

Aurinkovoimaloiden vesienhallinta ja luontoteot turvetuotannosta poistuvilla alueilla

Airi Matila, Piia Launiainen, Selma Salin,

Matias Virta ja Mikko Ranta

Tapion raportteja nro 78



Suosittelava viittaustapa:

Matila, A., Launiainen, P., Salin, S., Virta, M. & Ranta, M. 2025. Aurinkovoimaloiden vesienhallinta ja luontoteot turvetuotannosta poistuvilla alueilla. Tapion julkaisuja 78.

© Tapio Oy

ISBN: 978-952-7435-41-0

ISSN: 2342-804X(pdf)

Kannen kuva: Airi Matila.

Vastuuvapauslauseke

Tapio Oy (jäljempänä Tapio) vastaa palvelun toteuttajana ja raportin laatijana siitä, että raportti on laadittu ammattitaitoisesti, huolellisesti ja alalla vallitsevaa hyvää ammattikäytäntöä noudattaen. Raportti vastaa tilannetta sen antamishetkellä, eikä Tapio siten ole vastuussa myöhemmin esim. olosuhteiden muuttumisesta johtuneista seikoista. Toimeksiannon suorittamista varten Tapio on saanut toimeksiantajalta tai kolmansilta aineistoa ja laskentamalleja, joiden oikeellisuuteen ja todenmukaisuuteen Tapio on luottanut ilman eri tutkimusta tai todentamista, ellei kyse ole aineistosta, jonka oikeellisuuden tai todenmukaisuuden selvittäminen on nimenomaisesti kuulunut toimeksiantoon.

Tapio ei vastaa missään tapauksessa raportin välillisistä eikä epäsuorista vahingoista. Tapion vastuu rajoittuu kaikissa tapauksissa sille toimeksiannosta maksettuun määrään, ellei Tapion osoiteta menetelleen tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti. Kolmannella taholla on oikeus luottaa lausuntoon vain siinä tarkoituksessa, mihin lausunto on nimenomaisesti pyydetty. Tapion vastuu kolmatta tahoa kohtaan ei voi olla suurempi, kuin mitä se on lausunnon pyytäneellä taholla kohtaan.

Alkusanat

Maailmanlaajuisen öljykriisin seurauksena 1970-luvulla turpeen laajamittainen energiakäyttö kasvoi Suomessa. Valtio halusi turvata Suomen energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Nyt energiaturpeen kysynnän laskun taustalla ovat EU:n päästökauppajärjestelmä ja kansalliset päästövähennystavoitteet. Suomi on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali viimeistään 2035.

Aurinkovoimaloihin perustuvan sähköntuotannon arvioidaan moninkertaistuvan lähivuosina. Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelman mukaisesti aurinkovoimarakentamista tullaan ohjaamaan rakennettuun ympäristöön, turvetuotannosta vapautuneille alueille ja joutomaille.

Aurinkovoimaloihin perustuva sähköntuotanto elinkeinona on uusi. Vakiintuneita toimintatapoja aurinkovoima-alueiden vesienhallintaan ei vielä ole muodostunut. Luonnon monimuotoisuuden turvaamisen käytännöt vaihtelevat hankkeittain. Aurinkovoimaloiden luvituskäytäntöjen kehittämistä tarvitaan lainsäädännön muuttuessa.

Maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö tarttuivat uuden elinkeinon mahdollisuuksiin erityisesti rakennettaessa aurinkovoimaloita turvetuotannosta poistuville alueille. Tavoitteena oli kerätä tietoja ja näkemyksiä toimintatapojen kehittämistä ja yhtenäistämistä varten. Selvitystyölle myönnettiin rahoitus, jossa osa oli Hiilestä kiinni -kokonaisuudesta. Työ tilattiin Tapio Oy:stä toukokuussa, määräaika päättyi joulukuussa 2024.

Tapio Oy:n työryhmä tutustui yritysten kanssa maastossa suunnitteilla oleviin aurinkovoimaloihin, haastatteli toimijoita ja järjesti kutsutyöpajan toimijoille. Työssä tärkeitä kirjallisia tietolähteitä olivat yksittäisten aurinkovoimaloiden lupahakemukset selvityksineen sekä viranomaisten antamat luvat, päätökset ja lausunnot. Työ edellytti perehtymistä selvilläolovelvollisuuteen ja aurinkovoima-alueita säätelevään lainsäädäntöön.

Kootun aineiston perusteella työryhmä tuotti käytännön ratkaisuja toimijoille ja maanomistajille. Tähän oppaaseen olemme koonneet keskeiset tulokset. Toivomme toimijoiden ja maanomistajien hyötyvän ratkaisuistamme.

Työhön ovat osallistuneet Tapiossa metsäasiantuntija Airi Matila, asiantuntija Piia Launiainen, ympäristöasiantuntija Selma Salin, ennallistamisiasiantuntija Matias Virta ja projektipäällikkö Mikko Ranta. Senior adviser Marja Hilska-Aaltonen ja konsultti Hannu Salo ovat työstäneet sisältöä oppaaseen.

Hanketta varten koottiin seurantaryhmä, johon kuului jäseniä maa- ja metsätalousministeriöstä ja ympäristöministeriöstä. Seurantaryhmä kokoontui kolme kertaa.

Kiitämme kaikkia selvitystyöhön osallistuneita yrityksiä, asiantuntijoita, toiminnanharjoittajia, maanomistajia ja seurantaryhmän jäseniä. Vuorovaikutteiset keskustelut, analyttiset kommentit ja monipuoliset maastokäynnit auttoivat meitä oleellisten asioiden tunnistamisessa, selvitystyön tulosten saavuttamisessa ja oppaan laadinnassa. Ministeriöitä kiitämme taloudellista tuesta.

Helsingissä 11.2.2025

Airi Matila
projektipäällikkö
Tapio

Sisällysluettelo

ALKUSANAT	3
1 TURVETUOTANNOSTA AURINKOVOIMAN TUOTANTOON.....	6
1.1 SELVILLÄ OLON NÄKÖKULMAT.....	6
1.1.1 Selvilläolovelvollisuus.....	6
1.1.2 Yhteiskunnalliset odotukset.....	6
1.1.3 Yritysten omat tavoitteet.....	8
1.2 MONET TIETOLÄHTEET HYÖDYKSI.....	8
2 LAINSÄÄDÄNTÖ AURINKOVOIMA-ALUEILLA.....	9
2.1 VESILAKI.....	9
2.2 LUONNONSUOJELULAKI	9
2.3 LAKI YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELYSTÄ	10
2.4 ALUEIDENKÄYTÖN JA RAKENTAMISEN LAINSÄÄDÄNTÖ.....	11
3 AURINKOVOIMALAT JA VESIENHALLINTA	12
3.1 MIKSI VESIÄ SUOJELLAAN?	12
3.2 RATKAISUJA VESISTÖPÄÄSTÖJEN HALLINTAAN	12
3.2.1 Aurinkovoimalan suunnittelun aikana huomioon otettavia asioita.....	13
3.2.2 Aurinkovoimalan rakentamisen aikana huomioon otettavia asioita.....	18
3.2.3 Aurinkovoimalan toiminnan aikainen vesistö päästöjen hallinta.....	20
3.2.4 Aurinkovoimalan toiminnan loputtua	21
3.2.5 Varautuminen tulipaloon	21
4 AURINKOVOIMALAT JA ILMASTO	23
4.1 TURVEMAIDEN ILMASTOVAIKUTUKSISTA	23
4.2 RATKAISUJA ILMASTOPÄÄSTÖJEN HALLINTAAN TURVEMAILLA.....	23
5 MONIMUOTOISUUDEN LISÄÄMINEN.....	24
5.1 AURINKOVOIMALOIDEN VAIKUTUKSET LUONTOON	24
5.2 LIEVENNYSHIERARKIA AURINKOVOIMARAKENTAMISESSA	26
5.3 TEOT MONIMUOTOISUUDEN TURVAAMISEKSI JA LISÄÄMISEKSI.....	26
5.3.1 Suot, kosteikot ja muut vesialueet hankealueella	27
5.3.2 Kasvilajiston monipuolistaminen	28
5.3.3 Lahopuu.....	29
5.3.4 Muita toimenpiteitä ja huomioitavia seikkoja	31
5.4 MONIMUOTOISUUTTA LISÄÄVIEN TEKOJEN SIOITTELU, SEURANTA JA HOITO.....	32
6 JATKOKÄYTTÖMUOTOJEN KUMPPANUUDET AURINKOVOIMA-ALUEELLA	33
6.1 NURMI	33
6.2 SELVITYKSIÄ.....	33

7 KEHITTÄMISEN JA TUTKIMUKSEN JATKOTARPEET.....	34
KIRJALLISUUS.....	36

1 Turvetuotannosta aurinkovoiman tuotantoon

1.1 Selvillä olon näkökulmat

Toiminnanharjoittajan tulee tietää toimintansa ympäristöriskeistä, seurata toimintansa vaikutuksia ympäristöön ja vähentää toimintansa haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Selvillä olon näkökulmat säätelevät, ohjaavat, mahdollistavat tai vahvistavat taloudellista toimintaa.

Toiminnanharjoittajaa sitoo ensinnäkin selvilläolovelvollisuus, josta määrätään lainsäädännössä. Monet yhteiskunnalliset ympäristöön kohdistuvat odotukset mahdollistavat ja jopa vauhdittavat yritysten toimintaa. Kolmantena näkökulmana esitellään yritysten omat ratkaisut.

1.1.1 Selvilläolovelvollisuus

Ympäristönsuojelulaissa (527/2014) määrätään selvilläolovelvollisuudesta seuraavasti: Toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden hallinnasta sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista.

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) kumosi ensimmäisen ympäristönsuojelulain (86/2000), jossa säädettiin selvilläolovelvollisuudesta seuraavasti: Toiminnanharjoittajan on oltava riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista.

Laissa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017) ja sitä edeltäneessä laissa (468/1994) määrätään selvilläolovelvollisuudesta: Kun hankkeeseen ei sovelleta ympäristövaikutusten arviointimenettelyä, tulee hankkeesta vastaavan toiminnanharjoittajan riittävästi olla selvillä hankkeen ympäristövaikutuksista siinä laajuudessa kuin kohtuudella voidaan edellyttää.

Selvilläolovelvollisuus merkitsee esimerkiksi ympäristön tilan seuranta ja erilaisia päästöjä koskevia mittausveloitteita (Kuusiniemi ym. 2013). Selvilläolovelvollisuus koskee toimijoita kaikissa toiminnan vaiheissa, kun siirrytään turvetuotannosta aurinkovoiman tuotantoon.

1.1.2 Yhteiskunnalliset odotukset

Monet yhteiskunnalliset odotukset vesiensuojeluun, ilmastoon, monimuotoisuuteen ja vähähiiliseen yhteiskuntaan siirtymiseen vaikuttavat niin kansalaisiin kuin yrityksiin. Yhteiskunnallisia odotuksia linjataan esimerkiksi valtioneuvoston periaateohjelmissa. Niiden toteutumista vauhditetaan esimerkiksi julkisilla rahoitusmahdollisuuksilla ja informaatio-ohjauksella.

Vesienhoidon tavoitteena on turvata ja saavuttaa pinta- ja pohjavesien vähintään hyvä tila. **Valtioneuvoston hyväksymissä vesienhoitosuunnitelmissa** ja niihin sisältyvissä toimenpideohjelmissa kuvataan, mitä toimia tarvitaan vesien hyvän tilan saavuttamiseksi (Valtioneuvosto 2021). Laissa vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004) säädetään yhteistoiminnasta ja osallistumisesta vesienhoitoalueella.

EU:n ennallistamisasetus tuli voimaan 18.8.2024. Tavoitteena on parantaa luonnon tilaa esimerkiksi ottamalla käyttöön ennallistamis- ja palauttamistoimenpiteitä. Ympäristöministeriö on asettanut **kansallisen ennallistamissuunnitelman** valmistelua varten ohjausryhmän ja useita teemaryhmiä. Ryhmiin on laaja osallistujajoukko muista ministeriöistä sekä sidosryhmistä. (Ympäristöministeriö 2024.)

EU:n biodiversiteettistrategian tavoitteena on pysäyttää luontokato ja kääntää luonnon monimuotoisuuden kehitys myönteiseksi vuoteen 2030 mennessä. Komissio edellyttää, että jäsenmaat antavat kaksi sitoumusta strategian toimeenpanoon liittyen. (Ympäristöministeriö i.a.a.)

Pääministeri Sanna Marin hallitusohjelmassa tavoiteltiin Suomen olevan hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä (Valtioneuvosto 2019). Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma laaditaan kerran vaalikaudessa ja se sisältää toimenpideohjelman taakanjakosektorin päästöjen vähentämiseksi (Ympäristöministeriö i.a.).

Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelman mukaisesti Suomi nousee puhtaan energian edelläkävijäksi Euroopassa. Sähköntuotanto on tarkoitus moninkertaistaa Suomessa. Aurinkovoimarakentamista tullaan ohjaamaan rakennettuun ympäristöön, turvetuotannosta vapautuneille alueille ja joutomaille. Hiilineutraaliusstrategia tarkistetaan uuden energia- ja ilmastostrategian valmistelun yhteydessä. (Valtioneuvosto 2023.)

EU:n uusiutuvan energian rahoitusmekanismilla (RENEWFM) rahoitetaan aurinkosähköhankkeita. Uusin haku avattiin 30.7.2024 ja se on auki 4.3.2025 saakka. Suomi isäntämaana osallistuu rahoitusmekanismiin tarjoamalla haettavaksi rahoitusta aurinkosähköhankkeisiin. Maksavana valtiona on Luxemburg, joka saa tilastollisina siirtoina nimiinsä 80 prosenttia hankkeiden uusiutuvan energian tuotannosta 15 vuoden ajan. Rahoituksen ehtona on muun muassa se, että hankkeen vaatimasta pinta-alasta enintään 20 prosenttia voi olla metsää tai maatalousmaata. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2024.)

Ympäristöministeriö myöntää **avustuksia vihreän siirtymän investointihankkeiden edistämiseksi** kunnille ja maakuntien liitoille. Avustusta voi käyttää aurinkovoimaloiden kaavoituksen, luvituksen ja selvitysten töissä, joilla pyritään löytämään aurinkovoimarakentamiselle soveltuvimmat alueet ja samalla ehkäisemään luonnolle ja ihmisille rakentamisesta ja tuotannon aikaisesta toiminnasta aiheutuvaa haittaa. (Ympäristöministeriö i.a.)

EU:n elpymis- ja palautumistukivälineestä (RRF) kanavoitiin rahoitusta Suomen kestävän kasvun ohjelmaan viimeisen kerran vuonna 2024. RRF:llä vahvistettiin EU:n toipumista koronavuodesta ja rahoitettiin investointeja uuteen energiateknologiaan sekä investointeja puhtaaseen siirtymään, kuten aurinkovoimarakentamiseen entisille turvetuotantoalueille (Työ- ja elinkeinoministeriö i.a.).

EU:n kestävyysraportointidirektiivi (CSRD) edellyttää 2024 alusta suurten yritysten raportoivan sosiaalisista ja ympäristötoimistaan sekä niiden vaikutuksista ihmisiin ja luontoon. Raportointi parantaa sijoittajien ja muiden sidosryhmien mahdollisuuksia tehdä tietoon perustuvia päätöksiä kestävyyskysymyksistä. (Euroopan unionin neuvosto 2022.)

1.1.3 Yritysten omat tavoitteet

Vastuullinen toiminta voi olla osa yrityksen strategiaa. Sitä voidaan todentaa sitoutumalla muun muassa eettisiin periaatteisiin, YK:n kestävän kehityksen periaatteisiin (Agenda2030) ja yritysten omilla toimenpideohjelmilla.

Vastuullista toimintaa voidaan todentaa myös standardoiduilla ohjelmilla, joista riippumattomalta audittoijalta saadaan sertifikaatti. Esimerkiksi kansainvälinen toimialariippumaton ympäristöohjelma on ISO 14001-standardi.

1.2 Monet tietolähteet hyödyksi

Aurinkovoimala entisellä turvetuotantoalueella on jatkumo alueen käytön historiassa. Aiempi tai aiemmat maankäyttömuodot ovat tuottaneet dokumentoitua tietoa asiakirjoihin ja päätöksiin sekä hiljaista tietoa kokemuksina ja havaintoina alueen aiemmille hyödyntäjille, turvetuottajille ja maanomistajille.

Geologian tutkimuslaitos on tutkinut kunnittain Suomen soita ja niiden turvevaroja. Tutkimuksissa selvitettiin erityisesti soiden soveltuvuutta teolliseen käyttöön erityisesti polttoturpeena mutta myös soiden muut käyttömuodot on huomioitu. Jokaisesta tutkitusta suosta kuvattiin sijainti, aiempi maankäyttö sekä turvekerroksen paksuus, maatuneisuus ja turvelaji. Myös arvioitiin suon soveltuvuutta turvetuotantoon ja nostettavissa olevaa turpeen määrää. Kaikki selvitykset ovat saatavissa Geologian tutkimuslaitoksen Hakku - geologiset tietotuotteet -palvelusta Julkaisut, raportit, kartat ja posterit -kohdasta ja hakemalla kunnan nimellä ja valitsemalla raportit. (Hakku - palvelu.)

Toinen kirjallinen tietolähde on Aluehallintoviraston vesi- ja ympäristölupien tietopalvelu. Sieltä on saatavissa kunkin turvetuotantoalueen ympäristölupaan liittyvät julkiset asiakirjat joko suoraan ladattavina asiakirjoina tai tekemällä erillisen tietopyynnön (Vesi- ja ympäristölupien tietopalvelu).

Kolmas kirjallinen tietolähde ovat turvetuotannon ympäristölupaan liittyvät tarkkailutulokset ja muut julkiset asiakirjat, kuten turvetuotannon tarkastuskertomukset. Näitä voi pyytää alueellisesta ELY-keskuksesta esimerkiksi tietopyyntönä (ELY-keskus i.a.a.)<https://www.ely-keskus.fi/ptv/-/fsc/view/service/bc94bf7d-e17a-4440-a62a-c55874a0cce5>

Moni hiljainen tieto on hyvä lähtötieto aurinkovoimalan suunnittelussa. Kun aurinkovoimala rakennetaan vuokratulle alueelle, toiminnanharjoittajan on hyvä selvittää maanomistajalta niitä tietoja, joita maanomistaja on puolestaan saanut vuokratun turvetuotantoalueen palautuessa turveyrittäjältä takaisin maanomistajalle. Palautuksessa annetut tiedot kootaan yleensä turveyrittäjän ja maanomistajan yhteiseen muistioon (Matila (toim.) 2023).

Tietoa turvetuotannon aikaisista kokemuksista on hyvä välittää alueen kiinteistökaupan yhteydessä. Turveyrittäjälle on kertynyt paljon tietoa tarkkailemalla ja mittaamalla, havainnoimalla sääilmiöitä, seuraamalla vesiensuojelun ratkaisujen toimivuutta sekä tekemällä yhteistyötä maanomistajien, paikallisten asukkaiden ja sidosryhmien kanssa. Aurinkovoimalueen ostajan on syytä pyytää tietoja kiinteistökaupan yhteydessä.

Samalle maantieteelliselle alueelle saattaa olla suunnitteilla muitakin aurinkovoimaloita. Tällöin voidaan pyytää muille aurinkovoimahankkeille annettuja ELY-keskusten viranomaispäätöksiä ELY-keskuksesta esimerkiksi tietopyyntönä.

2 Lainsäädäntö aurinkovoima-alueilla

Kansallinen lainsäädäntö vesienhallinnassa ja luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa säätelee aurinkovoimaloiden rakentamista entisille turvetuotantoalueille. Lainsäädäntöön on syytä perehtyä hyvissä ajoin ennen entisen turvetuotantoalueen varaamista aurinkovoimalan alueeksi.

2.1 Vesilaki

Vesilain (587/2011) tavoitteena on edistää vesivarojen ja vesiympäristön kestävää käyttöä. Vesilakiin tulee perehtyä rakennettaessa aurinkovoimalaa entiselle turvetuotantoalueelle. Hankkeen toteuttaja vastaa siitä, ettei toiminta aiheuta vesilaissa mainittua haittaa tai vahinkoa (Vesilaki, 3 luku 2 §; Vesilaki, 2 luku 11 §). ELY-keskus valvontaviranomaisena arvioi, onko hankkeelle tarpeen hakea vesilain mukaista lupaa. Hankkeen sujuvaa etenemistä varten lausuntopyyntö on syytä tehdä hyvissä ajoin.

Vähäistä suuremmasta ojituksesta ilmoitetaan vähintään 60 vuorokautta ennen työhön ryhtymistä ELY-keskukselle (Vesilaki, 5 luku 6 §). Pohjavesialueilla ja happamilla sulfaattimailla suoritettavasta ojituksesta ja ojituksen kunnossapidosta on aina ilmoitettava. Vähäistä ojitusta on pienen metsäkappaleen ojitus. Olemassa olevan ojan kunnossapidosta ja peruskorjauksesta tehdään ojitusilmoitus. (ELY-keskus 2024a.) Ilmoituksen perusteella toiminnanharjoittaja saa viranomaiselta ohjausta ojitamiseen.

2.2 Luonnonsuojelulaki

Luonnonsuojelulaissa (9/2023) turvataan lajeja ja luontotyyppejä. Euroopan unionin Natura 2000-verkostoon kuuluvan alueen suojelun perusteena olevia luonnonarvoja ei saa merkittävästi heikentää (Luonnonsuojelulaki 34 §). Aurinkovoimalan vaikutus voi ylettyä Natura-alueelle esimerkiksi vesitalouden tai pienilmaston muuttumisen kautta. Jos hanke yksin tai yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa merkittävästi heikentää suojeluarvoja, tulee selvittää hankkeen merkittäviä haitallisia vaikutuksia (Luonnonsuojelulaki 35 §).

Uhanalaisella lajilla tarkoitetaan lajia, jonka riski hävitä luonnosta on kansallisen uhanalaisuuden arvioinnin perusteella vähintään korkea (Luonnonsuojelulaki 75 §). Viranomaiset ottavat uhanalaiset eliölajit huomioon asianomaisen lain mukaisessa lupaharkinnassa tai kaavoitusta koskevassa päätöksenteossa (Luonnonsuojelulaki 76 §). Erityisesti suojeltavaksi lajiksi voidaan säätää puolestaan sellainen laji, jonka riski hävitä luonnosta on vähintään hyvin korkea, tai jos laji on uhanalainen ja sillä on hyvin vähän esiintymispaikkoja, joiden säilyminen on uhattuna (Luonnonsuojelulaki 77 §).

Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV(a) lajit ovat Suomessa tiukasti suojeltuja (Luonnonsuojelulaki 78 §). Näihin lajeihin kuuluu viitasammakko, joka kuuluu lisäksi rauhoitettuihin lajeihin (Luonnonsuojelulaki 70 §).

Viitasammakon ja muiden EU:n luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on luonnonsuojelulain 78 §:n mukaisesti kiellettyä. Mikäli aurinkovoimahankkeesta viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikoille aiheutuvia heikentäviä vaikutuksia ei voida riittävällä varmuudella poissulkea, edellyttää hankkeen toteuttaminen luonnonsuojelulain 83 §:n mukaista poikkeuslupaa viitasammakkoa koskevasta rauhoitusmääräyksistä. Poikkeuksen myöntämisedellytyksistä on määritelty luonnonsuojelulain 83 §:ssä, ja poikkeusta haetaan ELY-keskukselta.

Aurinkovoimarakentamisessa tulee huomioida myös rauhoitettuja eliölajeja koskevat säädökset. Rauhoitettujen eläinlajien yksilöiden tahallinen häiritseminen, erityisesti eläinten lisääntymisaikana tai muuton aikaisilla levähdysalueilla on kiellettyä (Luonnonsuojelulaki 70 §). Maakotkan, merikotkan, kiljukotkan, pikkukiljukotkan tai sääksen pesäpuu on rauhoitettu, jos pesä on toistuvasti käytössä ja selvästi nähtävissä (Luonnonsuojelulaki 73 §).



Viitasammakkoa tavataan melko yleisesti käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla erilaisissa kosteissa elinympäristöissä, kuten sammutusvesialtaissa. Kuva: Airi Matila.

2.3 Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä

Teollisen kokoluokan aurinkovoimahanke ei sisälly hankeluetteloon, jossa määrätään ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain liitteen 1 muuttamisesta 126/2019). Arviointimenettelyä voidaan soveltaa yksittäistapauksessa sellaiseen hankkeeseen, joka todennäköisesti aiheuttaa laadultaan ja laajuudeltaan, myös eri hankkeiden yhteisvaikutukset huomioon ottaen vaikutuksiin rinnastettavia merkittäviä ympäristövaikutuksia (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 3 §).

Toimivaltaisena viranomaisena on ELY-keskus, joka tekee päätöksen arviointimenettelyn soveltamisesta yksittäiseen hankkeeseen (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 11 §). Päätöksentekoa varten on hankkeesta vastaavan toimitettava ELY-keskukselle kuvaus hankkeesta ja sen todennäköisistä merkittävistä ympäristövaikutuksista. Kuvaus voi sisältää myös hankkeen ominaisuuksiin liittyviä tietoja sekä suunniteltuja toimenpiteitä, joilla pyritään välttämään tai ehkäisemään hankkeen merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 12 §). Hankkeesta vastaava on yleensä toiminnanharjoittaja, joka vastaa aurinkovoimalan rakentamisesta.

ELY-keskuksen on tehtävä päätös arviointimenettelyn soveltamisesta viipymättä, kuitenkin viimeistään kuukauden kuluttua siitä, kun se on saanut hankkeesta ja sen ympäristövaikutuksista riittävät tiedot. Päätös on annettava tiedoksi hankkeesta vastaavalle ja lähetettävä tiedoksi asianomaisille viranomaisille sekä mahdolliselle aloitteen tehneelle taholle. Päätös on lisäksi annettava viipymättä tiedoksi julkisella kuulutuksella (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 13 §).

2.4 Alueidenkäytön ja rakentamisen lainsäädäntö

Aurinkovoimalat entisillä turvetuotantoalueilla ovat sijoittuneet usein haja-asutusalueille, joille rakentaminen on perustunut maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) suunnittelutarveratkaisuun ja rakennuslupaun.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen suunnittelutarveratkaisun valmistelussa viranomaisen on ottanut huomioon esimerkiksi luontoarvot, joita tarkasteltiin maakuntakaavoista tai oikeusvaikutteisista yleiskaavoista (ELY-keskus i.a.b.). Viranomaisen on arvioinut hankkeen ympäristövaikutukset esimerkiksi maisemaan, pohjavesiin ja suojeluarvoihin.

Uusi rakentamislaki (751/2023) tuli voimaan vuoden 2025 alussa. Uudessa rakentamislaisa ei enää säädetä suunnittelutarveratkaisusta lupatyypinä, mutta rakentamislain 46 §:ssä säädetään sijoittamisen edellytyksistä suunnittelutarvealueella.

Rakentamislain (751/2023) säätämisen yhteydessä maankäyttö- ja rakennuslaista kumottiin rakentamisen osuus, ja lain nimike muuttui alueidenkäyttölaki (132/1999). Nämäkin muutokset tulivat voimaan vuoden 2025 alussa. Alueidenkäyttölaki sisältää valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita, kaavoitusta sekä merialuesuunnittelua koskevat säännökset. Alueidenkäyttölain uudistaminen on parhaillaan käynnissä (Ympäristöministeriö i.a.d.).



Eristysoja on tuotantoaluetta ympäröivä oja, joka estää tuotantoalueen ulkopuolisten vesien pääsyn tuotantoalueelle. Turvetuotannon aikaista eristysojaa voidaan usein hyödyntää, kun sen rajaaman alueen sisään rakennetaan aurinkovoimatuotantoa. Kuva: Airi Matila.

3 Aurinkovoimalat ja vesienhallinta

3.1 Miksi vesiä suojellaan?

Ihminen ja luonto aiheuttavat moninaisia vesistöjä kuormittavia päästöjä. Näitä ovat muun muassa kiintoaines-, ravinne- ja liukoisen orgaanisen hiilen päästöt. Vesistöissä päästöt aiheuttavat monia haittoja, kuten tummentumista, rehevöitymistä, umpeenkasvua, pohjan liettymistä ja eliöstömuutoksia (Väyrynen ym. 2008). Vesistöjen rehevöityminen aiheuttaa sisävesien luontotyyppien uhanalaistumista.

Vesistöjen kuormitus on haitallista muun muassa uhanalaisille lohikaloille, joiden kutua haittaa sorapohjien liettyminen ja joiden ravintona käyttämät selkärangattomat voivat vähentyä ekologisten muutosten seurauksena (Ympäristöministeriö 2015).

Jääkauden jälkeisen Litorinameren alta paljastuneilla rannikkoalueilla lisäriskin muodostavat sulfidimineraaleilla rikastuneet maat. Kun nämä turvekerroksen alapuolella sijaitsevat happamat sulfaattimaat pääsevät kuivatuksen seurauksena tekemisiin hapen kanssa, muodostuu rikkihappoa, joka happamoittaa vesiä ja liottaa maaperästä metalleja vesiin. Huuhtoutuessaan alapuolisiin vesistöihin happamat vedet voivat aiheuttaa esimerkiksi kalakuolemia ja pysyviä ekologisia muutoksia (Ympäristöministeriö 2015).

Turvetuotannon aikana päästöjä vesistöihin syntyy, kun alueella liikutaan raskailla koneilla ja kun alueen pintaa karhetaan turpeen nostamiseksi (Klöve ym. 2012). Päästöjen vähentämiseksi ja hallitsemiseksi turvetuotantoalueelle vaaditaan ympäristölupa, jonka ehtoja valvotaan.

Turvetuotannon päättymisen jälkeen päästöt voivat vähentyä, mutta alueen seuraavan maankäytön myötä syntyy kiintoaines- ja ravinnekuormitusta alapuolisiin vesistöihin. Kuormitusta syntyy, vaikka alueilla ei ole tehty vuosiin kuormitusta aiheuttavia toimenpiteitä (Nieminen ym. 2020). Etenkin kiintoaineen ja happamuuden osalta suurimmat potentiaaliset vesistövaikutukset alueilta syntyvät hetkellisten ylivirtaamatilanteiden aikana, esimerkiksi keväällä sulamisvesien liikkuaessa alueella, tai rankkasateiden aikaan (Klöve ym. 2012).

3.2 Ratkaisuja vesistö päästöjen hallintaan

Rakennettavalle aurinkovoimalalle tarvitaan vesienhallintaa varten laadukas suunnitelma, joka sisältää tarpeelliset kuivatus-, maanmuokkaus- ja ojitussuunnitelmat sekä vesiensuojelusuunnitelman. Vesienhallintasuunnitelmaan sisällytetään arvio kuivatuksen, maanmuokkauksen ja ojituksen ympäristövaikutuksista. Kartalla esitellään käyttöön otettavat vesiensuojelurakenteet ja niiden sijainnit. Kokonaisvaltainen vesienhallintasuunnitelma on hyödyllistä laatia riittävän aikaisessa suunnittelun vaiheessa.

Vesienhallintasuunnitelma suositellaan lähetettäväksi ELY-keskukseen, joka arvioi vesienhallintasuunnitelmassa olevien tietojen perusteella, onko hankkeesta odotettavissa ympäristövaikutuksia vesilain mukaisen luvan hakemista varten. Aikaa ja vaivaa säästyy, kun aurinkovoimalan vesienhallintasuunnitelma on riittävän kattava ja laadittu hyvissä ajoin vesilain mukaisen luvan selvittelyä varten.

Turvetuotannon aikaisista vesiensuojeluratkaisuista ja päästötarkkailusta määrätään tuotantoalueen ympäristöluvassa, jossa myös asetetaan määräyksiä toiminnan lopettamiseen ja alueen jälkihoitoon. Ympäristöluvassa määrätään, kuinka kauan vesiensuojelurakenteet on

pidettävä toiminnassa tuotannon jälkeen. Tämä vaihtelee lupakohtaisesti, mutta yleisesti tavoitteena on pitää rakenteet toiminnassa, kunnes jatkokäyttö on aloitettu tai tuotantoalueen pinta on kasvittunut riittävälle tasolle. (Ympäristöministeriö 2015.)

Jäännösturpeen paksuus vaihtelee paljon jo yhdellä entisellä turvetuotantolohkolla muun muassa nostotekniikan, pohjamaan pinnanmuotojen tai kivisyyden mukaan. Paikoin turve on nostettu pohjamaahan asti, mutta toisaalle jäännösturvetta on saattanut jäädä yli metrin paksuisena kerroksena. Jäännösturvetta on tyypillisesti paljon jäljellä niillä alueilla, joilla turpeennosto on jäänyt kesken. Jäännösturpeeksi on jäänyt suon pohjimmaisena olevaa, tuhansia vuosia sitten muodostunutta turvetta, joka on yleensä pitkälle maatunutta ja runsastyyppistä. Siinä on niukasti kaliumia ja fosforia. (ELY-keskus 2024b.)

Pohjamaan ominaisuudet jäännösturpeen alla vaihtelevat paljon. Useimmiten pohjamaa on heikosti vettä läpäisevää hienolajitteista maata. Vettä pidättävän hienojakoisen kerroksen päällä voi olla karkeampia maa-aineksia, kuten hiekkaa. Myös moreenimaita esiintyy. Erityisesti Pohjanlahden rannikolla esiintyy happamia sulfaattimaita, joiden rikkipitoisten kerrostumien hapettuminen happamoittaa maaperää ja vesistöjä. (ELY-keskus 2024b.) Pohjamaa vaikuttaa merkittävästi eroosioriskiin niissä tilanteissa, joissa ojat ulottuvat turvekerroksen alapuoliseen maahan saakka.



Vedet poistuvat turvetuotantoalueelta laskuojia pitkin vastaanottavaan vesistöön. Tavallisesti laskuoja alkaa turvetuotannon aikaisesta vesiensuojelurakenteesta. Samoja laskuojia voidaan käyttää aurinkovoimalan vesien ohjaamiseen. Kuva: Asmo Hyvärinen.

3.2.1 Aurinkovoimalan suunnittelun aikana huomioon otettavia asioita

Aurinkovoimalan suunnittelun alkuvaiheessa on tärkeää pyytää vesilakia valvovalta ELY-keskukselta lausunto suunnittelualan vesienhallintasuunnitelmaan ja alueen vesilain mukaisiin lupatarpeisiin. Kun vesiin liittyvien suunnitelmien asianmukaisuus on käyty läpi viranomaisen kanssa, hanke sujuu paremmin eteenpäin. Luvussa 2 kuvataan vesilain mukainen toiminta.

Ympäristöhallinnon julkaisemassa turvetuotannon ympäristönsuojeluohjeessa vuodelta 2015 kuvataan turvetuotantoon kuuluvaa jälkihoitoa ja jatkokäyttöä tuotannon päättymisen jälkeen. Ohjeessa huomautetaan jälkihoitoon kuuluvan myös alueen ympäristövaikutusten tarkkailua tuotannon päättymisen jälkeen. Jälkihoitoon siirrytään yleensä vähitellen lohkon tai muun sopivan kokonaisuuden poistuessa turvetuotannosta. Jälkihoidossa pyritään varmistamaan, ettei jälkihoidon alkaessa eikä sen aikana synny lisäpäästöjä alapuoliseen vesistöön. (Ympäristöministeriö 2015.)

Jälkihoitovaiheen jälkeen turvetuotantoalue siirtyy uuteen maankäyttöön eli jatkokäyttöön. Ohjeessa muistutetaan jatkokäyttöä silmällä pitäen, että on tärkeää ottaa huomioon alueen pohjamaalaji. Ohjeessa huomautetaan aiheellisesti esimerkiksi siitä, mikäli päisteputket, lietteenpidättimet ja muut sarkaojarakenteet jäävät alueelle, tulee niistä sopia maanomistajan kanssa. Tällöin myös vastuu niistä siirtyy maanomistajalle. Sarkaojarakenteet mahdollisesti haurastuvat ja rikkoontuvat ajan myötä. (Ympäristöministeriö 2015.)

Aurinkovoimalan vesienhallintasuunnitelmaa varten toiminnanharjoittajan on hyvä pyytää turvetuottajalta, maanomistajalta tai ELY-keskukselta turvetuotannon aikana ja jälkihoitovaiheessa tehtyjen velvoitetarkkailujen tulokset alueen vesistö päästöistä ja vesistövaikutuksista, kuten luvussa 1.2 esitetään. Toiminnanharjoittaja saa tarkkailuraporteista käsityksen alueen turvetuotannon aikaisista vesistövaikutuksista ja -riskeistä. Ympäristönsuojelulain 6 § mukainen selvilläolovelvollisuus pätee myös aurinkovoiman tuotannossa.

Toiminnanharjoittajan on mahdollista tietojen perusteella tunnistaa, ehkäistä ja vähentää aurinkovoimalan rakentamisen ja käytön aikaisia riskejä vesistöille ja suunnitella aurinkovoimalan vesienhallinta kohdennetusti siten, että se vastaa tunnistettuihin ongelmiin. Vesienhallintasuunnitelman tulee perustua parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan (BAT) ja menettelyihin (BEP).

Jos turvetuotantoalueen velvoitetarkkailujen tuloksista ilmenee selkeitä päästöjen ongelmakohtia, voidaan aurinkovoimalan vesien hallintasuunnitelmaan sisällyttää vedenlaadun seuranta. Seuranta on todennäköisesti tarpeen vain aurinkovoimalan rakentamisvaiheessa. Seuranta voidaan keskittää esimerkiksi virtaamahuippujen aikaan, jolloin päästöt alapuolisiin vesiin pääasiassa syntyvät.

Hankealueen sijaitessa happamalla sulfaattimaalla, tai jos turvetuotannon aikaisissa pohjamaalajitutkimuksissa on havaittu pohjamaan happamoitumisriski, tulee tämä huomioida aurinkovoimalan suunnittelussa. Voimalan perustamistapa ja kuivatusjärjestelyt tulee suunnitella siten, ettei turvekerroksen alapuolinen pohjamaa paljastu tai pääse kuivumaan, jolloin sulfidipitoinen maaperä pääsisi hapettumaan.

Esimerkiksi ojien kunnostukset tulee tehdä siten, ettei oja syvennetä ulottumaan turvekerroksen alapuoliseen pohjamaahan saakka. Alueen sijaitessa happamalla sulfaattimaalla on tärkeää seurata alueen valumavesien pH-arvoja virtaamahuippujen yhteydessä.

Turvetuotannon aikaisesta vesiensuojelusta on määrätty alueen ympäristöluvassa. Tavallisimpia vesiensuojeluratkaisuja ovat laskeutusaltaat, kosteikot, kasvillisuuskentät ja pintavalutuskentät. Rakenteiden puhdistava vaikutus perustuu kiintoaineksen ja siihen sitoutuneiden orgaanisten aineiden sedimentaatioon. Veteen liuenneet ainekset ja ravinteet pidättyvät virtausnopeuden hidastuessa uomissa ja vesien suodattuessa pintamaan kautta. Vähemmässä määrin kasvillisuus pidättää valumavesien ravinteita.

Vesiensuojelullisesti tehokkaimpia rakenteita ovat kasvillisuuskentät ja pintavalutuskentät. Laskeutusaltailla pystytään poistamaan vedestä ainoastaan karkeinta kiintoainesta ja niitä tulisikin pitää ainoastaan tehokkaampien menetelmien tukena. Turvetuotannon aikaisia vesiensuojelurakenteita on syytä hyödyntää mahdollisuuksien mukaan.

Hankealueen vesienhallintaa, vesiensuojelua ja olemassa olevien vesiensuojelurakenteiden hyödyntämistä suunniteltaessa tulee huomioida rakenteiden haurastumisriski. Rikkoutuessaan tai tukkeutuessaan rakenteet voivat aiheuttaa vettymistä tai vesiensuojelun tehon heikentymistä. Tästä syystä aurinkovoimalan vesiensuojelu tulisikin perustaa pitkäikäisten ja vähän huoltoa vaativien rakenteiden varaan.

On myös perusteltua miettiä, kuinka tehokasta kuivatusta alueella tarvitaan rakennusvaiheen jälkeen. Aurinkovoimalan toiminnan aikana alueella on vain vähän tarvetta päästä liikkumaan raskaalla kalustolla ja liikkuminen keskittyy huoltotiestölle. Tästä syystä voidaan harkita vedenpinnan nostoa alueella siellä missä se on mahdollista.

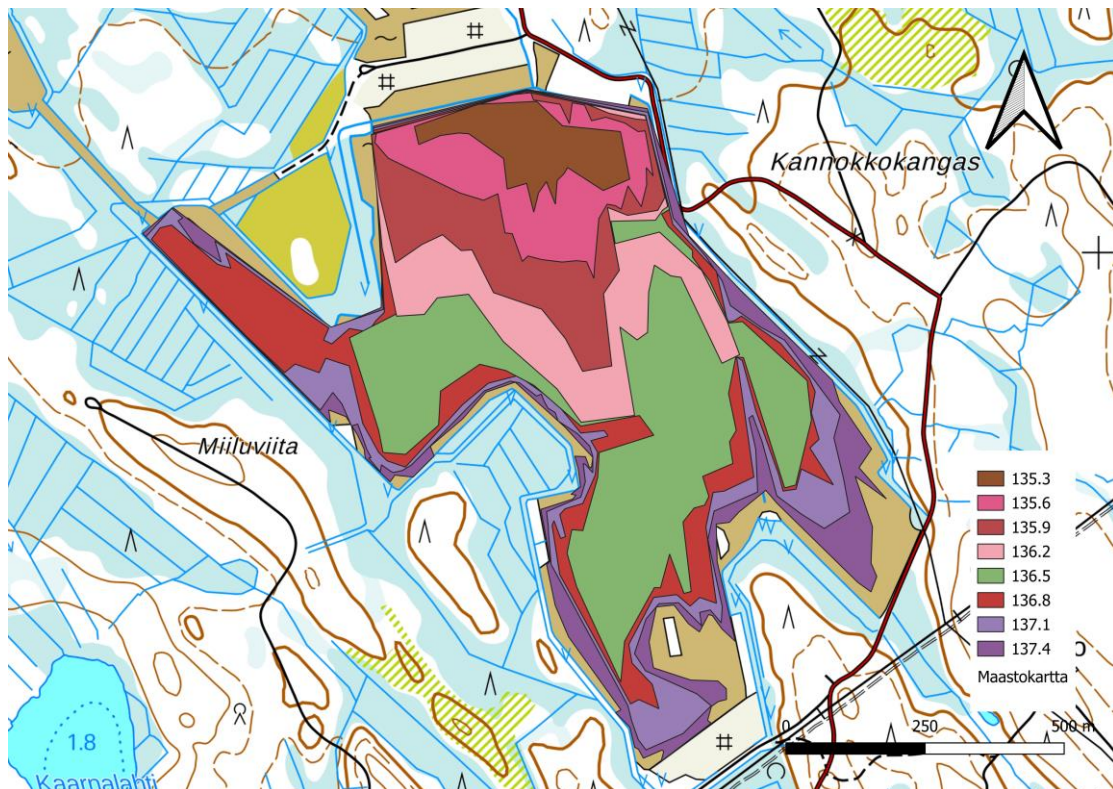
Vedenpintaa nostamalla vähennetään hapellisissa oloissa tapahtuvaa turpeen hajoamista ja siihen sitoutuneiden ravinteiden vapautumista. Vedenpinnan nosto voidaan toteuttaa kokoojajoihin asennettavilla virtaamansäätöpadoilla.



Laskeutusaltailla pystytään poistamaan vedestä ainoastaan karkeinta kiintoainesta. Hienompi aines saadaan poistettua kasvillisuus- tai pintavalutuskentällä ennen vesien päästämistä vastaanottavaan vesistöön. Kuva: Airi Matila.



Esimerkiksi settipadoilla säädellään padon yläpuolista vedenpintaa. Kuvassa valmis muovinen settipatorakenne, mutta sama vaikutus saadaan esimerkiksi metallikehikkoon poikittain asetetuilla lankuilla. Kuva: Asmo Hyvärinen.



Virtaamansäätöpadoilla kokoomaojissa voidaan hallita vesiä. Samalla saadaan alueen vedenpintaa nostettua, jolloin vähennetään vesistö- ja ilmastopäästöjä tehokkaasti. Jotta vettä ei olisi kattavaa, virtaamansäätörakenteita tulee olla useita alueen korkeusvyöhykkeiden mukaisesti. Kartta: Matias Virta.



Kasvillisuuskenttä on puhdistusmenetelmä, jossa vesi johdetaan ympäristöstään pengerryksin eristetyn kasvillisuuden peittämän kentän läpi. Kasvillisuuskenttä perustetaan tyypillisesti suonpohjalle ja kasvilajina voi olla ruokohelpi. Kuva: Airi Matila.



Pintavalutuskenttä vesiensuojelun ratkaisuna on muokkaamaton suo, jolle johdetaan puhdistettavia vesiä. Kuva: Airi Matila.



Kosteikot soveltuvat hyvin aurinkovoimaloiden vesienhallintaan ja -suojeluun. Kuva: Selma Salin.

3.2.2 Aurinkovoimalan rakentamisen aikana huomioon otettavia asioita

Kun aurinkovoimalan suunnitteluvaiheesta siirrytään rakentamiseen, vesienhallintasuunnitelmaa päivitetään uusilla tai muuttuneilla tiedoilla esimerkiksi ojitusilmoituksen laatimista varten. Vesilain mukainen ojitusilmoitus tehdään, mikäli alueella on tarkoitus kaivaa uusia ojia, perata olemassa olevia ojia tai putkittaa vesiä.

Aurinkovoimalan rakennusvaihe on vesistö päästöjen kannalta haastavin vaihe aurinkovoimalan elinkaaren aikana. Rakennusvaiheen aikana turvekentän pintaa voidaan joutua tasaamaan, ojia kunnostamaan ja alueella ajetaan raskaalla kalustolla. Kaikki maan pintaa rikkova toiminta aiheuttaa kiintoaineksen, orgaanisen hiilen ja ravinteiden liikkeellelähtöä ja kulkeutumista vesiin. Vesiensuojelun järjestämisen ja toisaalta myös vesistövaikutusten minimoimisen tulisi olla ympäristövaikutusten prioriteettilistalla korkealla, kun voimalaa lähdetään rakentamaan.

Laadukkaaseen vesienhallintasuunnitelmaan on jo työmaan suunnittelun aikana sisällytetty paras käytettävissä oleva tekniikka, jota on tarkoitus käyttää rakentamisen aikana. Toiminnanharjoittajan on hyvä pyytää vesienhallintasuunnitelman tähän osaan lausunto ELY-keskukselta, kuten luvussa 2.1 kuvataan, jotta vältettäisiin tiedonkulun katkokset ja sujuvoitetaan rakentamisen edistymistä.

Toimivan vesiensuojelun varmistaminen on keskeistä aurinkovoimalan rakennusvaiheessa. Jos turvetuotannon aikaiset rakenteet ovat edelleen käytössä, tulee niiden kunnosta varmistua. Esimerkiksi alueella olevat settipadot ja muut virtaaman säätörakenteet voivat olla tukkeutuneet tai hapertuneet käyttökelvottomiksi.

Jos alueella havaitaan käyttökelvottomiksi muuttuneita rakenteita, tulee ne puhdistaa tai korjata. Alueen vesiensuojelurakenteita tarkasteltaessa tulee myös miettiä niiden mahdollista tukkeutumiseriskää voimalan toiminta-aikana. Erityisesti päisteputket ja putkipadot voivat tukkeutua, jos alueella on voimakasta eroosiota.

Jos turvetuotannon aikaiset vesiensuojelurakenteet eivät ole käytettävissä, toiminnanharjoittajan tulee rakentaa uudet vesiensuojelurakenteet ensimmäisenä vesienhallintasuunnitelman mukaisesti. Jos vesiensuojelurakenteet tehdään vasta rakentamisen jo ollessa käynnissä, riskinä on puhdistamattomien vesien ja niiden kuljettamien kiintoaineiden ja ravinteiden päätyminen alapuolisiin vesiin. Toiminnanharjoittaja vastaa siitä, ettei toiminta aiheuta vesilaissa mainittua haittaa tai vahinkoa (Vesilaki, 3 luku 2 §; Vesilaki, 2 luku 11 §).

Aurinkovoimalan rakentamistyöt ajoitetaan niihin vuodenaikoihin, kun maa kestää koneiden painon. Maa kantaa työkoneita parhaiten kuivana kesänä ja talvella maan ollessa roudassa. Alueella tehtäviin töihin tulisi käyttää pehmeisiin oloihin suunniteltua kalustoa, kuten kevyitä telalustaisia tai paripyörillä varustettuja koneita.

Koneilla liikkuminen tiivistää maaperää tai voi edellyttää uusien huoltoteiden rakentamista. Niillä on vaikutusta virtausolosuhteisiin ja alueen valuntaan. Rakentamisvaiheessa tulisi pitää huoli, että kulkureiteillä ei muuteta olemassa olevia tai suunniteltuja valuma- ja virtausreittejä. Koneilla liikkuminen alueella suunnitellaan siten, että kulkureitit ja ajokerrat on optimoitu. Näin vältetään tarpeetonta ajourien kulumista ja maanpinnan rikkomista.

Erityinen riski kiintoainespäästöille syntyy ylitettäessä ojia koneilla. Tällöin ojan penkat sortuvat, minkä seurauksena ojaan päätyy irtonaista maa-ainesta. Sortuneet ojien penkat ovat myös jatkossa vakiintuneita penkkoja alttiimpia eroosiolle. Ajoreitit ja materiaalien varastopaikkoja suunniteltaessa tuleekin laatia ajoreittikartta, jota noudatetaan rakentamisen aikana. Ajoreittikarttaan merkitään vesien- ja luonnonsuojelun kohteet, joille ei pidä mennä koneilla.

Ojien kunnostukset ja muut kaivutyöt tulisi minimoida siten, että alueella tehdään ainoastaan välttämättömät kaivutyöt. Tarpeelliset ojien kunnostukset tulee toteuttaa siten, että ojien kuivatussyvyys pysyy enintään alkuperäisenä, eikä ojia syvennetä. Pumppaamisen päätyttyä kasvanut virtaama voi aiheuttaa laskuojissa eroosiota ja penkkojen sortumia lisäten kiintoainespäästöjä, jos nämä pääsevät vesiensuojelurakenteiden läpi vesistöön.

Laskuojia voidaan vahvistaa eroosion estämiseksi. Tällöin laskuojat muotoillaan riittävän loivaluiskaisiksi ja niiden pohjalle asennetaan suodatinkangas ja tämän päälle noin 30 senttimetrin kerros seulanpääkiveä.

Rakentamisen aikaista kuivatusta varten alueelta voi olla tarpeen pumpata vesiä pois tai rakentaa väliaikaisia patoja alueen kuivana pitämiseksi. Tällöinkin tulee huolehtia riittävän laadukkaasta vesiensuojelusta ja varmistaa, että alueelta pumpatut vedet kulkevat vesiensuojelurakenteiden kautta. Väliaikaisia patoja käytettäessä tulee varmistua patojen pitävyydestä, jotta padotut vedet eivät pääsisi purkautumaan hallitsemattomasti ja aiheuttaisivat väliaikaisen virtaamapiikin ojiin.



Aurinkovoimalan alue salaojitettiin. Rakentamisen aikana alueelta pumpattiin vesiä pois mutta työn valmistuttua vedenpinta nostetaan säätöpatojen avulla lähemmäksi maanpintaa. Kuva: Airi Matila.

3.2.3 Aurinkovoimalan toiminnan aikainen vesistö päästöjen hallinta

Koska turvetuotantoalueille perustetuille aurinkovoimala-alueilta ei ole toistaiseksi kertynyt tutkimustietoon perustuvia päästöarvioita, on toiminta-aikaisten vesistövaikutusten arviointi ja toimenpidesuosituksen esittäminen on haastavaa. Tässä luvussa oletetaan, että aurinkovoimalana toimivan alueen annetaan kasvittaa luontaisesti ja että aurinkovoimala-alue on enemmän tai vähemmän verrattavissa luontaisesti kasvitettuun turvetuotannosta poistuneeseen alueeseen.

Aurinkovoimalan toiminta-aika on todennäköisesti vähäisten vesistö päästöjen aikaa. Tällöin alueella ei ole tarvetta liikkua raskailla koneilla tai tehdä turvekentän pintaa rikkovia toimenpiteitä, joista aiheutuisi kiintoaineksen liikkeelle lähtöä. Kun alueen pintaa ei rikota ja oletetaan että alue on tuhkalannoitettu, alkaa alue kasvittumaan aluksi erinäisillä varhaisen sukkessiovaiheen pioneerilajeilla, kuten maitohorsmalla ja kulosammalella.

Alueen kasvillisuus sitoo juuristollaan pintaturvetta ja ehkäisee alueen eroosiota ja kiintoainespäästöjä. Jos alueen vedenpintaa nostetaan, on oletettavissa, että alueelle alkaa syntyä suokasvillisuutta. Suokasvillisuuden sukkession edetessä alueelle todennäköisesti alkaa muodostua rahkasammalta ja muita suokasveja, jotka pitkällä aikavälillä kerryttävät turvetta.

Paneelientien alueella on lähtökohtaisesti vain vähäinen tarve päästä liikkumaan raskaalla kalustolla. Siten voidaan harkita alueen turpeessa olevan vedenpinnan tason korottamista tai jopa alueen väliaikaista vettä avovesipinnaksi. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi erilaisia säädettäviä settipatorakenteita, joiden avulla alueen kuivavaraa ja vesipinnan tasoa voidaan säädellä hyvinkin tarkasti. Erilaiset säädettävät virtaamansäätörakenteet mahdollistavat alueen kuivattamisen tarpeen vaatiessa, esimerkiksi laajempien huoltotöiden yhteydessä.



Keskieuropalaisten kokemusten mukaan aurinkopaneelit likaantuvat herkästi. Aurinkovoiman kehittäjät selvittävät koejärjestelyllä sitä, miten Suomen oloissa paneelit likaantuvat ja millainen tarve on puhdistaa aurinkopaneeleja. Kuva: Airi Matila.

3.2.4 Aurinkovoimalan toiminnan loputtua

Kun aikanaan aurinkovoiman tuotanto päättyy, alueelta viedään pois rakenteet. Tällöin alueella joudutaan taas liikkumaan koneilla ja samat vesiensuojelun periaatteet tulisi olla käytössä, kuten rakentamisen aikana. Rakenteiden purkaminen tulisi mahdollisuuksien mukaan ajoittaa talviaikaan, jolloin ei ole odotettavissa yhtä paljon turvekentän pinnan rikkoutumista, kuin sulan maan aikaan. Jos alueen vedenpintaa on korotettu, vedenpinta voidaan kantavuuden parantamiseksi laskea avaamalla padot.

Alue tulee siirtymään jälleen uuteen käyttöön, joka voi edellyttää suunnitelmaa ympäristövaikutusten seurantaan. Mikäli alue on vuokrattu, maanomistajan kanssa tulee sopia alueen rakenteiden purkamisesta ja siitä, miten ja millaisena alue palautuu takaisin maanomistajalle. Näistä asioista on syytä sopia jo vuokrasopimuksen laadinnan yhteydessä.

3.2.5 Varautuminen tulipaloon

Turvetuotantoaluiden siirtyessä uuteen maankäyttöön kuten aurinkoenergian tuotantoon, voidaan näitä sammutusrakenteita hyödyntää, mikäli ne on mahdollista säilyttää voimala-alueella. Aurinkosähköjärjestelmien turvallisuusohjeessa todetaan, että pelastustoimintaa tukevissa järjestelyissä voidaan hyödyntää entisillä turvetuotantoalueilla olevia sammutusvesialtaita. Niiden tulee olla edelleen käyttökelpoisia vedenottoon ja saavutettavissa raskaalla pelastuskalustolla. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2024.)

Aurinkosähköjärjestelmien turvallisuusohjeen mukaan mitä lähempänä vedenpinta on maanpintaa, sitä vähemmän voimalan alla on kuivaa palamiskelpoista turvetta. Kasvittaminen vähentää palon leviämisen riskiä paneelien alla. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2024.) Selvilläolovelvollisuuden mukaisesti toimijan on syytä olla selvillä aineista, jotka saattaisivat irrota aurinkopaneeleista tulipalossa ja pääsisivät vesiin.



Turvetuotannon aikaiset sammutusvesialtaat tehtiin sellaisiin paikkoihin, joista saatiin sammutusvettä koko tuotantokauden ajan. Sammutusvesialtaiden suositeltava tilavuus oli vähintään 50 kuutiometriä. Tarvittavat rummut ja sillat rakennettiin niille johtaville sammutuskaluston kuljetusreiteille. Kuva: Airi Matila.

4 Aurinkovoimat ja ilmasto

4.1 Turvemaiden ilmastovaikutuksista

Turve koostuu orgaanisesta aineksesta, käytännössä siis kasvien osista, jotka ovat jääneet hapettomiin oloihin vedenpinnan alle. Hapen puuttuessa biologinen hajotustoiminta hidastuu ja orgaanisen aineen hajoaminen jää epätäydelliseksi (Sarkkola & Päivänen 2020). Epätäydellisen hajotuksen takia luonnontilaisille soille kertyy turvetta sitä mukaa, kun kasvien osia kuolee ja vajoaa vedenpinnan alle hapettomiin oloihin. Koska turve koostuu orgaanisesta aineesta, on siihen sitoutunut huomattava määrä hiiltä.

Kun suo on otettu turvetuotantoon, turpeessa olevaa vedenpintaa on ojituksella laskettu luontaiselta tasoltaan. Kuivatus on samalla kasvattanut turpeessa olevaa hapellista kerrosta, jolloin aiemmin hapettomissa oloissa ollut turve alkaa hajota. Kun turve hajoaa, siihen sitoutunut hiili alkaa vapautua aiheuttaen hiilidioksidipäästöjä ilmakehään. Suomen oloissa turpeesta vapautuvan hiilidioksidin määrä kasvaa lineaarisesti kuivatussyvyyden mukaan 60 senttimetrin kuivatussyvyyteen saakka (Ojanen & Minkkinen 2019).

Toinen merkittävä soiden kasvihuonekaasu on metaani, jonka syntymekanismit soilla ovat päinvastaisia hiilidioksidin verrattuna. Etenkin märät luonnontilaiset suot ovat metaanin lähteitä. Jos ojituksen seurauksena vedenpinta laskee yli 30 senttimetrin syvyyteen, metaanipäästö lakkaa käytännössä kokonaan. Merkittäviä metaanipäästöjä puolestaan aiheutuu vedenpinnan ollessa enintään 20 senttimetrin syvyydessä. Metaani hajoaa ilmakehässä nopeasti ja sen ilmastoa lämmittävä vaikutus häviää muutamassa kymmenessä vuodessa. (Ojanen ym. 2020b.)

Kuolleiden kasvinosien kerryttäessä turvekerrosta, pitkällä aikajänteellä tarkasteltuna turpeesta muodostuu hiilivarasto, jonka viilentävä vaikutus on metaanin lämmittävää vaikutusta suurempi ja kokonaisvaikutus on nettopositiivinen (Ojanen ym. 2020b).

4.2 Ratkaisuja ilmastopäästöjen hallintaan turvemaidella

Luonnonvarakeskuksen tuoreen Aurinkometsä -hankkeen loppuraportissa (Muhonen 2024) on tarkasteltu muutoksia kasvihuonekaasujen päästöissä muunnettaessa entinen turvetuotantoalue aurinkovoimalaksi. Päästömääriä tarkasteltiin kahdessa eri vaihtoehdossa: alueen kuivatusta ylläpidetään ja alue vetetään.

Alueen hiilidioksidipäästöt kasvoivat 3,94 tonnia CO₂e hehtaaria ja vuotta kohden (tonnia hiilidioksidiekvivalenttia hehtaarilta vuodessa), kun alueen kuivatusta pidettiin yllä. Vetetyllä alueella puolestaan hiilidioksidipäästöt vähenivät 10,76 tonnia CO₂e hehtaaria ja vuotta kohden, mutta metaanipäästöt kasvoivat 3,11 tonnia CO₂e hehtaaria ja vuotta kohden. Vettämisestä kokonaisvaikutus oli kuitenkin voimakkaasti kasvihuonekaasuja pienentävä. (Wall 2024.)

Tästä voidaan päätellä, että alueen vettäminen ja vesipinnan tason hallinta voi olla tehokas keino aurinkovoima-alueen ilmastovaikutusten parantamiseen, kuten esitetään vesistöjen hallinnan luvussa 3.2.

5 Monimuotoisuuden lisääminen

Turpeen nostamisen jälkeen turvetuotantoalueet ovat vahvasti ihmisen muokkaamia elinympäristöjä. Tässä luvussa esitellään käytännönläheisiä toimia suunnittelun ja toteutuksen eri vaiheisiin, joilla monimuotoisuutta voidaan turvata toiminnanharjoittajan omilla päätöksillä. Luonnonsuojelulain perusteella voi olla tarpeen tehdä maastaselvityksiä suojeltujen lajien selvittämiseksi.

Asiantuntija arvioi hankealueen luonteen perusteella, minkälaisien lajien osalta on tarpeen tehdä maastaselvityksiä. Yleisimpiin käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla erilaisissa kosteissa elinympäristöissä tavattuihin huomioitaviin lajeihin kuuluvat erilaiset lintulajit sekä viitasammakko. Asiantuntija-arvioissa ja selvityksissä on hyvä noudattaa alan ohjeistusta (Mäkelä & Salo 2023, Niemelä & Ahola 2017).

Mahdolliset viitasammakon ja muiden huomioitavien lajien esiintymät suositellaan selvitetävän ennen suunnittelutarveratkaisu- tai rakennuslupahakemusta. Näin ELY-keskus voi lausua luonnonsuojeluasioista hakemusmenettelyjen yhteydessä. Lainsäädännöstä on tietoa luvussa 2.



Pajut viihtyvät turvetuotantoalueiden ojissa ja huoltoteiden reunoilla. Kevään ensimmäisinä kukkijoina ne tarjoavat ravintoa monille pölyttävälle hyönteisille. Kuva: Airi Matila.

5.1 Aurinkovoimaloiden vaikutukset luontoon

Aurinkovoimaloiden vaikutukset alueen luontoon voivat olla moninaiset. Tutkimustieto aurinkovoimaloiden vaikutuksista on vielä rajallista (Tolvanen 2024), varsinkin kun tarkastellaan turvetuotannosta poistuvilla alueilla sijoitettavia aurinkovoimaloita. Tietopuutteiden takia on syytä noudattaa varovaisuusperiaatetta, jotta haittoja ei syntyisi tai ne voitaisiin minimoida.

Turvetuotannon päättymisen jälkeen alueen laji- ja yksilömäärät ovat matalia. Alueelle on voinut kuitenkin kehittyä kosteikkoja ja vettyviä elinympäristöjä. Alueelle on voinut levitä kasvillisuutta ja muuta lajistoa. Lisäksi pitää huomioida lajiesiintymät ja muut arvokkaat luontokohteet sekä hankealueen sisällä että lähiseuduilla, sillä aurinkovoimalan vaikutukset voivat ylettyä hankealueen ulkopuolelle.



Aurinkovoimaloiden aitaaminen voi aiheuttaa elinympäristöjen pirstoutumista ja heikentää lajien liikkumis- ja leviämismahdollisuuksia sekä niiden populaatioita.



Entisillä turvetuotantoalueilla voi menestyä elinympäristöjä ja lajeja, joihin aurinkovoimala vaikuttaa. Muutokset alueen pienilmastossa, vesitaloudessa, veden saatavuudessa ja laadussa voivat vaikuttaa lajistoon.



Linnut voivat törmätä paneeleihin ja menehtyä. Alueella olevat voimajohdot voivat myös aiheuttaa kuolemia. Lajien yksilömäärät pienenevät törmäysten seurauksena.



Vesilinnut ja -hyönteiset sekä muut vedessä elävät eläimet voivat erehtyä luulemaan vedeksi aurinkopaneeleista syntyviä heijastuksia. Tämä vaikuttaa niiden liikkumiseen, ravinnonhankintaan ja lisääntymiseen.



Voimaloiden rakentamisaikana pöly, ääni, valo ja jätteet voivat lisätä eläimille ympäristöstä aiheutuvaa stressiä. Toiminnan aikana vaikutukset ovat todennäköisesti pienempiä mutta pitkäkestoisempia. Stressi voi vaikuttaa yksilöiden käyttäytymiseen, vastustuskykyyn ja lisääntymismenestykseen (esim. Sih ym. 2011).



Hankealueelle voi levitä veteen ja maalle vieraslajeja rakentamisen seurauksena. Riskiä lisää maa-ainesten tuominen alueelle teiden rakentamista tai maisemointia varten. Vieraslajit vievät tilaa paikalliselta lajistolta, estävät aurinkovoimalan kehittymistä monimuotoiseksi elinympäristöksi ja voivat levittää tauteja.

Entisille turvetuotantoalueille rakennettavien aurinkovoimaloiden vaikutukset monimuotoisuuteen voivat olla monitahoisia ja vaikuttaa paikallisesti tai laajemmalle alueelle (IUCN 2021, Tolvanen 2024).

5.2 Lievennyshierarkia aurinkovoimarakentamisessa

Vaikka entisillä turvetuotantoalueilla luonnontila on heikentynyt, rakentaminen ja voimalan toiminta voivat aiheuttaa luontoarvojen heikentymistä. Luontoarvojen turvaamiseksi kehitetty lievennyshierarkia kuvaa, miten vältetään ihmisen toiminnasta luontoon aiheutuvia haittoja ja kuinka ekologista kompensatiota voidaan hyödyntää (esim. IUCN 2016, Kujala ym. 2021).

Lievennyshierarkian mukaan toiminnasta aiheutuvia haittoja tulisi ensisijaisesti välttää. Mahdollisuuksia haittojen välttämiseen tulisi tarkastella heti hankkeen alkuvaiheen suunnittelusta lähtien, jolloin mahdollisuuksia toimia on eniten (IUCN 2021). Suunnitteluvaiheessa on mahdollista vaikuttaa esimerkiksi alueiden valintaan, infrastruktuurin sijoitteluun ja rakentamisen aikatauluttamiseen ja tätä kautta välttää haittojen syntymistä.

Jos haittojen välttäminen ei ole mahdollista, niitä lievennyshierarkian mukaisesti vähennetään. Vähentäminen tarkoittaa esimerkiksi haitan keston lyhentämistä ja haitan laajuuden tai voimakkuuden pienentämistä suunnittelun ja toteutuksen aikana (IUCN 2021).

Esimerkiksi huoltoteiden ja kulku-urien sijoittelulla ohjataan kulkua kulutusta kestäville kohdille ja vähennetään haittaa eläinten liikkumiselle. Myös päästöjen vähentäminen voi olla mahdollista. Valoon, ääneen ja muihin päästöihin voi vaikuttaa toiminnalla, kuten myös roskien jäämiseen alueelle. Eroosion estäminen ja vähentäminen tukee sekä vesiensuojelua että monimuotoisuutta.

Kolmas taso lievennyshierarkiassa on ennallistaminen paikan päällä. Ennallistamisella korjataan syntyneitä haittoja alueella, vaikka alkuperäiseen tilaan ei päästäisikään. Aurinkovoima-alueella ennallistamista voidaan tehdä hankkeen rakennusvaiheessa, toiminnan aikana tai toiminnan päätyttyä esimerkiksi palauttamalla luonnollista vesitaloutta (IUCN 2021).

Ekologinen kompensatio hankealueen ulkopuolella on viimeinen vaihtoehto, jos muut lievennyshierarkian tasot eivät ole mahdollisia. Jotta toimenpiteet olisivat oikein mitoitettuja syntyneeseen haittaan ja ekologisesti vaikuttavia, tulee kompensatian suunnittelussa ja toteutuksessa perehtyä ohjeistuksiin.

5.3 Teot monimuotoisuuden turvaamiseksi ja lisäämiseksi

Lähtökohtaisesti aurinkovoimalan sijoittaminen vahvasti ihmisen muokkaamalle alueelle on parempi vaihtoehto kuin metsän tai muun luonnon raivaaminen voimalan tieltä. Näin entisille turvetuotantoalueille rakentaminen voidaan nähdä toimintana, josta aiheutuvat vaikutukset olisivat pienemmät verrattuna muualle rakentamiseen.

Alueen valinnalla voidaan turvata luontoarvoja, joille aiheutuisi haittaa hankkeen toteutumisesta. Arvokkaita elinympäristöjä tai lajiesiintymiä voi sijaita hankealueilla sekä niiden läheisyydessä. Viranomaisen päätöksillä sovitetaan yhteen luontoarvojen säilyminen ja hankkeen toteutuminen, kuten luvussa 2 tuodaan esille.

Toiminnanharjoittajalla on runsaasti mahdollisuuksia vapaaehtoisesti lisätä alueen monimuotoisuutta erilaisilla toimenpiteillä. Entisillä turvetuotantoalueilla vaikutukset voivat olla merkittäviä ja alue voi ajan myötä kehittyä monimuotoiseksi elinympäristöksi. Toimenpiteiden tarkoitus on luoda pienialaista rakenteellista monipuolisuutta aurinkovoimalan elinympäristöihin. Mitä enemmän alueella on erilaisia elinympäristöjä, sitä useampi laji ja yksilö voi alueella menestyä.

Seuraavaksi esiteltävät luontoteot ovat johdettuja lähinnä kaupunki- ja metsäelinympäristöjen monimuotoisuutta lisäävistä toimenpiteistä. Ne ovat vapaaehtoisia ja niiden ohella tulee aina huomioida viranomaisten vaatimukset luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi.

Monimuotoisuuden tukeminen aurinkovoimaloissa turvetuotannosta poistuneilla alueilla on uusi aihe, josta ei löydy juurikaan tutkittua tietoa. Yhteistyö eri toimijoiden kesken ja kokeilut matalalla kynnyksellä toisivat uutta tietoa käytännön tueksi.

5.3.1 Suot, kosteikot ja muut vesialueet hankealueella

Alueelle on voinut syntyä turvetuotannon aikana kosteikkoja luontaisesti tai patoamalla. Suo- ja kosteikkoelinympäristöjen säilyttäminen aurinkovoimaloiden alueella tukee myös luonnon monimuotoisuutta. Luonnonsuojelulain mukaiset velvoitteet selvitetään luvun 2.2 mukaisesti. Aluetta voidaan ennallistaa tai pitää se märkänä vedenpintaa nostamalla. Myös kosteikkojen rakentaminen on mahdollista. Tällaisilla toimenpiteillä voidaan tukea samalla vesiensuojelua ja monimuotoisuutta sekä estää turpeen kuivumisesta aiheutuvia hiilipäästöjä.

Kosteikkojen suunnittelussa olisi hyvä miettiä pitkän aikavälin hoitotavoitteita, sillä kosteikot kasvavat umpeen ajan kuluessa (Metsänhoidon suositukset i.a.). Hoidon suunnittelu on tärkeää, jos kosteikko on osa alueen vesiensuojelua. Jos kosteikko halutaan pitää avoimena ja säilyttää avovesipinnat, tulee sitä raivata ja mahdollisesti myös ruopata säännöllisesti. Toisaalta umpeenkasvun seurauksena syntynyt alue tarjoaa toisenlaisia elinmahdollisuuksia esimerkiksi suolajeille. Jo olemassa olevien kosteikkojen olosuhteita voidaan myös parantaa esimerkiksi luomalla lisää lietteisiä rantoja pengertämällä, jolloin vesilinnuille syntyy sopivia ruokailualueita.



Osan vuodesta veden alla olevat lieterannat tarjoavat vesilinnuille runsaasti ravintoa. Kuva: Selma Salin.

Lammikot, ojat ja muut pienelinympäristöt voivat tarjota elinympäristöjä sammakkoeläimille sekä vesihyönteisille ja -linnuille. Niillä voi olla merkitys myös eläinten juomapaikkana. Liian jyrkät reunat tai syvät ojat voivat estää vedestä pois pääsemisen, joten on tärkeää loiventaa reunoja tai sijoittaa puita veteen. Luontaisen kasvillisuuden säilyttäminen näiden ympärillä vaikuttaa myönteisesti veden laatuun ja lajirunsauteen. Monipuolinen kasvilajisto ja pensaskerros sekä lahopuu tarjoavat piilopaikkoja ja ravintoa isommalle laji- ja yksilömäärälle.

5.3.2 Kasvilajiston monipuolistaminen

Monipuolinen kasvilajisto tarjoaa ravintoa ja lisääntymispaikkoja monille muille lajiryhmille, kuten hyönteisille. Kasvillisuuden kehittyminen tukee näin lajiston leviämistä aurinkovoimalan alueelle. Eri aikoihin kukkivat kasvit tarjoavat ravintoa koko kasvukaudeksi ja esimerkiksi aikaisin keväällä kukkivat pajut ovat tärkeä ravinnonlähde kimalaisille (Turunen ym. 2022). Pensaikon säästäminen alueen reunoilla voi tukea esimerkiksi metsäkanalintujen ja pensaissa viihtyvien lintujen elinolosuhteita.

Kasvipeitteisyys estää ravinteiden ja kiintoaineksen valumista vesistöihin ja ehkäisee eroosiota paneelien alla ja väleissä. Kasvillisuus myös vähentää voimalan maisemavaikutuksia ja sulauttaa aurinkovoimalan paremmin ympäröivään maisemaan.

Tällä hetkellä ei ole tietoa siitä, minkälaiseksi aurinkovoimalan kasvilajisto kehittyy entisillä turvetuotantoalueilla. Ajan kuluessa aurinkovoimalan alueelle voi kehittyä luonnollisestikin vaihtelevaa kasvillisuutta. Toisaalta lajisto voi jäädä myös köyhäksi ja kehittyä hitaasti. Voimalan alueen vaihtelut pinnanmuodoissa, jäännösturpeen paksuudessa ja pohjamaan laadussa määrittävät alueella menestyvää kasvilajistoa. Kosteammilla kohdilla viihtyvät esimerkiksi rahkasammalet, sarat ja villat. Päätökset vedenpinnan korkeudesta vaikuttavat kasvillisuuden kehitykseen. Myös alueen viereisten elinympäristöjen ominaisuudet määrittävät alueelle syntyvää kasvillisuutta.

Aurinkovoimaloiden alueella kasvillisuuden tulee olla matalaa varjostuksen välttämiseksi. Jos kasvillisuus kasvaa liian korkeaksi, paneelien välisiä alueita niitetään tai raivataan säännöllisesti. Kasvillisuuden pitäminen lyhyenä hyödyttää kasvilajeja, jotka eivät pärjäisi kilpailussa elintilasta nopeammin kasvaville heinille.

Hapan ja ravinneköyhä turve rajoittaa monien lajien leviämistä ja kasvamista. Entisten turvetuotantoalueiden kasvittamisessa on meneillään kokeiluja, joissa käytetään erityisesti kosteikkoalueille kehitettyjä siemensekoituksia. Kokeiluissa on erittäin tärkeää, että käytetään ainoastaan Suomessa esiintyviä kasvilajeja.

Kasvupaikkojen suunnittelussa ja kasvilajien valinnassa on hyvä jakaa aluetta pienempiin lohkoihin toteutuksen ja hoidon suunnittelun helpottamiseksi. Lähtökohdan ei tarvitse olla, että koko alueelle toteutetaan samat toimenpiteet, vaan sopivat alueet kartoitetaan alueen ominaisuuksien ja muiden näkökulmien kanssa.



Kosteille paikoille leviää ajan kuluessa erilaisia rahkasammalia, joita Suomessa on noin kolmekymmentä lajia. Kuvat: Selma Salin (vas. kuva) ja Isra Alatalo (oik. kuva).

5.3.3 Lahopuu

Lahopuun määrän lisääminen on erityisesti metsätalouden luonnonhoidosta tuttu toimenpide. Lahopuuta käyttävät lukuisat lajit, joiden joukossa on lukuisia uhanalaisia (Hyvärinen ym. 2019). Lahopuuta on niukasti entisillä turvetuotantoalueilla. Jos sitä on, tulisi se mahdollisuuksien mukaan säilyttää paikallaan ja ehjänä tai siirtää hankealueen reunoille tai alueille, jotka jäävät rakentamisen ulkopuolelle. Laho puuainesta voi toisaalta myös tietoisesti lisätä aurinkovoimaloiden alueella esimerkiksi tekemällä tekopötkkelöitä tai jättämällä rakentamisen aikana kaadettuja runkoja alueelle.

Lahopuun sijoittelua ja valintoja miettiessä monipuolisuus on valttia. Erilaiset lajit, kuten käävät, hyönteiset ja linnut voivat joskus hyödyntää vain tiettyä puulajia, tietynkokoista lahopuuta tai lahoastetta. Myös lahopuun sijainnilla on merkitystä - paahtaisen alueen pötkkelöillä elää hyvin erilaista lajistoa kuin kosteaan painanteeseen kaatuneella rungolla.

Puuainesta voi lisätä myös vesiin. Vedessä oleva lahopuu hajoaa hitaammin ja toimii näin hiilivarastona jopa tuhansia vuosia. Samalla se toimii elinympäristönä erilaisille vesieliöille. Puuaines vedessä ja sen päälle kasvava päällyskasvusto tarjoaa ravintoa monille lajeille, jolloin esimerkiksi pohjaeläimistön lajisto runsastuu. Vedessä oleva lahopuu voi tukea myös vesiensuojelua. (Vuori ym. 2021.)

Lahopuun lisääminen on todennäköisesti helpompaa toteuttaa sellaisilla hankealueilla, joille on jo kasvanut puustoa. Alueella voi olla esimerkiksi taimikkoa, jos turvetuotannon loppumisesta on pidempi aika ja alue on tuhkattu ympäristöluvan rauettamisen yhteydessä. Tämä puuaines on kuitenkin pienikokoista, eikä korvaa täysin suurikokoisen pysty- ja maalahopuun merkitystä lajeille. Rakentamisen tieltä raivattua pienikokoista puuta voi kuitenkin hyödyntää esimerkiksi lahopuuaidoissa tai vesiin lisäämällä.

Vesitalouden muuttuminen aurinkovoimaloiden rakentamisen takia voi aiheuttaa puiden kuolemia lähiympäristössä. Kuolleiden puiden jättäminen paikalleen ja lahoamaan luonnostaan on suotavaa, jos esimerkiksi maanomistus ja turvallisuus sen mahdollistavat. Vaihettumisvyöhykkeet,

eli alueet eri elinympäristöjen välillä ovat monimuotoisuudelle tärkeitä, joten kuolleiden puiden jättäminen turvaa myös esimerkiksi lahoppuusta riippuvaista metsälajistoa.



Pienikokoista puuainesta voidaan joutua poistamaan aurinkopaneelien tai huoltoteiden kohdalta. Rangat voidaan hyödyntää luonnonhoidossa upottamalla niitä veteen vesieliöille ruokailu- ja lisääntymispaikoiksi ja käyttämällä niitä rakennusaineena lahoppuaidoissa, jotka tarjoavat elinympäristöjä esimerkiksi hyönteisille ja lahottajajäsenille. Kuva: Selma Salin.



Entisellä turvetuotantoalueella voi löytyä rakentamisen ulkopuolelle jätettäviä alueita, kuten kangasmetsäsaarekkeita. Niillä on muusta alueesta poikkeavaa lajistoa ja ne ovat voineet olla pitkään koskemattomana ja siten tärkeitä kohteita monimuotoisuudelle. Kuva: Selma Salin.

5.3.4 Muita toimenpiteitä ja huomioitavia seikkoja



Kiviröykkiöt tai kalliopaljastumat ovat matelijoille sopivia pesä- ja talvehtimispaikkoja. Lämpimillä keleillä niiden paahteisuus houkuttelee lämmittelemään. Samalla kasvilajisto niiden ympäristössä voi olla hyvinkin erilaista kuin muualla alueella. Tällaisten säästäminen, rakentaminen tai siirtäminen toiminnan kannalta sopivaan kohtaan voi tukea monimuotoisuutta.



Paneelien asentamistapa voi vaikuttaa siihen, minkälainen kasvillisuus viihtyy paneelien alla ja välissä. Auringon mukana kääntyvien paneelien alla voi olla tasaisemmat olosuhteet valoisana aikana, kun taas aina yhteen suuntaan osoittavien paneelien alla on jatkuvasti varjossa pysyvä alue.



Rakentamisen ajankohta voi vaikuttaa alueen linnustoon erityisesti pesimäaikaan. Häiriötä vähennetään valitsemalla työnteolle sellainen ajankohta, joka ottaa huomioon linnuston.



Paneelien valinnalla voidaan estää haitallisia vaikutuksia vedessä viihtyvään lajistoon. Paneelien valkoinen raidoitus ja valkeat paneelien reunat voivat auttaa eläimiä erottamaan paneelit vedestä. Näin yksilöt pysyvät tavanomaisilla reiteillään ja löytävät helpommin vettä ravinnonhankintaan ja liikkumiseen.



Mikäli aurinkovoimalan alue aidataan, isojen eläinten liikkumista varten alue voidaan jakaa kahteen tai useampaan osaan ja osa-alueiden väliin jätetään kulkureittejä eläimille. Metsäkanalintujen ja muiden pienten eläinten liikkumista auttaa pienten aukkojen jättäminen aitoihin.

5.4 Monimuotoisuutta lisäävien tekojen sijoittelu, seuranta ja hoito

Mahdollisten toimien kirjo on suuri. Käyttökelpoiset vaihtoehdot riippuvat sekä alueen ominaisuuksista että hankkeen toteutuksesta. Oppeja toteutukseen saa vain kokeilemalla. Toimenpiteiden valinnan lisäksi päätetään niiden sijoittelu alueella. Yhtenä vaihtoehtona on keskittää toimenpiteitä tietyille alueille. Tämä on perusteltua esimerkiksi hankealueen sisällä kohteilla, joille on jo valmiiksi kehittynyt runsaampaa lajistoa.

Toimenpiteillä voidaan näillä paikoilla tukea jo syntyynyttä lajistoa ja lisätä mahdollisuuksia sen kehittymiselle entistä monimuotoisemmaksi. Tällaisia voivat olla esimerkiksi turvetuotannon ulkopuolelle jääneet alueet, syntyneet kosteikot tai muut vesiensuojelurakenteet ja tunnistetut lajiesiintymät. Toisena näkökulmana voi olla toimenpiteiden sijoittelu esimerkiksi maisemallisesti tärkeään kohtaan, kuten tien viereen.

Tällaisia pienialaisia ”monimuotoisuuskeitaita” voi ajan kuluessa syntyä luonnostaan, mutta niiden kehittymistä voidaan tukea toimenpiteillä. Olennaista on sopivien sijaintien tunnistaminen jo suunnitteluvaiheessa, jolloin ne voidaan huomioida toteutuksen ja toiminnan aikana. Tämä voi tarkoittaa sitä, että alue jätetään mahdollisuuksien mukaan kehittymään luontaisesti (esimerkiksi vesistöjen rantavyöhykkeet) tai sitä hoidetaan säännöllisesti (esimerkiksi niittymäiset alueet, avoimena pidettävät kosteikot).

Aurinkovoimalaa ei jätetä rakentamisen jälkeen oman onnensa nojaan. Alueella seurataan esimerkiksi kasvillisuuden kehittymistä jo varjostuksenkin takia ja huoltotoimenpiteiden takia alueella käydään säännöllisesti. Toiminnan yhteydessä alueen luonnon kehittymistä voidaan seurata. Varsinkin tilanteessa, jossa suurten aurinkovoimaloiden rakentaminen on uusi asia, on seurannan järjestäminen tärkeää. Seurannalla voidaan välttää hallita riskejä ja ongelmatilanteita ja toisaalta kerätä tietoa toimivista luontotoeista. Toisaalta jos havaitaan ettei suunnitelma toimi, asiaan voidaan puuttua ja tehdä muutoksia alueen hoitoon.

Tähän tarkoitukseen hoitosuunnitelman laatiminen selkeyttää vastuita ja ajankohtia. Työntekijöiden vaihtuessa selkeä dokumentaatio alueella tehdyistä luontotoeista varmistaa sen, ettei tieto katoa. Luonnon eteen tehty työ ja saavutetut hyödyt voivat helposti mennä hukkaan, jos niiden merkitystä ja sijaintia ei ole esimerkiksi selkeästi merkitty järjestelmiin tai suunnitelmiin. Varmistamalla jatkuvuus tarjotaan myös luonnolle aikaa kehittyä häiriöttä siellä, missä niin on tarkoitettu.

Alueen luonnon kehityksen seurannan voi linkittää esimerkiksi vesiensuojelun seurantaan ja aikatauluttaa se osaksi hoitotoimenpiteitä. Hoitosuunnitelmassa voi olla esimerkiksi kuvausta lähtötilanteesta, luontotekojen tavoitteet, kartalle merkittynä alueet, joilla kulkua ja toimimista vältetään ja tehtyjen toimenpiteiden sijainnit sekä myöhemmälle ajalle suunnitellut toimenpiteet ja niiden perusteet.

6 Jatkokäyttömuotojen kumppanuudet aurinkovoima-alueella

Tässä luvussa kuvataan tuotannollisia jatkokäytön muotoja, jotka soveltuisivat aurinkovoimaneelien välisille maakaistaleille. Tärkeinä tietolähteinä olivat aiemmat marjoihin liittyneet tutkimukset sekä toisaalta uudet käynnissä olevat JTF-hankkeet, joissa kehitetään kumppanuuksiin perustuvia käytäntöjä.

6.1 Nurmi

Nurmi sopii tasaiselle ja usein kivettömälle suonpohjalle. Nurmi aurinkovoimalan alueella on mahdollinen, mutta kasvaakseen ja menestyäkseen nurmi tarvitsee investointeja pH:n nostamiseksi ja ravinnetasapainon korjaamiseksi, myös riittävä kuivavara on tarpeen. Mikä on alueen prioriteetti, jää siten aurinkovoiman rakentajan, maanomistajan ja nurmen viljelijän väliseksi asiaksi selvittää tavoitteena yhteistyö-, vuokra- ja muut sopimukset.

6.2 Selvityksiä

Agrisolar -hankkeessa etsitään, kehitetään ja mallinnetaan eri kehitysvaiheessa oleville turvetuotantoalueille erityyppisiä vaihtoehtoja ja uusiokäyttöratkaisuja. Uusilla ratkaisuilla voitaisiin kompensoida EU:n ilmastopoliittisten toimenpiteiden turvetuotannolle aiheuttamia tulomenetyksiä. Hankkeen rahoitus tulee Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027 EU:n alue- ja rakennepoliittikan ohjelman Oikeudenmukaisen siirtymän rahastosta – JTF. Rahoitusviranomaisena Satakuntaliitto. Hankkeen toteuttaa AF-Innova ja arvioitu toiminta-aika 10/2023 – 8/2025. (Agrisolar -hanke i.a.)

SuoLiike-hanke vastaa tarpeeseen tunnistaa ja kehittää turvetuotantoketjulle uusia ansainta- ja liiketoimintamahdollisuuksia turvetoimialan muutoksessa. Hankkeessa tunnistetaan ja testataan potentiaalisia suo- ja kosteikkoviljelyyn sopivia ja liiketoiminnallisesti kiinnostavia kasveja. Lisäksi tavoitteena on kehittää viljelytekniikoita ja suoviljelyyn pohjautuvaa tuotannollista toimintaa ja tuoteideoita. Hankkeen toteutusaika on 1.3.2024 - 30.6.2026 ja sitä rahoittaa Kymenlaakson liitto Oikeudenmukaisen siirtymän rahastosta JTF. (Suoliike.-hanke i.a.)

Käytöstä poistuneella turvetuotantoalueella tutkittiin amerikankarpalon (*Vaccinium macrocarpon*) menestymistä 1991-1994. Karpaloviljelmän ravinne- tai happamuustason ja karpaloiden kasvuominaisuuksien välillä ei havaittu tilastollisesti merkittävää riippuvuutta. Karpalotaimien lukumäärä väheni kaikkina tutkimusvuosina talvi- ja kevätkuolleisuuden takia, vaikka karpalotaimien lukumäärät kasvoivatkin kesällä. Suuret talvituhot osoittivat, etteivät lumipeite ja keväinen sadetus riitä suojelemaan karpaloita pakkasvaurioilta. (Kieksi & Salo 1994.)

Mesimarjojen sato on jäänyt suonpohjilla niukaksi kuivuuden, hallojen tai pölyttäjien puutteen vuoksi. (Salo & Savolainen (toim.) 2008). Suomuurain viihtyy happamilla kasvupaikoilla, mutta kasvaa huonosti, jos kasvualustana on hyvin maatunut turve (Hoppula ym. 2006).

7 Kehittämisen ja tutkimuksen jatkotarpeet

Oppaan laadinnan aikana olemme tunnistaneet asioita, joista puuttuu tietoa tai uuden elinkeinon käytännöt ovat vasta muotoutumassa. Näiden asioiden eteenpäin viemiseksi tarvitaan lisää selvitystyötä ja tutkimusta.

Nostamme esille seuraavat yksitoista näkökulmaa:

1. Jäännösturpeen paksuus, pohjamaan laatu ja kuivavara määrittävät aurinkovoimalan alueen kasvittumiseen. Selvitettäviä kysymyksiä ovat seuraavat: Mitä kasveja luontaisesti kasvaa ja menestyy kasvupaikkaominaisuuksiltaan erilaisissa elinympäristöissä? Miten ympäristöluvan rauettamista varten tehty kasvittamisen tuhkalannoitus vaikuttaa kasvillisuuteen ajan saatossa? Millaisilla kaupallisilla siemenseoksilla voidaan vauhdittaa tietyn elinympäristön kasvittamista? Miten kasvillisuus tulee muuttumaan ajan kuluessa?
2. Aurinkovoima-alueen hyödyntämisen mahdollisuus tulee selvittää ennallistamisasetuksen toimeenpanossa. Aurinkovoima-alueella sijaitsee vetettyjä ja soistuvia alueita sekä kosteikkoja. Millä edellytyksillä nämä kohteet voitaisiin hyödyntää ennallistamisasetuksen keinovalikoimassa? Millaista keinovalikoimaa olisi syytä vauhdittaa ennallistamisasetusta varten? Mitä muita konkreettisia hyötyjä voitaisiin saavuttaa ennallistamisasetuksen tavoitteiden saavuttamiseksi aurinkovoima-alueilla?
3. Usean toimijan kumppanuudet aurinkovoimalan alueella tarjoavat uusia mahdollisuuksia maankäytössä. Vaikka hankkeita aurinkovoimatuotannon yhdistämisestä toisen maankäyttömuodon kanssa on jo käynnissä, tietoa käyttömuotojen yhteensovittamisesta tarvitaan. Mitkä vaihtoehdot ovat realistisia Suomen oloissa? Mitä osaamista tarvitaan? Mitä hyötyjä osapuolille voisi syntyä?
4. Turvetuotannosta aurinkovoimaan siirtymistä voitaisiin sujuvoittaa laatimalla yhteisiä toimintamalleja vesienhallintaan, luonnon monimuotoisuuteen ja maankäyttömuotojen kumppanuuksiin. Tarvetta on elinkeinon yhteistyölle ja yhteiselle tekemiselle, vaikka kyseessä on kilpailijat samassa liiketoiminnassa. Kilpailijoilla on samat lainsäädännölliset pohdinnat ja toiminnalliset haasteet kuitenkin ratkottavina.
5. Tarvitaan yhteiseen käyttöön esimerkkejä siitä, miten suunnittelun yhteydessä suositeltava etenemisjärjestys yhteensovitetaan eri lakeihin liittyvien selvitysten, lausuntojen ja lupien kanssa. Tällöin ratkottaisiin seuraavia kysymyksiä: Mitä toimijan pitää tehdä ja selvittää ennen kuin rakennuslupa voidaan rakentamislain mukaan käsitellä ja ratkaista? Miten luontoselvitykset, luonnonsuojelulain noudattaminen ja huomioon ottaminen yhteensovitetaan rakentamislain kanssa? Jos alueella esiintyy viitasammakoita, miten huomioidaan poikkeamisen vaatimat edellytykset, joiden noudattaminen voi vaikuttaa merkittävästi hankkeen aikatauluun? Mitä rakentamislaki säätää hankkeen muiden vaikutusten, kuten vesistövaikutusten selvittämisestä ja huomioinnista luvan myöntämisen edellytyksinä? Tuleeko hankkeen vaikutukset arvioida ja vesilain mukainen luvan tarve ratkaista ennen kuin rakennuslupa voidaan myöntää?

6. Aurinkovoima on elinkeinona uusi eikä vielä ole muodostunut vakiintunutta termistöä alalle. Yhteisen ymmärryksen lisäämiseksi tarvitaan aurinkovoimaelinkeinon termien kehittämistä, jotta toiminnanharjoittajat, viranomaiset, asiantuntijat, maanomistajat ja kansalaiset ymmärrettävästi kommunikoisivat keskenään.
7. Tässä hankkeessa tavoitteena oli selvittää mahdollista eroosiota, joka syntyisi veden valuessa paneelia pitkin maanpinnalle. Kysymykseen ei kuitenkaan löytynyt tietoa. Tällainen selvitys on tarpeellinen. Se voitaisiin toteuttaa paikallisesti pian käynnistyvissä aurinkovoimaloissa. Selvityksessä yhtenä kysymyksenä voisi olla se, onko tällaisella paikallisella eroosiolla merkitystä päästöihin, jos vesiensuojeluratkaisut ovat kunnossa.
8. Tarvitaan vertailuja aurinkovoimaloiden vaikutuksista vesiin, ilmastoon ja monimuotoisuuteen rakennettaessa käyttöhistorioiltaan ja maaperän ominaisuuksiltaan erilaisille maa-alueille. Vesien osalta tarvitaan vertailuja ravinteisiin, kiintoaineisiin ja hiileen. Vertailujen perusteella pystyttäisiin paremmin ohjaamaan rakentamista tietyille alueille. Vertailutietoja voitaisiin hyödyntää myös erilaisten taloudellisten kannustimien kohdentamisessa tiettyjen tavoitteiden saavuttamiseksi.
9. Vastaavaa selvitystä tarvitaan myös tilanteisiin, kun aurinkovoimaa rakennetaan maatalousmaille ja metsiin, koska aurinkovoiman tuotantoalueiden rakentaminen näille alueille on tällä hetkellä jo käynnissä. Vesiensuojelu ja -hallinta on tärkeää myös metsiin ja pelloille rakennettaessa eikä vakiintunutta käytäntöä ole, koska toiminta on vasta alussa. Haasteet ja mahdollisuudet monimuotoisuuden turvaamiselle ja lisäämiselle ovat hyvin erilaisia verrattuna entisille turvetuotantoalueille rakentamiseen ja siellä toimimiseen.

Tarvitaan tietoa siitä, miten aurinkovoimarakentaminen toteutetaan näille alueille. Tuotettaisiin ratkaisuja vesiensuojeluun ja siihen mikä kasvipeite ja kasvillisuus alueelle tulee luontaisesti tai tuotannollisen maankäytön vaikutuksesta ja miten sitä ylläpidetään halutunlaisena. Tuotannollisia maankäyttömuotoja aurinkopaneelien välissä voisivat olla esimerkiksi nurmi, mesikasvien viljely, laidunnus ja marjojen tuotanto.
10. Usein aurinkovoimala rakennetaan vuokratulle entiselle turvetuotantoalueelle. Tarve on selvittää, millaisia haasteita vuokratun alueen maanomistus mahdollisesti aiheuttaa aurinkovoimalan alueelle. Miten haasteita ratkotaan? Millaisia vuokrasopimuksia laaditaan, jotta vesienhallinnan ja monimuotoisuuden näkökulmat tulee otetuksi huomioon? Tuloksena saataisiin toimintamalli ja kirjallinen selvitys.
11. Aurinkoisten päivien määrä vaikuttaa oleellisesti aurinkovoimaan. Tarvetta on saada parempi aineisto, josta voitaisiin arvioida aurinkovoiman pinta-alapotentiaalia ja voimaloiden sijoittumista.

Kirjallisuus

- Agrisolar-hanke i.a. AgriSolar. Aurinkoenergia- ja kasvituotannon hybridiuusiokäytön mahdollisuudet turvetuotantoalueilla. Verkkoartikkeli.
- Alueidenkäyttölaki 132/1999.
- ELY-keskus i.a.a. Tietopyyntö. Verkkoasiointi.
- ELY-keskus i.a.b. Suunnittelutarveratkaisu. Valmistelussa huomioon otettavia asioita. Verkkoartikkeli.
- ELY-keskus 2024a. Ojituksen ilmoittaminen. Verkkoasiointi. 5.6.2024.
- ELY-keskus 2024b. Turvetuotantoalueet uuteen maankäyttöön -teemasivusto ELY-keskus.fi -palvelussa. Uuden maankäytön suunnittelu. Verkkoartikkeli.
- Euroopan unionin neuvosto 2022. Neuvostolta lopullinen hyväksyntä yritysten kestävyysraportointia koskevalle direktiiville. Lehdistötiedote 28.11.2022.
- Hakku-palvelu. Geologian tutkimuslaitoksen ylläpitämä julkaisujen verkkopalvelu.
- Hoppula, K., Pirinen, H. & Miettinen, E. 2006. Lakasta viljelykasvi? Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 21.
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- IUCN 2016. IUCN Policy on Biodiversity Offsets. 29.1.2016.
- IUCN 2021. Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development. Guidelines for project developers. PDF-artikkeli.
- Kieksi, J. & Salo, K. 1996. Pensaskarpalon viljely, rikkakasvisukcessio ja rikkakasvillisuuden torjunta turvetuotannosta vapautuneella suolla. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 3/1996: 213–229.
- Klöve, B., Tuukkanen, T., Marttila, H., Postila, H. & Heikkinen, K. 2012. Turvetuotannon kuormitus – Kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio turvetuotannon vesistökuormitukseen vaikuttavista tekijöistä. TASO-hankkeen raportti. 30 s.
- Kujala, H., Halme, P., Pekkonen, M., Rytteri, T., Raunio, A., Kullberg, P., Koljonen, S., Kostamo, K. & Keränen, I. 2021. Heikennyksen ja hyvityksen arviointi ekologisessa kompensaatiossa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2021.
- Kuusiniemi, K., Ekroos, A., Kumpula, A. & Vihervuori, P. 2013. Ympäristöoikeus. Sanoma Pro Oy.
- Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 1299/2004.
- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain liitteen 1 muuttamisesta 126/2019.
- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 468/1994. Kumottu.
- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017.
- Lammi, A., Kokko, A., Kuoppala, M., Aroviita, J., Ilmonen, J., Jormola, J., Karonen, M., Kotanen, J., Luotonen, H., Muotka, T., Mykrä, H., Rintanen, T., Sojakka, P., Teeriaho, J., Teppo, A., Toivonen, H., Urho, L. & Vuori, K.-M. 2018. Sisävedet ja rannat. Julkaisussa: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim). 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa 2. Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 8/2008.
- Luonnonsuojelulaki 9/2023.

- Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Valtioneuvoston selonteko maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:15.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.
- Matila, A. (toim.). 2023. Turvetuotantoon vuokratun alueen palautus maanomistajalle. Tapio Oy. Verkkosivu-artikkeli.
- Metsänhoidon suositukset i.a. Rakennetun kosteikon perustaminen. Toteutus. Verkkoartikkeli.
- Muhonen, T. (toim.) 2024. Aurinkovoimaloiden rakentamisen vaikutuksia ilmastoon, metsiin ja metsätalouteen : Aurinkometsä -hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 95/2024. Luonnonvarakeskus.
- Mäkelä, K. & Salo, P. 2023. Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi : Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle – 2. korjattu painos. Suomen ympäristökeskuksen raportteja ; 43/2023.
- Nieminen, M. & Ahola, A. (toim.). 2017. Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. – Suomen ympäristö 1/2017: 1–278.
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Haahti, K., Sallantausta, T., Koskinen, M. & Ojanen, P. 2020. Metsäojitettujen soiden tyyppi- ja fosforikuormitus Suomessa. Suo 71(1): 1-13.
- Ojanen, P. & Minkkinen, K. 2019. The dependence of net soil CO₂ emissions on water table depth in boreal peatlands drained for forestry. Mires and peat 24(27): 1-8.
- Ojanen, P., Aapala, K., Hotanen, J.-P., Hökkä, H., Kokko, A., Minkkinen, K., Mylly, M., Punttila, P., Päivänen, J., Rehell, S., Turunen, J., Valpola, S. & Vähäkuopus, T. 2020a. Soiden käyttö Suomessa. Suo 71(2): 115-124.
- Ojanen, P., Minkkinen, K. & Regina, K. 2020b. Ojituksen vaikutus maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. Suo 71(2): 173-188.
- Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2024. Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohje 2024. PDF-verkkoartikkeli.
- Rakentamislaki 751/2023.
- Salo, H. & Savolainen, V. (toim.) 2008. Turvetuotantoalueiden jälkikäyttö. Opas alan toimijoille. Turveteollisuusliitto ry. 71 s.
- Sarkkola, S. & Päivänen, J. 2020. Hydrologia – suon synnyn ja kehityksen ohjaaja. Suo 71(2): 125-139.
- Sisäasiainministeriö 2012. Opas turvetuotantoalueiden paloturvallisuudesta.
- Sih, A., Ferrari, M.C.O. and Harris, D.J. 2011. Evolution and behavioural responses to human-induced rapid environmental change. Evolutionary Applications, 4: 367-387.
<https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2010.00166.x>
- Suoliike-hanke i.a. Suoviljelystä uutta liiketoimintaa Kymenlaaksoon. Verkkoartikkeli.
- Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. s. 81-115.
- Tolvanen, A. 2024. Aurinkovoiman monimuotoisuusvaikutukset. Julkaisussa: Muhonen, T. (toim.) 2024. Aurinkovoimaloiden rakentamisen vaikutuksia ilmastoon metsiin ja metsätalouteen: Aurinkometsä -hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 108/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s 10–22.
- Turunen, S., Heliölä, J. & Saaristo, L. 2022. Pölyttäjien huomioiminen talousmetsien käsittelyssä. Tapion raportteja nro 50.

- Työ- ja elinkeinoministeriö. i.a. Rahoitetut RRF-energiainvestointitukihankkeet. Verkkoartikkeli.
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2022. Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia. 2022:53.
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2024. Aurinkosähköhankkeille avattu uusi rahoitushaku EU:n uusiutuvan energian rahoitusmekanismin kautta. Tiedote 6.8.2024.
- Valtioneuvosto 2021. Valtioneuvoston päätös Vuoksen vesienhoitoalueen, Kymijoen–Suomenlahden vesienhoitoalueen, Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalueen, Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen, Kemijoen vesienhoitoalueen, Tornionjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen ja Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmista vuosiksi 2022–2027. Valtioneuvoston päätös YM/2021/68.
- Valtioneuvosto 2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31.
- Valtioneuvosto 2023. Vahva ja välittävä Suomi. Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58.
- Vesi- ja ympäristölupien tietopalvelu. Aluehallintoviraston ylläpitämä palvelu.
- Vesilaki 587/2011.
- Vuori, K-M., Leppänen, M., Koljonen, S., Jämsén, J., Vaso, A., Keskinen, E., Hämäläinen, H., Nieminen, M., Huotari, E. & Soimasuo, J. 2021. Puupohjaisilla uusilla materiaaleilla tehoa metsätalouden vesiensuojeluun ja vesistökuunnostuksiin PuuMaVesi-hankkeen loppuraportti.
- Väyrynen, T., Aaltonen, R., Haavikko H., Juntunen, M., Kalliokoski, K., Niskala, A.-L. & Tukiainen, O. 2008. Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 90 s.
- Wall, A. 2024. Aurinkovoimalan rakentamisen aiheuttama muutos maaperän kasvihuonekaasujen taseissa. Julkaisussa: Muhonen, T. (toim.) 2024. Aurinkovoimaloiden rakentamisen vaikutuksia ilmastoon metsiin ja metsätalouteen: Aurinkometsä -hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 95/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s 23-26.
- Ympäristöministeriö 2015. Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 2. 96 s.
- Ympäristöministeriö 2024. Kansallisen ennallistamissuunnitelman valmistelu käynnistyy. Tiedote 12.11.2024.
- Ympäristöministeriö i.a.a. EU:n biodiversiteettistrategia. Verkkoartikkeli.
- Ympäristöministeriö i.a.b. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma. Verkkoartikkeli.
- Ympäristöministeriö i.a.c. Aurinkovoimarakentaminen. Verkkoartikkeli.
- Ympäristöministeriö i.a.d. Alueidenkäyttölaki. Säädösvalmistelu. Verkkoartikkeli.
- Ympäristönsuojelulaki 86/2000.
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014.
- i.a. = ilman aikaa.

TAPIO 

Maistraatinportti 4 A

00240 Helsinki

tapio@tapio.fi

www.tapio.fi