseen ohjeistukseen ja suosittaa todellisen tilanteen välkemääräksi kahdeksan tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä. Tanskalaisen Danish Wind Industry Associationin ohjeistamana todellinen (Real Case) vuotuinen välkemäärä tulee rajoittaa kymmeneen tuntiin (Satawind. hakusana välkevaikutus. 2022, 153.)

Välkemäärän arvioidaan olevan vähäinen, kun sitä ei ilmene ollenkaan tai todellisessa tilanteessa ilmenee alle kahdeksan tuntia vuodessa. Välkemäärä on keskisuuri, kun sitä ilmenee 8-10 tuntia vuorokaudessa. Välkemäärä on suuri silloin, kun sitä ilmenee yli kymmenen tuntia vuodessa. Vaikutusalueen herkkyytystä voidaan arvioida alueen käyttötarkoituksen ja luonteen mukaan. Herkästi häiriintyviä kohteita ovat vakituiset ja loma-asunnot, koulut sekä virkistys- että luonnonsuojelualueet (Satawind. hakusana välkevaikutus. 2022, 154.) Taulukossa 4 on esitelty välkevaikutuksen herkkyytason arviointi alueen käyttötarkoituksen ja luonteen mukaan.

TAULUKKO 4. Välkevaikutuksen herkkyytason arviointi alueen käyttötarkoituksen ja luonteen mukaan (Satawind. hakusana välkevaikutus. 2022, 154)

Välkevaikutuksen herkkyytason arviointi		
Vähäinen	Kohtalainen	Suuri
Alueella on olemassa olevia tuulivoimaloita	Alueella on olemassa olevia tuulivoimaloita	Alueella ei ole tuulivoimaloita
Alueella ei ole herkästi häiriintyviä kohteita	Alueella on jonkin verran häiriintyviä kohteita	Alueella on runsaasti herkästi häiriintyviä kohteita
Alueella ei ole suojelu- tai virkistysalueita	Alueella on suojelu- tai virkistysalueita, joihin kohdistuu jo välkettä	Alueella on suojelu- tai virkistysalueita
Alueelle ei ole suunnitteilla uusia välkkeelle herkkiä kohteita	Suojelualueen suojelu- ja virkistysarvot eivät ole välkkeelle herkkiä	Suojelualueen suojelu- ja virkistysarvot ovat välkkeelle herkkiä



#### 4.4 Linnut ja lepakot

Tuulivoiman vaikutukseen linnuille vaihtelevat voimaloiden sijainnin, koon, määrän, teknisten ratkaisujen sekä maasto-olosuhteiden ja eri lintulajien perusteella.

Törmäysriskissä on vaihtelevuutta eri lajeilla ja eri olosuhteissa. Suuret, kaartelevasti tai liukuvasti lentävät lajit ovat törmäysalttiita. Vuorokauden ympäri aktiiviset paikkalinnut altistuvat törmäyksille muuttolintuja useammin, mutta yö ja huono sää lisäävät riskiä. Vaikka lentoestevalot houkuttelevat lintuja saattavat ne auttaa väistämään voimaloita. Lapojen pituuden kasvaessa kierrosnopeus laskee, joka pienentää haukkojen, kurkien, haikaroiden, hanhien ja joutsenten törmäysriskiä vaikutusta. (Suomen ympäristö 6/2016, 7.)

Lepakot havaitsevat sammutetut voimat kaikuluotauksellaan, mutta törmäävät pyöriviin lapoihin, koska ne eivät havaitse ajoissa sivusta tai yläpuolelta jopa 100 – 150 metriä sekunnissa lähestyvää lapaa. Lepakoiden vuosittainen kuolleisuus on noin 0–100 lepakkoa / voimala. (Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 27/2017, 33.)

Suoraa törmäysvaikutusta merkityksellisempi lintupopulaatioille on häirintävaikutus, joka vähentää linnuille sopivaa elinympäristöä, jonka seurauksena linnut siirtyvät pois voimaloiden lähialueilta, vaikka alueet olisivat pesinnälle tai ruokailulle muuten soveltuvia. (Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 27/2017, 19.)

Vaikka yksilömäärät vähenevät voimaloiden läheisyydessä ei sillä ole vaikutusta alueelliseen tai kansalliseen lintupopulaatioon. Herkimmin häiriintyviä lajeja ovat hanhet, kahlaajat, peto- ja varpuslinnut. (Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 27/2017, 30.)

Linnustovaikutuksen huomioimisen tueksi on saatavilla Suomen ympäristökeskuksen, BirdLife Suomen ja sen jäsenyhdistysten yhteistyönä toteutettu raportti kansallisesti tärkeistä lintualueista. Hankkeessa tunnistettiin 411 merkittävää uhanalaisten, silmällä pidettävien ja kansainvälisesti erityisvastuun lintulajien pesimis- ja kerääntymisaluetta, joista suurin osa sijaitsee Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Pohjois-Karjalassa. (BirdLife Suomi 2022.)



KUVA 8. Kartta Suomen tärkeistä lintualueista (BirdLife Suomen julkaisu No 4, 2002, 23)

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä toimialat ylittävää tietoutta tuulivoimasta. Tarve ilmeni selkeänä koulutuksen puutteena, sillä tuulivoimaa ei voi opiskella Suomessa korkeakoulututkintoon johtavasti kuten Euroopan tuotekehityksen kärkimaissa, kuten Tanskassa tai Ruotsissa. Työlle ei myöskään ollut sisällöllistä referenssikohdetta, jolla pyrittiin luomaan neutraali kokonaiskuva tuulivoimasta.

Fysikaalisten perusteiden pääkappale käsitteli tuulta luonnonilmiönä ja siihen vaikuttavien voimien määrittämistä havainnollisteettiin kaavoilla. Tuulen voimakkuutta esitettiin taulukossa ja nopeutta havainnollistettiin isobaariviivoilla kuvassa. Eri alueiden tuulisuutta, keskituulen vaihtelua ja tuulen jakaumaa vertailtiin kuvien avulla. Tuulesta saatavan tehon määrittämistä havainnollistettiin esimerkkiratkaisuilla. Tuulivoiman edellytykset koostuivat useista eri lähteistä kerättyyn tietoon, joka johdatti tuulivoimaan koskeviin lakeihin perehtyvään kappaleeseen.

Kaavoitus- ja lupamenettely esitettiin Maankäyttö ja rakennuslakiin perustuen, johon järjestelmällinen perehtyminen mahdollisti tuulivoimahankkeiden kokonaisvaltaisen ymmärtämisen erityisesti niihin kuluvan ajan suhteen. Laissa on kaikkiaan 220 pykälää, joista tuulivoiman rakentamiseen kaavoituksen tai lupamenettelyn osalta esiteltiin 36.

Laki ympäristövaikutusten arvioinnista esitettiin tärkeimpänä viranomaisyhteistyön välineenä keskitetyt tuulivoimahankkeiden toteutukseen ja kansalaisten vaikutusmahdollisuuksiin. Laissa on 40 pykälää, joista tuulivoimaan olennaisesti liittyviä pykäläitä esiteltiin 24. Lakiin perehtyminen vahvisti ymmärrystä tuulivoimahankkeiden ajallisesta kestosta.

Ympäristönsuojelulaissa on 240 pykälää, joista lupamenettelyn kannalta merkityksellisiä ympäristön laatuvaatimuksiin liittyviä pykäläitä esiteltiin 27. Päästöttömänä energiantuotantomuotona lain voi päättellä tukevan tuulivoimaa kuitenkin luonnon hyvinvointia ja kansalaisten vaikutusmahdollisuuksia sivuuttamatta.

Luonnonsuojelulaissa on 77 pykälää, joista tuulivoimaan vaikuttavia kansallisen ja Euroopan yhteisön asettamia velvoitteita esiteltiin 24. Liitännäisyys kansalliset rajat ylittäviin direktiiveihin voi samalla ylläpitää luonnon kauneutta ja tukea kestäväää käyttöä esimerkiksi tuulivoiman sijoituspaikan valintaan huolellisella suunnittelulla, joiden ympäristövaikutusten arviointiin kolmas pääkappale keskittyi.

Työssä perehdyttiin tuulivoimasta selkeimmin aisteilla havaittaviin ympäristövaikutuksiin. Maisema-vaikutusta, melun ohjearvoja ja välkevaikutuksen herkkyytensä arvioitiin taulukoiden avulla. Kotimaisella tuulivoimalla on muihin Euroopan maihin verrattuna lyhyt historia, kun ensimmäinen sähköverkkoon liitetty voimala rakennettiin 1980-luvulla, kun samaa aloiteltiin Tanskassa jo ensimmäisen maailman sodan jälkimainingeissa. Kognitiivisen psykologian mukaan orientaatiorefleksi ohjaa tarkkaavaisuuden suuntautumaan uusiin ärsykkeisiin, mutta ajan myötä aistit kuitenkin tottuvat samanaikaisena jatkuvaan ärsykkeeseen. Tanskalaiset lienevät jo suomalaisia tottuneempia tuulivoimoihinsa, joskin tämän opinnäytetyön laatimisen aikana Euroopassa alkanut sota muuttanee suhtautumistapaa energiaomavaraisuuttamme edistävää tuulivoimaa kohtaan.

Tuulivoimasta aiheutuvista terveyshaitoista kerrottiin ympäristöterveyteen perustuvan tutkimusaineiston perusteella. Lintuihin ja lepakoihin kohdistuvia vaikutuksia esiteltiin tutkimustietoon perustuen sekä havainnollistettiin 2000-luvun alussa toteutuneen hankkeen tuottamalla Suomen tärkeät lintualueet - karttakuvalla. Uudelle selvitykselle lajien uhanalaisuus, silmällä pidettävyys sekä pesimis- ja kerääntymisalueiden ajantasaistamiselle lienee lähitulevaisuudessa tarvetta.

Opinnäytetyö koostettiin kirjallisuuskatsauksena usean eri tieteenalan lähdeaineistosta. Koska työlle ei ole tilaajaa, perustui aineiston käsittely tekijän omaan mielenkiintoon valitussa aihekokonaisuudessa. Työn tavoitteena oli lisätä tuulivoimatietoutta kokonaisvaltaisesti, jossa onnistuttiin pois lukien voimaloiden kierrätys ja käytöstä poisto, jota ei ohjata millään lailla. Ilmi tullut lainsäädännön vajavuus tulisi täydentää, mitä hankaloittanee kyvyttömyys nähdä tulevaisuuteen 20-30 vuoden päähän onko hankkeesta vastaavia tahoja enää olemassakaan kunta- tai yritystasoilla.

Opinnäytetyön ajankohtaisuus lisääntyi Euroopan turvallisuustilanteen muuttuessa 24.2.2022. Vihreä siirtymä pois perinteisestä polttoon perustuvasta tekniikasta sai lisäpontta fossiilisten polttoaineiden päädyttyä pakotelistalle ja paljastaen länsimaiden energiasidonnaisuuksia. Myös biopolttoaineiden saatavuusongelmat voivat vauhdittaa siirtymää päästöttömään energiantuotantoon ja vihreään talouteen.

## LÄHTEET

Birdlife Suomi ry 2002. BirdLife Suomen julkaisu No 4. Suomen tärkeät lintualueet FINIBA. Verkkojulkaisu. <https://tiedostot.birdlife.fi/julkaisut/finiba/finiba-raportti.pdf>. Viitattu 17.3.2022.

BirdLife Suomi ry 2022. Suomen tärkeät lintualueet. Verkkojulkaisu. <https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet/finiba/>. Viitattu 17.3.2022.

Ely-keskus, Tuulivoiman yleisopas. Pdf-tiedosto. <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/57296/Tuulivoiman+yleisopas.pdf/9f0ed0a3-7df6-ee6c-81ede90279b264fe?t=1636093932871>. Viitattu 1.3.2022.

Findikaattori 2022. Energian kulutus. Verkkojulkaisu. Päivitetty 16.15.2021. <https://findikaattori.fi/fi/25>. Viitattu 1.3.2022.

Huhtinen, Markku, Korhonen, Risto, Pimiä, Tuomo & Urpalainen, Samu 2008. Voimalaitostekniikka. Helsinki: Opetushallitus.

Ilmatieteenlaitos 2022. Teematietoa. Verkkojulkaisu. Päivitetty 15.2021. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tuulet>. Viitattu 28.2.2022.

Jätelaki 646/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>. Viitattu 6.3.2022.

Karttunen, Hannu 2008. Ilmakehä, sää ja ilmasto. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

Korpela, Aki 2016. Tuulivoiman perusteet. Vantaa: Tammertekniikka.

Laki eräistä naapuruussuhteista 26./1920. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1920/19200026>. Viitattu 6.3.2022.

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170252>. Viitattu 3.3.2022.

Lehto, Luoma, Havukainen & Leskinen 2006. Fysiikka 2. Helsinki: Tammi.

Luonnonsuojelulaki 1096/1996. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096#L1P5>. Viitattu 12.3.2022.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. Viitattu 2.3.2022.

Motiva 2022. Tuulivoimaprojektin vaiheet. Verkkojulkaisu. Päivitetty 17.6.2021. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/tuulivoima/tuulivoimaprojektin\\_vaiheet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoimaprojektin_vaiheet). Viitattu 6.4.2022.

Pentinsaari, Tanja 2022. Tuulivoima. Opetusmateriaali. Uusiutuvat energiajärjestelmät. Savonia-ammattikorkeakoulu.

Satawind: hakusana välkevaikutus. 2022. Verkkojulkaisu. VÄLKEVAIKUTUKSET - Ymparisto.fi <https://www.ymparisto.fi>. Viitattu 16.3.2022.

Suomen hyötytuuli 2022. Tuulivoimala ja puisto. Verkkojulkaisu. <https://hyotytuuli.fi/tuulivoima/tuulivoimala-ja-puisto/>. Viitattu 1.3.2022

THL 2022. Ympäristöterveys. Verkkojulkaisu. Päivitetty 8.12.2021. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu>. Viitattu 15.3.2022.

Tieteentermipankki 2022. Coriolisvoima. Verkkojulkaisu. Muokattu 3.10.2014. <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Geofysiikka:coriolisvoima>. Viitattu 28.2.2022.

Tuuliatlas 2021. Verkkojulkaisu. <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/index.html>. Viitattu 15.2.2021.

Tuulivoimayhdistys 2022. Tuotantokustannukset. Verkkojulkaisu. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/taloudellisuus/tuotantokustannukset>. Viitattu 1.3.2022.

Työ- ja Elinkeinoministeriö 2017. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 27/2017. Kirjallisuusselvitys tuulivoimaloiden vaikutuksista linnustoon ja lepakoihin. Verkkojulkaisu. [https://www.motiva.fi/files/18975/Kirjallisuusselvitys\\_tuulivoimaloiden\\_vaiikutuksista\\_linnustoon\\_ja\\_lepakoihin\\_-\\_Työ-\\_ja\\_elinkeinoministerion\\_julkaisuja\\_-\\_Energia\\_-\\_27-2017.pdf](https://www.motiva.fi/files/18975/Kirjallisuusselvitys_tuulivoimaloiden_vaiikutuksista_linnustoon_ja_lepakoihin_-_Työ-_ja_elinkeinoministerion_julkaisuja_-_Energia_-_27-2017.pdf). Viitattu 17.3.2022.

Vesilaki 587/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>. Viitattu 6.3.2022.

Ympäristöministeriö 2016. Suomen ympäristö 6/2016. Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Verkkojulkaisu. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75407/SY\\_6\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75407/SY_6_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 17.3.2022.

Ympäristöministeriö 2016. Suomen ympäristö 1/2016. Maisemavaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Verkkojulkaisu. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/64964/SY\\_1\\_2016.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/64964/SY_1_2016.pdf). Viitattu 14.3.2022.

Ympäristöministeriö 2006. Suomen ympäristö 5/2016. Tuulivoimalat ja maisema. Verkkojulkaisu. <https://core.ac.uk/download/pdf/14927335.pdf>. Viitattu 14.3.2022.

Ympäristöministeriö, Ympäristöhallinnon ohjeita 2016/5. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Pdf-tiedosto. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH\\_5\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH_5_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 1.3.2022.

Ympäristöministeriö 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Verkkojulkaisu. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH\\_5\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH_5_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 14.3.2022.

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527#L6P52>. Viitattu 6.3.2022.