

Taustaselvitys maatuulivoimalan perustusten purkamisen tai purkamatta jättämisen ympäristövaikutuksista

Suomen ympäristökeskus

Tiina Piironen, Anna Suuronen, Iikka Oinonen, Heikki Mykrä, Salla Rantala

30.1.2026

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
1. Selvityksen tausta.....	5
2. Selvityksen kohdennus ja tietolähteet.....	7
3. Kuvaus maatuulivoimaloiden perustuksista.....	8
3.1 Perustustyypit.....	9
3.1.1 Maanvarainen gravitaatioperustus.....	9
3.1.2 Teräsbetoniperustus massanvaihdoilla.....	10
3.1.3 Teräsbetoniperustus paalujen varassa.....	10
3.1.4 Kallioankkuroitu teräsbetoniperustus.....	11
3.2 Perustusten elinkaaren lopun vaihtoehdot.....	12
4. Maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai purkamatta jättämisen ympäristövaikutukset.....	12
4.1 Perustusten jättäminen paikoilleen.....	15
4.2 Perustusten paikoilleen jättämisen ympäristövaikutuksista.....	15
4.3 Perustusten purkaminen (osittain tai kokonaan).....	17
4.4 Perustusten purkamisen ympäristövaikutuksista.....	18
5. Tuulivoiman vesistövaikutukset.....	20
6. Yleisesti maahan jätettävien betonirakenteiden ympäristövaikutuksista.....	21
7. Esimerkkejä muista EU-jäsenmaista.....	23
8. Haittojen vähentäminen ja suositukset.....	24
9. Yhteenveto.....	25
10. Tietopuutteet ja jatkoselvitystarpeet.....	26
Kiitokset.....	27
Lähteet.....	27
Liitteet.....	33
Liite 1.....	33
Liite 2.....	46

Tiivistelmä

Tuulivoiman toimintaedellytyksien kehittäminen on kirjattu yhdeksi tavoitteeksi pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmaan. Samalla halutaan vahvistaa myös maanomistajien asemaa. Suomessa ei ole tuulivoimaloiden rakentamista tai purkamista koskevaa kattavaa erityislainsäädäntöä. Tuulivoimaloiden purkamiseen liittyviin kysymyksiin sovelletaan yleistä ympäristönsuojelua, rakentamista ja jätehuoltoa koskevaa lainsäädäntöä. Ympäristöministeriö on vuodesta 2024 lähtien arvioinut käytöstä poistettavien maatuulivoimaloiden purkamista ja alueen ennallistamista koskevan lainsäädännön kehittämistarpeita sekä valmistellut säädösehdotuksia.

Maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai purkamatta jättämisen ympäristövaikutuksista ei ole tehty kattavaa selvitystä. Maatuulivoimaloiden purkamista koskevan lainsäädännön kehittämisen kannalta on kuitenkin olennaista ymmärtää mahdolliset vaikutukset paremmin. Suomen ympäristökeskus (Syke) tuotti ympäristöministeriön toimeksiannosta vuoden 2025 lopulla taustaselvityksen maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai purkamatta jättämisen ympäristövaikutuksista. Selvitystyön tavoitteena oli koostaa ajantasainen tietopohja maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen ja purkamatta jättämisen ympäristöön kohdistuvista vaikutuksista aiheeseen liittyvän kirjallisuuden ja asiantuntijahaastatteluiden avulla.

Maatuulivoimalan elinkaaren lopussa perustukset voidaan joko purkaa kokonaan, osittain tai ne voidaan jättää maahan. Täydellisessä purussa perustus poistetaan kokonaan lohkomalla tai räjäyttämällä, minkä jälkeen teräsbetonirakenne ohjataan kierrätykseen. Osittaisessa purussa maanpäälliset rakenteet puretaan ja perustuksen pinta leikataan, jonka jälkeen rakenne peitetään kasvukerroksella. Kun perustukset jätetään maahan, ne yleensä peitetään kasvukerroksella ja alueelle voidaan istuttaa puita tai muuta kasvillisuutta.

Selvityksen löydökset viittaavat siihen, että maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai maahan jättämisen ympäristövaikutukset eivät ole yksiselitteisiä. Perustusten purkamisen ympäristövaikutukset ovat osittain samankaltaisia perustusten rakentamiseen verrattuna. Perustusten purkamisen aikaisesta työstä aiheutuu kielteisiä ympäristövaikutuksia kuten melua, pöly- ja hiukkaspäästöjä sekä purkumateriaalin kuljetuksesta aiheutuvia raskaan liikenteen päästöjä. Nämä vaikutukset ovat ohimeneviä mutta voivat paikallisesti olla voimakkaita. Purkaminen tuhoaa perustusten alueelle tuulivoimatuotannon aikana kehittyneen kasvillisuuden. Toisaalta purkaminen voi edesauttaa alkuperäisen kasvillisuuden palautumista. Purkamisesta aiheutuva maaperän kaivaminen ja louhinta voivat muuttaa veden valuntaa sekä lisätä sameutta ja kiintoainekuormaa hetkellisesti. Purkaminen voi hetkellisesti vaikuttaa myös pohjaveteen, varsinkin jos työt ulottuvat pohjavedenpinnan alapuolelle. Purkaminen voi kuitenkin pidemmällä aikavälillä palauttaa tuulivoimalan rakentamisen seurauksena muuttuneen alueen hydrologisen tilan takaisin luonnonmukaisemmaksi. Kaivannon täyttämiseen tarvittavan murskeen ja maa-aineksen otto vaikuttaa maaperään, kasvillisuuteen ja vesiin niiden ottopaikassa. Elinympäristöt palautuvat, kun työt päättyvät ja maisemointi toteutetaan asianmukaisesti. Kun perustukset puretaan, alueeseen ei sen jälkeen kohdistu mahdollisia maankäytön rajoitteita. Perustusten purkaminen tuottaa merkittäviä materiaalien kierrätys- ja hyötykäyttömahdollisuuksia. Hyöty- ja uusiokäytön menetelmät

kehittyvät nopeasti. Sen vuoksi on perusteltua varautua parempiin kierrätys- ja uusiokäyttöratkaisuihin nykyisten tuulivoimaloiden elinkaaren loppuvaiheessa.

Yleisesti ottaen on katsottu, että perustusten paikoilleen jättäminen ja maisemointi aiheuttaa vähemmän välittömiä ympäristövaikutuksia, kuten melua, pölyä ja päästöjä purkamiseen verrattuna edellyttäen, että maisemointi tehdään asianmukaisesti. Vaikutukset ovat pääosin paikallisia. Jos perustukset jätetään maahan, paikallista ja hetkellistä häiriötä aiheutuu maisemointiin käytettävien maa-ainesten siirrosta sekä tuulivoima-alueella että maa-ainesten otto paikalla. Tarvittavat raskaan liikenteen kuljetusmäärät ja työstä aiheutuvat häiriöt ovat huomattavasti purkamistyötä pienemmät. Toisaalta perustukset muodostavat vettä heikosti läpäisevän alueen, mikä voi vähentää veden varastotilavuutta, voimistaa valuntapiikkejä sekä vaikuttaa mahdollisesti myös muihin maaperän ominaisuuksiin niin kauan kun perustukset pysyvät maassa. Maisemoinnista riippuen maahan jätetty perustus voi vaikuttaa siihen, millaista kasvillisuutta alueelle voi muodostua. Yleisesti betoniperustusten aiheuttama ympäristön pilaantumisen riski on arvioitu alhaiseksi, mutta jotkin betonin seosaineet voivat nostaa raskasmetallien pitoisuuksia ja sitä kautta pilaantumisen riskiä. Jos perustukset jätetään maahan, hukataan samalla myös tilaisuus kierrättää ja uusiokäyttää niiden materiaalit.

On kuitenkin syytä huomioda, että tätä taustaselvitystä varten kootuissa kirjallisuuslähteissä maatuulivoimaloiden perustusten vaikutusten tarkastelu on pääsääntöisesti kohdistunut yhden voimalan alueelle. Kirjallisuuslähteissä, mukaan lukien tuulivoimaloiden ympäristövaikutusten arvioinneissa ei ole juurikaan huomioitu, että tuulivoima-alueilla on lähtökohtaisesti useita voimaloita ja että samalla alueella voi sijaita useampia tuulivoima-alueita. Jos perustukset jätetään maahan, voi niitä kertyä samalle alueelle runsaasti varsinkin, jos aluetta jatkossakin tullaan hyödyntämään tuulivoimatuotantoon. Samoin, jos perustukset puretaan, syntyy purkamisesta aiheutuvia häiriöitä jokaisen alueella purettavan voimalan osalta. Näitä yhteisvaikutuksia olisi syytä arvioida tarkemmin. Toisaalta, jos kokonaisia tuulivoima-alueiden perustuksia puretaan kerralla, voidaan purkaminen sekä materiaalin murskaaminen tehdä paikan päällä, jolloin kuljetuksista aiheutuu vähemmän päästöjä. Myöskään tuulivoimalarakentamisen kumulatiivisia vaikutuksia ei ole maassamme juurikaan tutkittu. Parhaillaan käynnissä olevassa RePower-CEST hankkeessa on kuitenkin havaittu, että tuulivoimaloiden rakentaminen aiheuttaa erämaisten alueiden huomattavaa hupenemista. Lisäksi rakentaminen aiheuttaa merkittävää haittaa ekologiselle kytkeytyvyydelle. Tästä syystä kytkeytyvyyttä ja erämaisia alueita tulee purkuvaiheessa tarkastella uudelleen ja arvioida tuulivoimalan paikan alueellista merkitystä eri luontovaikutusten kannalta.

Joissain tapauksissa, esimerkiksi vesistövaikutusten osalta ei ole mahdollista täysin määrittää, miltä osin tietty vaikutus aiheutuu maatuulivoimaloiden perustuksista ja miltä osin tuulivoima-alueesta yleisesti. Tuulivoima-alueet, sähkönsiirtolinjat ja tiestön rakentaminen vaikuttavat suoraan tai välillisesti vesistöihin. Tuulivoimaloita sijoitetaan usein valuma-alueille, joissa erityisesti metsätalouden vaikutus vesistöihin on jo ennestään merkittävää. Tuulivoimahankkeiden määrän kasvaessa tuulivoima-alueet sijoittuvat yhä lähemmäs toisiaan ja useita hankkeita sijoittuu yksittäisten vesistöjen valuma-alueille. Tuulivoimaloiden koko on myös jatkuvasti kasvanut.

Kun voimaloiden perustamisesta aiheutuvien haittojen vähentämistä on mietitty jo suunnitteluvaiheessa huolellisella voimaloiden sijoittamisella, pienenee myös haitallisten vaikutusten määrä purkamisen ja perustusten paikoilleen jättämisen kohdalla. Voimalapaikat tulee ensisijaisesti sijoittaa kantaville maille ja välttää turvealueita sekä paineellisen pohjaveden esiintymisalueita. Lisäksi on tärkeää kartoittaa mahdolliset

sulfaattimaat ja mustaliuske, jotka voivat vaikuttaa rakentamisen riskeihin. Vesiensuojelun osalta on suunniteltava kuivatusvesien hallinta, minimoitava ojitukset ja toteutettava tarvittavat suojarakenteet sekä lasketusratkaisut. Rakentamisessa olisi hyvä pyrkiä massatasapainoon hyödyntämällä kaivumaita ja louhetta tie- ja kenttärakenteissa sekä vähentämällä tuontiaineksen tarvetta. Alueen hydrologian, maisemapiirteiden ja alueen ekologian tarkka tunteminen on tärkeää maatuulivoimaloiden purkutöitä suunniteltaessa. Purkusuunnitelmassa tulisi huomioida erityisesti pohjavedet, pintavedet ja alueen eroosioherkkyys. Lisäksi perustuksissa käytetyt rakennusmateriaalit ja niiden sisältämät mahdolliset haitta-aineet tulee olla dokumentoitu hyvin ja viranomaisten käytössä purkupäätöstä tehtäessä. Runsaasti betonia sisältävien perustusten (gravitaatioperustus) osalta on kiinnitettävä huomiota betonin seosaineisiin.

Taulukko 1. Vertailu maatuulivoimalan perustusten purkamisen ja purkamatta jättämisen ympäristövaikutuksista

Tekijä	Purkaminen	Purkamatta jättäminen
Melu, pöly, tärinä	Betonin lohkominen/räjäytys tai pinnan tasoon leikkaus osittaisessa purkamisessa ja teräksen leikkaus sekä kaivannon täyttäminen, mahdollinen maa-ainesten käsittely ja maisemointi lisäävät tilapäisesti pölyä, hiukkaspäästöjä, melua ja tärinää. Vaikutukset ilmenevät myös maa-ainesten ottoalueella.	Maisemoinnista aiheutuvat vaikutukset kohteessa sekä maa-ainesten ottoalueella. Purkamiseen verrattuna vaikutukset jäävät vähäisiksi.
Kasvillisuus	Purkamisen edellyttää kasvillisuuden poistoa purettavalta alueelta, mutta mahdollistaa alueen ennallistamisen kokonaan. Edellyttää kasvillisuuden palautumista tukevan maa-aineksen tuomista ja mahdollisesti istutuksia.	Rakenteet jäävät maahan ja voivat vaikuttaa kasvillisuuden muodostumiseen, mm. puiden juurtumiseen, vedenottoon ja tuulenkestävyyteen maisemoinnissa käytettävän maakerroksen paksuudesta riippuen.
Maaperä	Maaperään ei jää pysyvää, läpäisemätöntä rakennetta. Purkamisen edellyttää maan kaivamista. Kaivanto täytetään maa-aineksella ja maaperävaikutukset riippuvat käytettävän maa-aineksen laadusta ja rakenteesta. Purkukaivannon täyttäminen voi edellyttää maa-ainesten tuontia muualta, riippuen jos / kuinka paljon, voimalan rakentamisvaiheessa läjitettyä maa-ainesta on käytettävissä kaivantojen täyttöön ja maisemointiin. Vaikuttaa maaperään myös maa-ainesten ottoalueella.	Perustus muodostaa läpäisemättömän rakenteen maaperään. Ei tarvetta maan kaivuulle. Vähäinen tarve maisemoinnissa käytettävälle täyttömaalle purkamiseen verrattuna. Vaikutukset tuulivoima-alueen ulkopuolelle riippuvat siitä, tuleeko maisemoinnissa käytettävä maa-aines tuulivoima-alueelle rakennusvaiheessa läjitetystä maa-aineksesta vai muualta.
Vesi	Purkutyöstä aiheutuva tilapäinen samentuminen /	Perustusten rakentamisen aiheuttamat muutokset alueen

Tekijä	Purkaminen	Purkamatta jättäminen
	kiintoainekuorma. Vaikutukset yleensä lyhytaikaisia.	hydrologiassa jäävät voimaan. Perustukset muodostavat vettä heikosti läpäisevän alueen, mikä vähentää veden varastotilavuutta ja voimistaa valuntapiikkejä.
Kuljetukset/päästöt	Purkamisen edellyttämät kuljetusmäärät huomattavasti suuremmat kuin jos rakenteet jätetään maahan. Materiaalien kuljetukseen käytettävän raskaan liikenteen ja työkoneiden aiheuttamat päästöt sekä työkoneiden aiheuttama öljyvahinkoriski. Materiaalien kierrätykseen ja jatkojalostukseen liittyvät päästöt.	Kuljetustarve ja jätteiden käsittelytarve sekä näistä aiheutuvat päästöt / riskit vähäisempiä purkamiseen verrattuna.
Materiaalitehokkuus	Kierrätys lisää materiaalitehokkuutta, betoni ja teräs voidaan kierrättää ja uusiokäyttää.	Materiaalit jäävät maahan, lisää neitseellisten raaka-aineiden tarvetta.
Maisema ja palautuvuus	Mahdollistaa maiseman palautumisen kokonaisuudessaan tuulivoimalan rakentamista edeltäneeseen tilaan.	Rakenteet jäävät maan alle. Maisemointi palauttaa maiseman osittain. Perustuksen kohta voi näkyä maisemassa kumpareena ja voi vaikuttaa alueelle muodostuvaan kasvillisuuteen.
Maankäyttö	Ei rajoituksia tulevalle maankäytölle.	Rakenteet jäävät maahan ja voivat muodostaa rasiskeen maankäytölle.

1. Selvityksen tausta

Tuulivoiman toimintaedellytyksien kehittäminen on kirjattu yhdeksi tavoitteeksi pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmaan¹. Samalla halutaan vahvistaa myös maanomistajien asemaa. Hallitus toteuttaa tuulivoimaloiden purku- ja ennallistamisvelvoitteen käyttöönoton tuulivoimarakentamisen oikeudenmukaisuuden varmistamiseksi. Tähän perustuen, ympäristöministeriö arvioi käytöstä poistettavien maatuulivoimaloiden purkamista ja alueen ennallistamista koskevan lainsäädännön kehittämistarpeita sekä laatii säädösehdotukset asiaa koskevan hallitusohjelmakirjauksen toimeenpanemiseksi. Hallituksen esityksen valmistelu on aloitettu alkuvuodesta 2024.

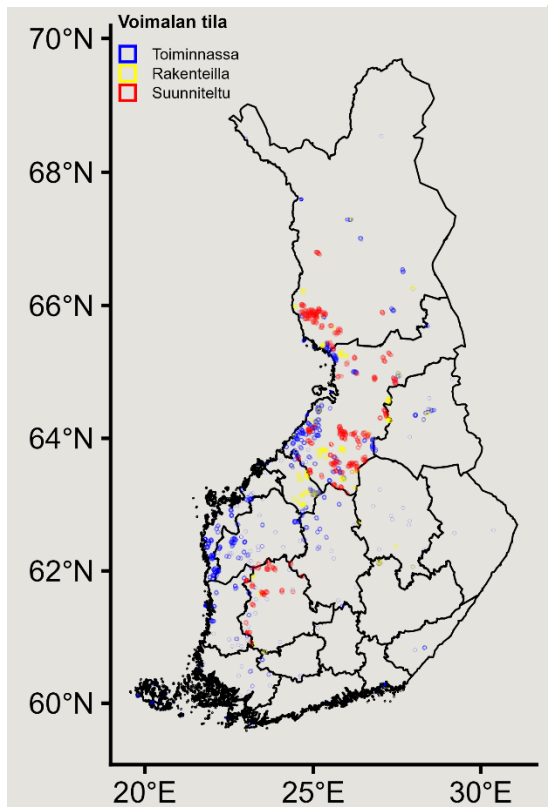
Suomen uusiutuvat -yhdistyksen tilaston mukaan, Suomessa oli kesäkuun 2025 lopussa yhteensä 1 920 tuulivoimalaa ja 8 902 megawattia tuulivoimakapasiteettia (Suomen uusiutuvat ry, 2025a). Tuotantotehosta 99 % muodostui maatuulivoimasta ja 1 % merituulivoimasta. Vuonna 2025 rakenteilla tai suunnitteilla oli yhteensä 7 452 maatuulivoimahanketta (näistä rakenteilla oli 171, luvitettu 633, selvitysvaiheessa 5 699 ja esisuunnitteluvaiheessa 949 maatuulivoimahanketta) (Suomen uusiutuvat ry., 2025b).

¹ Vahva ja välittävä Suomi, Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165042>

Ennen vuotta 2020 rakennettujen tuulivoimaloiden laskennallinen käyttöikä on 20–30 vuotta ja 2020-luvulta lähtien 35 vuotta. Purkumäärät ovat olleet vielä suhteellisen pieniä; vuoteen 2025 mennessä oli Suomessa purettu kaiken kaikkiaan 52 voimalaa (Suomen uusiutuvat ry., 2025b). Suomen uusiutuvat -yhdistyksen mukaan purkumäärissä on odotettavissa merkittävää kasvua 2030–2040 luvuilla ja 2030-luvun loppupuolella purettaisiin jo arviolta 130–180 voimalaa vuodessa.

Suurin osa maatuulivoimaloista sijoittuu Suomen läntiselle rannikolle (Kuva 1), jossa tuulienergiapotentiaali on suurinta (YM, 2016). Maatuulivoimaa rakennetaan enimmäkseen metsäiselle kivennäismaalle, mutta myös turvemaille. Esimerkiksi Pirkanmaalla metsämaalla sijaitsee 86 % toiminnassa, rakennusvaiheessa sekä suunnitteilla olevista tuulivoimaloista. Voimaloiden alle jäävästä metsämaasta 74 % on kivennäismaata ja 26 % turvemaata. Tämä metsämaa jakautuu edelleen tuoreeseen kangasmetsään (25 %), kuivahkoon kangasmetsään (55 %) sekä kuivaan kangasmetsään (16 %) (Vuori ym., käsikirjoitus).

Sitra arvioi skenaariossaan, että Suomen sähköntuotanto tulee seuraavan 30 vuoden aikana muuttumaan merkittävästi sekä määrältään että rakenteeltaan (Sitra, 2021). Sähköntuotantokapasiteetin arvioidaan kasvavan yli kolminkertaiseksi, alle 20 gigawatista yli 70 gigawattiin vuoteen 2050 mennessä. Pääosan tuotantokapasiteetin kasvusta muodostaa maatuulivoiman tuotanto. Sitran skenaariossa tuulivoiman tuotanto kasvaa sähköntuotannon suurimmaksi osaksi jo vuoteen 2035 mennessä.



Kuva 1. Maatuulivoimaloiden sijainti ja rakennustilanne syksyllä 2025 jaettuna toiminnassa oleviin (sinisellä), rakenteilla oleviin (keltaisella) ja suunniteltuihin (punaisella) tuulivoimaloihin. Voimalat on piirretty kartalle yksittäisinä voimaloina ei tuulivoima-alueina.

Suomessa ei ole tuulivoimaloiden rakentamista tai purkamista koskevaa kattavaa erityislainsäädäntöä. Purkamisesta ja sen laajuudesta sovitaan yleensä maanomistajan ja tuulivoimalan välisissä maanvuokraussopimuksissa, jolloin käytännöt vaihtelevat sopimusten mukaan (Asianajotoimisto Hannes Snellman, 2023; Häkkinen & Tuomainen,

2025). Eräät sopimukset edellyttävät ainoastaan voimalan torniosan purkamista ja perustusten peittämistä ja maisemointia. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliiton (MTK) vuonna 2022 valmistuneen tuulivoimaoppaan mukaan nykyään kaikkiin vuokrasopimuksiin sisältyvät jokaiselle voimalalle portaittain asetettavat purkuvakuudet, jotka turvaavat purkamisen siinä tapauksessa, että tuulivoimayhtiö ei maksukyvyttömänä kykene hoitamaan purkamista (MTK, 2022). Oppaan mukaan useissa maatuulivoimaloita koskevissa sopimuksissa purkamisessa viitataan maisemointiin, joka tarkoittaa ”voimalan perustusten purkamista vähintään 1 metrin syvyyteen tai kuopan täyttämistä kasvullisella maa-aineksella”.

Maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai purkamatta jättämisen ympäristövaikutuksista ei ole tehty kattavaa selvitystä. Maatuulivoimaloiden purkamista koskevan lainsäädännön kehittämisen kannalta on kuitenkin olennaista ymmärtää mahdollisia vaikutuksia paremmin. Suomen ympäristökeskus (Syke) tuotti vuoden 2025 lopulla lyhyen taustaselvityksen maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai purkamatta jättämisen ympäristövaikutuksista. Hankkeen tavoitteena oli koota ajantasainen tietopohja maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen ja purkamatta jättämisen ympäristöön kohdistuvista vaikutuksista sekä koota tiedot tiiviiksi taustaselvitykseksi. Hankkeen tuloksia voidaan hyödyntää suoraan hallituksen esityksen valmistelussa.

2. Selvityksen kohdennus ja tietolähteet

Taustaselvityksessä tarkastellaan ainoastaan maatuulivoimalan perustusten purkamista tai purkamatta jättämistä. Selvityksessä ei huomioida tuulivoimaloiden maanpäällisten osien tai niihin kytkeytyvien muiden rakenteiden, kuten voimansiirtolinjojen tai tieverkoston vaikutuksia. Taustaselvitys ei ole tarkoitettu kattavaksi tietopakettiksi maatuulivoimaloiden perustusten ympäristövaikutuksista ja se voi sisältää tietopuutteita.

Taustaselvityksessä tarkastellaan seuraavia kysymyksiä:

- Millaisia ympäristövaikutuksia on arvioitu aiheutuvan maatuulivoimaloiden perustusten purkamisesta?
- Millaisia ympäristövaikutuksia on arvioitu aiheutuvan, jos maatuulivoimaloiden perustukset jätetään maastoon, eli niitä ei pureta?
- Mitä tekijöitä tulisi huomioida, kun perustusten purkamisen laajuutta arvioidaan ympäristönäkökulmasta?
- Millaisilla ratkaisuilla purkamisesta aiheutuvia haittavaikutuksia olisi mahdollista rajoittaa?

Taustaselvityksessä hyödynnettiin seuraavia tietolähteitä:

- Selvitykset muista EU maista, joissa maatuulivoimaloiden perustusten purkamista tehdään tai purkamista edellytetään
- Kansainvälinen ja kotimainen tutkimuskirjallisuus ja raportit liittyen maatuulivoimaloiden perustuksiin ja niiden purkamiseen sekä yleisesti betonirakenteiden purkamiseen
- Maatuulivoimaloiden ympäristövaikutusten arviointiraportit (YVA raportit)

- Asiantuntijahaastattelut.

Asiantuntijahaastatteluihin osallistui Suomen uusiutuvat ry:n, OX2:n sekä Arenson asiantuntijoita. Lisäksi selvitystä varten konsultoitiin Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoita. YVA-raporttien osalta linkkilista sisälsi 150:n tuuli- ja aurinkovoimalan tiedot. Kaikki selostukset ja liitteet eivät kuitenkaan olleet enää saatavilla ja lopulta raportti tehtiin 165 selostuksen ja liitteen perusteella (ks. liite 1). Perustuksia koskevat kappaleet kerättiin ja koottiin R-ohjelmalla hakusanojen avulla. YVA-selostuksen tai sen liitteen nimi liitettiin kappaleisiin. Raaka tekstitiedosto sisälsi 55 561 sanaa, 270 sivua ja 7 614 kappaletta. Hakusanoja olivat perustuksen lisäksi perustusten eri tyypit. Jotta tietomäärää saatiin edelleen vähennettyä, poistettiin hausta sellaiset kappaleet, jotka sisälsivät tietoja aurinkovoimaloiden perustuksista tai tuulivoimalan muista rakenteista. Koska Microsoft 365 Copilot (version numero: 2.20260108.46.0) pystyy käsittelemään vain rajallisen määrän tietoa kerralla, oli YVA sivuilta kootut selosteet ja liitteet koottu 11:sta eri osajoukkoon ja samat perustiedot kerättiin ”kehotteen” avulla (ks. liite 2) jokaisesta osajoukosta ja niistä luotiin Word-dokumentti. Lopuksi dokumentteja vertailtiin vielä keskenään, jotta voitiin luoda mahdollisimman monipuolinen kuva perustuksista. Tästä eteenpäin YVA-raporttien yhteenvedolla saatua selvitystä kutsutaan nimellä YVA-kooste.

3. Kuvaus maatuulivoimaloiden perustuksista

Maatuulivoimaloiden perustamistapa valitaan voimalakohtaisesti maaperän pohjatutkimusten perusteella (YVA-kooste). Yleisimmät perustusratkaisut ovat maanvarainen gravitaatioperustus (eli maanvarainen teräsbetoniperustus), massanvaihdoilla parannettu teräsbetoniperustus, paalujen varaan tehty teräsbetoniperustus sekä kallioankkuroitu perustus.

Perustustyyppin valinta riippuu perustuspaikan maaperän laadusta ja ominaisuuksista (Markkanen, 2016). Mitä korkeampi tuulivoimalan rakenne on, sitä vahvemmat perustukset se vastaavasti vaatii (Reintjes, 2024). Yleisin Suomessa käytetty perustustyyppi on maanvarainen gravitaatioperustus, jota voidaan käyttää silloin, kun maaperä on riittävän kantava (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Kallioankkuriperustusta käytetään silloin kun kallio on suhteellisen lähellä maanpintaa, se on riittävän ehjää ja sillä on tarpeeksi suuri kantokestävyys (Kivioja, 2024). Paaluperustusta käytetään, kun maan kantokyky ei ole riittävä kestämaan tuulivoimalan painoa eikä massanvaihto ole taloudellisesti kannattavaa (Markkanen, 2016).

Perustukset koostuvat betonirakenteesta, jonka sisällä on tukirauditus ja terästä (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Teholtaan 4 MW tuulivoimalan perustuksiin tarvitaan noin 664 m³ betonia, joka puolestaan aiheuttaa noin 222 t CO₂-eqv päästöt (Bošnjaković ym., 2024). Perustusten keskellä sijaitsee vääntövoimaa hallitseva pulttikehä, johon tuulivoimalan torni kiinnitetään. Markkasen (2016) opinnäytetyössä pulttikehän painoksi ilmoitettiin 30,7 tonnia (N117-tyypin voimalan pulttikori) (DNV/Risø 2002, Markkanen, 2016 mukaan). Pulttikehän ympärille tehdään rauditus (Markkanen, 2016). Pohjaolosuhteista riippuen perustus upotetaan 1–4 metriä maanpinnan alle. Perustusten korkeus pienenee ja samalla materiaalin määrä vähenee reunoille päin mentäessä. Paksuus on keskeltä noin 2–3,5 metriä ja reunoilta 1–2 metriä voimalatyyppistä ja pohjaolosuhteista riippuen. Valun jälkeen perustus peitetään maamassoilla tai kiviaineksella niin, että siitä jää näkyviin vain pieni osa.

Pohjaveden noste huomioidaan perustuksia rakennettaessa joko suurentamalla perustusten massaa (Rantamäki & Tammirinne, 2006, Markkanen, 2016 mukaan) tai

järjestämällä perustusten yhteyteen kuivatus. Yleensä kuivatus hoidetaan avo-ojilla mutta tarvittaessa salaojittamalla (Markkanen, 2016). Jos salaojitusta tarvitaan, se rakennetaan kiertämään perustusten ympäri niin, etteivät sade- ja sulamisvedet pääse perustusten alle. Salaojien putkisto suunnitellaan niin, että se purkautuu avo-ojaan.

Perustamistavan valinta edellyttää huolellisia pohjatutkimuksia jo hankkeen varhaisessa vaiheessa (YVA-kooste). Tutkimuksissa on selvitettävä maaperän kantavuus, routivuus sekä pohja- ja orsivesiin liittyvät vesipaineet, jotta perustusrakenne voidaan mitoittaa turvallisesti ja kestäväksi. Mahdolliset happamat sulfaattimaat ja mustaliuskealueet tulee tunnistaa ja huomioida, jotta maanmuokkaus- ja perustamismenetelmät voidaan valita paikallisten olosuhteiden edellyttämällä tavalla ja ympäristöriskit minimoiden. Hydrologisesti herkissä kohteissa tulee välttää massanvaihtoa paineellisen pohjaveden alueilla sekä mitoittaa kuivatus- ja suojarakenteet siten, ettei toimenpiteistä aiheudu haitallisia vaikutuksia pinta- ja pohjavesiin.

Perustusten rakentamisessa on pyrittävä hyödyntämään tuulivoima-alueen kaivuumaista ja louhetta sekä minimoimaan tuontiaineksen tarve (YVA-kooste). Työmenetelmien ja ajoituksen osalta raskaat työt on suositeltavaa tehdä routa-aikana ja pöly sekä kiintoaines on hallittava tehokkaasti. Paalutuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota melun, värinän ja vesipaineiden hallintaan.

3.1 Perustustyyppit

3.1.1 Maanvarainen gravitaatioperustus

Maanvarainen gravitaatioperustus soveltuu kohteisiin, joissa maaperä on luonnostaan riittävän kantava, kuten moreeni, luonnonsora tai hiekka (YVA-kooste). Tällaisissa olosuhteissa perustusten kantavuus ja vakaus saavutetaan ilman laajoja maaperän parantamistoimia. Perustusten rakentaminen aloitetaan orgaanisten kerrosten ja pintamaan poistolla noin 1–1,5 metrin syvyydeltä. Poiston jälkeen tehdään ohut rakenteellinen mursketäyttö, joka tasaa ja jakaa kuormituksia perusmaan ja perustuksen välillä. Tämän päälle valetaan paikalla raudoitettu teräsbetonilaatta. Lopuksi alue peitetään ja maisemoidaan pintamaalla tai moreenilla, tavoitteena pinnan vedenläpäisevyyden ja eroosionsuojauksen palautuminen ja kasvillisuuden palautumisen käynnistyminen.

Maanvaraisten gravitaatioperusteisten maatuulivoimaloiden perustuksissa on huomattava määrä betonia (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Perustus voi olla muodoltaan neliömäinen tai pyöreä. Tyypillisesti perustuksen halkaisija on 20–30 m, ollen suurimmillaan 35–40 m ja vaihdellen 314–1 257 m² välillä. Korkeus voi vaihdella 1–4 metrin välillä. Voimalan kokoamis- ja nostoalueet ovat 4 200–6 000 m², josta nosturille tarvitaan noin 1 200 m². Yhden voimalan rakennettu kokonaispinta-ala on täten noin 1,5–2,5 hehtaaria (YVA-kooste).

Maatuulivoimaloiden perustaminen edellyttää laajoja kaivauksia ja maan tiivistämistä (Seifert ym., 2025). Jos ennallistamista ei huomioida jo perustamisvaiheessa, voivat muutokset maaperän rakenteessa, ravinteikkuudessa ja siemenpankissa haitata luontaisen kasvillisuuden palautumista. Pohjavesivaikutukset riippuvat pitkälti rakennustyön toteutuksesta sekä alueesta. Kun työt eivät ulotu pohjavedenpinnan alapuolelle, pohjavesivaikutukset jäävät yleensä vähäisiksi. Maanvaraisen gravitaatioperustuksen kaivuussyvyys on pienempi kuin massanvaihdossa, joten maaperään kohdistuu vähemmän muokkausta. Menetelmä ei vaadi syviä kaivantoja tai louhintaa, jos kantava kerros on lähellä pintaa. Maanvarainen gravitaatioperustus vaatii

kuitenkin huomattavan määrän betonia ja maa-aineksen siirtämistä verrattuna kallioankkurointiin.

3.1.2 Teräsbetoniperustus massanvaihdoilla

Massanvaihdoilla toteutettavaa teräsbetoniperustusta sovelletaan kohteissa, joissa maaperä ei ole luonnostaan riittävän kantava kestämään tuulivoimalan kuormitusta (YVA-kooste). Huonosti kantava pohjamaa poistetaan ja tilalle tuodaan korvaavaa maa-ainesta, esim. soraa, mursketta tai louhetta, joka tiivistetään (Markkanen, 2016). Perustukset ovat kooltaan ja pinta-aloiltaan samankaltaisia kuin maanvaraisen gravitaatioperustuksen. YVA-koosteessa perustusalueen kaivuumassat ovat olleet tyypillisesti noin 1 200 m³ voimalaa kohden. Perustuksen rakentaminen aloitetaan kantamattomien maakerrosten poistolla noin 1,5–5 metrin syvyyteen (YVA-kooste). Kaivun jälkeen tehdään mursketäyttö kerroksittain ja tärytiivistämällä, jotta alusrakenne on tasainen ja riittävän jäykkä teräsbetonilaatalle. Valu tehdään paikalla ja laatan mitoitus sovitetaan voimalan kuormitukseen sekä alueen asettamiin reunaehtoihin. Kaivussa erotetut orgaaniset maa-ainekset voidaan varastoida ja hyödyntää myöhemmin maisemoinnissa, mikä vähentää neitseellisten täyttömassojen tarvetta.

Betonimäärä on ollut tyypillisesti noin 700 m³ voimalaa kohden, mutta määrä vaihtelee turbiinin koon, lopullisen perustamissyvyyden ja pohjaolosuhteiden mukaan (700–1 000 m³). Betonin kiviaineksen osuus muodostaa tyypillisesti noin 70 prosenttia betonin tilavuudesta (YVA-kooste).

Perustustyyppin rakentamisen aikaiset luontovaikutukset liittyvät ennen kaikkea suuriin massansiirtoihin ja kuljetuksiin, jotka lisäävät eroosioriskiä ja pintavesiin kohdistuvaa kiintoainekuormaa etenkin työvaiheiden aikana (YVA-kooste). Hydrologiset olosuhteet voivat muuttua tilapäisesti, jos kaivut ja kuivatus ulottuvat pohjavedenpinnan alapuolelle. Paineellisen pohjaveden alueilla massanvaihtoa tulee välttää tai suunnitella se erittäin huolellisesti, jotta pohjaveden purkautumis- ja samentumariski pysyy hallinnassa. Huolellinen työvaiheistus, vesiensuojelurakenteet ja puhtaiden täyttöjen käyttö pienentävät vaikutuksia ja tukevat alueen palautumista rakentamisen jälkeen.

3.1.3 Teräsbetoniperustus paalujen varassa

Paalujen varaan rakennettava teräsbetoniperustus soveltuu kohteisiin, joissa kantamattomat kerrokset ulottuvat syvälle, mutta missä laaja massanvaihto ei ole kustannusten vuoksi kannattavaa (YVA-kooste). Menetelmä siirtää kuormat suoraan kantavaan kerrokseen paalujen kautta, jolloin pitkäaikaiset painumat pysyvät hallittuina ilman mittavia maaperän parantamistoimia. Ratkaisu on erityisen tarkoituksenmukainen pehmeikkö- ja turvealueilla sekä kohteissa, joissa kantava pohjamaa sijaitsee merkittävästi syvemmällä.

Perustuksen rakentaminen aloitetaan pintamaiden poistolla ja ohutkerroksisen mursketäytön tekemisellä (YVA-kooste). Tämä tasaa työalustan ja varmistaa kuormien tasaisen siirtymisen paaluille (lyöntipaalut, porapaalut tai teräspaalut). Tämän jälkeen paalut asennetaan kantavaan kerrokseen. Paalutyypin valinta perustuu pohjatutkimuksiin, rakenteen kuormituksiin ja ympäristöolosuhteisiin. Teräsbetoniperustus valetaan paalujen varaan.

Menetelmän luontovaikutukset ovat yleensä pienemmät kuin laajoissa massanvaihdossa, koska massansiirto vähenee merkittävästi (YVA-kooste). Toisaalta paalutus aiheuttaa

melua ja tärinää, jota voi kuitenkin osittain hallita työmenetelmien ja ajoituksen avulla. Paineellisen pohjaveden alueilla on huomioitava purkautumisriski ja varmistettava vesipaineiden hallinta sekä vesiensuojelutoimenpiteet, jotta samentuma ja haitalliset valunnat pysyvät hallinnassa. Huolellinen työvaiheistus, suojarakenteet ja puhtaiden täyttöjen käyttö tukevat vaikutusten rajaamista ja alueen palautumista rakentamisen jälkeen.

3.1.4 Kallioankkuroitu teräsbetoniperustus

Kallioankkuroitu teräsbetoniperustus soveltuu kohteisiin, joissa kalliopinta on näkyvissä tai lähellä maanpintaa (YVA-kooste). Menetelmä hyödyntää kallion luonnollista kantavuutta ja jäykkyyttä. Kun perusmaa on pääosin kallioinen, rakenteen kuormat voidaan siirtää suoraan kallioon ankkureiden kautta ilman laajoja maaperän parantamistoimia. Tämän vuoksi betonivalumäärä jää usein pienemmäksi kuin muissa perustamistavoissa.

Perustuksen rakentaminen aloitetaan kallioon tehtävällä varauksella, joka louhitaan suunnitelmien mukaisesti mittoihin (YVA-kooste). Varausta seuraa ankkurireikien poraus ja teräsankkureiden asennus sekä niiden kiristys ja injektointi suunnitellun ankkurointiratkaisun mukaan. Ankkureiden määrä ja syvyys mitoitetaan kallion laadun, kerrosrakenteen ja voimalan kuormien perusteella. Kallioankkurit eli metallitangot upotetaan kallioon porattaviin reikiin noin 10 metrin syvyydelle (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Kun ankkurointi on valmis, teräsbetoniperustus valetaan kallioon tehtyyn varaukseen. Kallioankkurointi mahdollistaa pienemmät betonimäärät kuin maanvarainen gravitaatioperustus, mutta edellyttää kallion louhintaa ja ankkureiden poraamista (YVA-kooste). YVA-koosteen esimerkkihankkeissa kallioankkuroitu perustus on ollut luokkaa 450–500 m³ per voimala, kun taas gravitaatioperustuksissa betonimäärä voi olla noin 1 300–1 500 m³.

Kallioankkuriperustusten rakentamisen luontovaikutukset liittyvät pääasiassa louhintaan ja ankkurointiin, jotka aiheuttavat paikallisia, osin pysyviä muutoksia kalliopintaan (YVA-kooste). Avokallioilla kasvillisuuden palautuvuus on heikkoa, minkä vuoksi reuna alueille suositellaan eroosiosuojaa ja maisemointia, esimerkiksi pintamaiden palautusta ja kasvillisuuden palautumisen käynnistämistä. Huolellinen työvaiheistus, melun ja tärinän hallinta sekä vedenhallinnan ratkaisut vähentävät rakentamisen aikaisia haittoja, ja oikein toteutettu maisemointi tukee alueen pitkäaikaista palautumista.

Taulukko 1. Maanvaraisen gravitaatioperustuksen ja kallioankkuriperustuksen kuvaus (lähteet: Häkkinen & Tuomainen, 2025; Kivioja, 2024; Hoikkaniemi, 2022; Suomen uusiutuvat ry., YVA-kooste).

Perustuksen ominaisuus	Maanvarainen gravitaatioperustus	Kallioankkuriperustus
Perustuksen halkaisija (5 ja 6 MW voimaloilla)	24–32 m	10–11 m
Perustuksen korkeus	2–4 m	3–4 m
Betonin määrä (yli 5 MW voimalat)	yli 850 m ³	250–350 m ³
Teräksen määrä	100–140 tonnia	30–40 tonnia
Ankkureiden määrä (5 ja 6 MW voimaloilla)	Ei ankkureita	16–20 kappaletta
Perustuksen muoto	Reunoille päin oheneva laatta (pyöreitä tai neliöitä)	Pyöreä ja tasapaksu

3.2 Perustusten elinkaaren lopun vaihtoehdot

Tuulivoimalan tekninen käyttöikä on noin 25–35 vuotta, uusimmilla jopa 50 vuotta (YVA-kooste). Perustusten käyttöikä on noin 50 vuotta ja kaapeleiden vähintään 30 vuotta. Lähtökohtaisesti käytöstä poistettujen tuulivoimaloiden perustuksia ei voida sellaisenaan käyttää uudestaan tuulivoimaloiden pystyttämiseen, sillä tuulivoimalat kehittyvät teknisesti ja suuremmat voimalat vaativat myös suuremmat perustukset (Asianajotoimisto Hannes Snellman, 2023). Perustusten uudelleen käyttö voisi olla mahdollista, jos tilalle pystytetään pienemmän kapasiteetin voimala (Bošnjaković ym., 2024). Jos samalle alueelle perustetaan uusi voimala, vanhat perustukset lähtökohtaisesti puretaan ja korvataan uusilla. (YVA-kooste).

Maatuulivoimalan elinkaaren lopussa on perustusten osalta kolme vaihtoehtoa: perustusten täydellinen purku, osittainen purku tai perustusten jättäminen paikoilleen (YVA-kooste). Täydellisessä purussa perustus poistetaan kokonaan lohkomalla tai räjäyttämällä, minkä jälkeen betoni murskataan ja raudoitus ohjataan kierrätykseen. Osittaisessa purussa maanpäälliset rakenteet puretaan ja perustuksen pinta leikataan sovittuun syvyyteen, jonka jälkeen rakenne peitetään kasvukerroksella. Perustusten paikoilleen jättämiseen liittyy yleensä perustusten peittäminen kasvukerroksella. Kaikki toimenpiteet tulee toteuttaa purkuhetken ajantasaisen ympäristölainsäädännön ja viranomaisohjeiden sekä lupaehtojen ja sopimusten mukaisesti.

Maisemoinnin tavoitteena on poistaa näkyvät rakenteet ja hallita eroosioriskiä palauttamalla peittorakenteet, jotka varmistavat rakenteiden peiton ja kantavuuden, biologisen kerroksen eli pintamaat sekä käynnistämällä kasvillisuuden palautuminen (YVA-kooste). Ylijäämämaita hyödynnetään massatasapainon periaatteella, mikä vähentää maan aineiden muualta tuonnin tarvetta. Massatasapaino tarkoittaa periaatetta, jossa tarkasteltavan järjestelmän sisään tulevien ja sieltä poistuvien massojen määrä on tasapainossa. Toimenpiteet toteutetaan rakenteiden poiston tai peiton jälkeen: kasvukerros palautetaan voimalapaikoille ja nostoalueille, kuivatusratkaisut tarkistetaan ja tarvittaessa rakennetaan laskeutusaltaat tai muut suojarakenteet. Ennallistaminen tukee metsä- ja suoympäristöjen palautumista mutta kalliomailla kehitys on hitaampaa. Hydrologisesti ennallistaminen tasaa valuntaa ja pienentää kiintoaineen kulkeutumista vesistöihin. Vesiensuojelun kannalta keskeistä on ojitusten minimointi ja kuivatusvesien hallinta.

4. Maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai purkamatta jättämisen ympäristövaikutukset

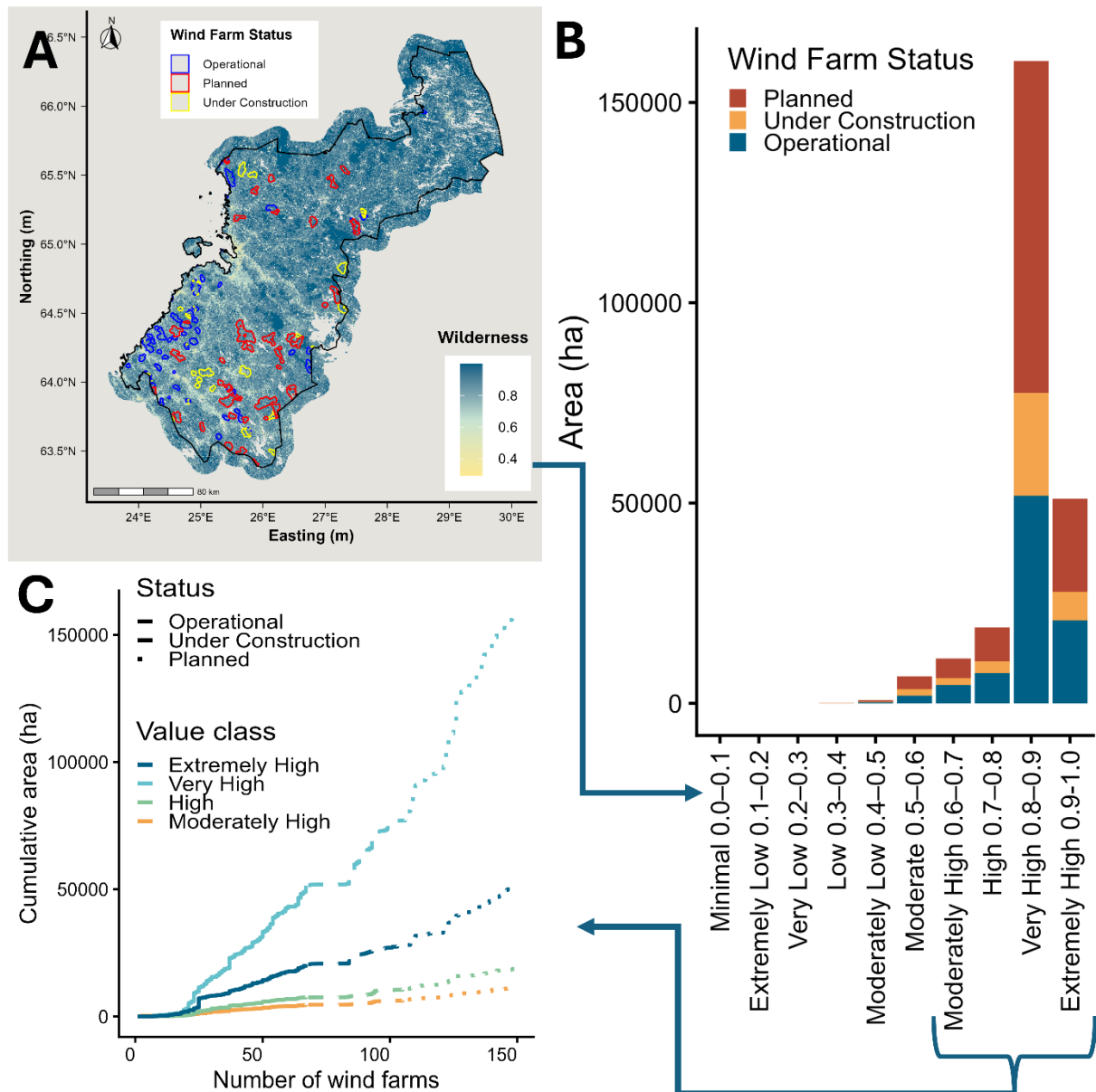
Maatuulivoimaloiden perustusten ja niiden purkamisen ympäristövaikutuksista saatavilla oleva tieto on vähäistä ja hajanaista. Tämän taustaselvityksen perusteella vaikuttaisi siltä, että aihetta on tutkittu vain vähän. Hall ym. (2020) vertailivat meri- ja maatuulivoimaloiden ympäristövaikutusten arviointeja ja havaitsivat, että maatuulivoimaloiden kohdalla purkamisen ympäristövaikutuksia oli arvioitu harvemmin verrattuna merituulivoimaloihin. Lisäksi kummankin tuulivoimatyypin kohdalla purkamisen vaikutuksia oli tarkasteltu lähinnä rakentamisen aikaisten vaikutusten kautta, ei niinkään purkamisesta aiheutuvina vaikutuksina. Purkamisen aikaiset vaikutukset on pääsääntöisesti tulkittu olevan rakentamisen aikaisten vaikutusten kaltaisia, sillä prosessia pidetään käänteisenä.

Maatuulivoimaloiden ympäristövaikutusten arviointiin liittyvä tutkimus keskittyy lähinnä rakentamisen ja käytön aikaisiin vaikutuksiin ja näidenkin osalta perustukset jäävät

verrattaen vähälle huomiolle. Yleisesti ottaen tietopohja tuulivoimaloiden (sekä maa- että merituulivoimaloiden) käytöstä poistamisen ympäristövaikutuksista ja huomioitavista ympäristöseikoista on puutteellinen (Mello ym., 2022). Mello ym. (2022) mukaan käytöstäpoiston vaikutukset ymmärretään heikommin muihin tuulivoimaloiden vaiheisiin verrattuna. Tämän selvityksen havaintojen perusteella käytön jälkeisten vaikutusten tarkastelu keskittyy lähinnä materiaalien kierrätettävyyteen. Maatuulivoimaloiden ympäristövaikutusten arviointiraporteissa (YVA) vaikutuksia tarkastellaan lähinnä rakentamisen ja käytön näkökulmasta, mutta jossain määrin myös perustusten purkamisen tai paikoilleen jättämisen näkökulmasta.

Joissain tapauksissa ei ole mahdollista täysin määrittää, miltä osin tietty vaikutus aiheutuu maatuulivoimaloiden perustuksista ja miltä osin tuulivoima-alueesta yleisesti. Näin on esimerkiksi vesistövaikutusten osalta. Tästä syystä tuulivoiman vesistövaikutuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 5. Koska maatuulivoimaloiden perustusten maahan jättämisen mahdollisista ympäristöriskeistä ei löytynyt tutkimuskirjallisuutta, lähestyttiin aihetta yleisen betonikirjallisuuden kautta luvussa 6.

Myös tuulivoimalarakentamisen kumulatiivisia vaikutuksia on tutkittu puutteellisesti. ”RePower-CEST” -hankkeessa Suomen ympäristökeskus on kuitenkin selvittänyt mitä luontovaikutuksia kumulatiivisilla vaikutuksilla voi olla. Hankkeessa on tarkasteltu rakennettujen, rakenteilla sekä suunnitteilla olevien tuulivoimaloiden suunnittelua alueille, joilla ei ole aikaisempaa ihmistoimintaa. Analyysia varten luotiin koko Suomen laajuinen erämaisuuden karttakerros, joka huomioi rakennetun ympäristön sekä maankäytön (Vuori ym., käsikirjoitus). Tuulivoimaloiden rakentaminen aiheuttaa erämaisten alueiden pienenemisen kaikissa Suomen kunnissa. Voimalan suuruudesta sekä sijainnista riippuu, kuinka paljon erämaiset kohteet ja niiden välinen kytkeytyvyys häiriintyvät. Tarkastellessa kuntien kumulatiivista erämaiden menetystä selvisi, että menetämme suurella nopeudella erämaisia alueita tuulivoimaloiden alueilla (Kuva 2). Siksi on tärkeää, että käyttöikänsä päähän tulevien voimaloiden tilalle rakennetaan uusi voimala, eikä voimalaa rakenneta kokonaan uudelle alueelle, jotta erämaisen luonnon pinta-ala ei vähene entisestään ja että erämaisuutta ja kytkeytyvyyttä tutkitaan uudelleen jatkokäyttöä arvioidessa.



Kuva 2. Erämaisuus esimerkki Pohjois-Pohjanmaalta (Vuori ym. käsikirjoitus RePower-CEST -hanke). A: Kartassa esitetään erämaisyyden arvot asteikolla 0–1, jossa arvo 0 kuvaa voimakasta ihmistoiminnan vaikutusta (infrastruktuuri ja populaation tiheys vuodelta 2025, maankäyttö 2018, hakkuut 30 vuoden ajalta ja ojitustilanne) vastaavasti arvo yksi tarkoittaa, ettei ihmistoimintaa ole. Kartalle on piirretty voimaloiden eri tilat: rakennettu, rakenteilla ja suunnitteilla olevat tuulivoimalat yhden kilometrin suojavyöhykealueilla. B: Histogrammi kertoo miten kuvassa olevien voimala-alueiden erämaisuusarvot jakautuvat kymmeneen eri luokkaan. C: Kumulatiivisessa kuvaajassa esitetään neljä tärkeintä erämaisyyden luokkaa ja kuinka paljon niitä tulee häviämään voimaloiden määrän kasvaessa.

Voimaloiden käyttöaikana luonto ehtii elpyä rakennusvaiheen vaikutuksista ja osa lajeista voi sopeutua voimalaympäristöön. Lajien tila on kuitenkin jatkuvassa muutoksessa, ja lajisto sekä lajien levinneisyys voivat muuttua vuosikymmenten aikana. Perustusvaiheessa tehty luontoselvitys ei välttämättä enää ole ajantasainen 30–50 vuoden kuluttua, minkä vuoksi ennen purkupäätöstä on tärkeää arvioida luontoarvot sekä kumulatiiviset vaikutukset uudelleen. Asiantuntijahaastattelun mukaan, luonnon kannalta on perusteltua

hyödyntää olemassa olevia voimaloiden pohjia sen sijaan, että rakennetaan kokonaan uudelle paikalle samalla alueella. Mikäli voimalan tilalle rakennetaan uusi voimala, hanke voi olla myös sosiaalisesti hyväksyttävämpi, koska alueen asukkaat ovat jo tottuneet voimaloihin.

4.1 Perustusten jättäminen paikoilleen

Kun perustus jätetään paikoilleen, sen yläpinta voidaan leikata tasoon ja peittää maa-aineksella, esimerkiksi kasvukerroksella tai moreenilla, jotta kasvillisuus palautuu eikä rakenne jää maisemaan näkyviin (YVA-kooste). Perustukset voidaan myös peittää sellaisenaan, ilman yläpinnan leikkausta (asiantuntijahaastattelu). Tuulivoima-alueiden rakentamisen aikana poistettuja maa-aineita ei yleisesti ottaen varastoida purkamisen jälkeistä maisemointia varten (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Osa YVA-selostuksista saattoi kuitenkin mainita maa-aineksen käytön maisemoinnissa, mutta konkreettiset suunnitelmat puuttuivat (YVA-kooste). Käytännöt varastoinnin suhteen voivat tosin vaihdella tapauskohtaisesti. Käytön jälkeiseen maisemointiin tarvittavat maa-aineet joudutaan mahdollisesti tuomaan muualta.

Suomessa tähän mennessä käyttöön päähen tulleiden tuulivoimaloiden osalta voimalan perustukset on pääsääntöisesti jätetty maahan (asiantuntijahaastattelu). Kun maatuulivoimaloiden perustukset jätetään maahan, alue maisemoidaan peittämällä betonirakenteet maa-aineksella (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Perustusten maisemointi soveltuvalla pintamaalla nopeuttaa uuden maannoksen kehittymistä, voi vähentää pohjaveden likaantumisherkkyyttä ja pienentää pohjaveden laadun ja pinnankorkeuden vaihteluita.

Maisemoinnin pintamateriaalina tulee käyttää puhtaita maa-aineita, joista ei kulkeudu haitallisia aineita vesiin. Maa-aines voi olla soraa, hiekkaa tai moreenia. Lisäksi maanpinta muotoillaan ja alueelle voidaan istuttaa kasvillisuutta tai puustoa. Maisemoinnissa rakennetaan ensin peittorakenne, joka on kantava kerros mursketta tai moreenia. Kerros tasaa pinnan ja suojaa betonirakennetta ja on paksuudeltaan joitakin kymmeniä senttimetrejä. Peittorakenteen päälle levitetään pintamaata (humus- tai turvekerros) joka palauttaa kasvillisuuden. Pintamaan paksuus on yleensä 0,3–0,5 metriä, jotta kasvillisuus voi juurtua ja maisema palautua luonnonmukaiseksi (YVA-kooste).

Ruotsissa metsäalueilla edellytetään 50 cm:n maa-aineskerroksen kasaamista siten, että maanpinnan taso on ympäristöään vastaavalla tasolla (Ruotsin energiavirasto, 2016; Asianajotoimisto Hannes Snellman, 2023). Käytännössä tämä voi merkitä sitä, että osa perustuksista tulee poistaa maisemoinnin yhteydessä. Esimerkiksi Yhdysvaltojen energiavirasto on suositellut, että maahan jätettävät perustukset eivät saisi haitata tulevaa maankäyttöä (U.S. Department of Energy, 2023).

4.2 Perustusten paikoilleen jättämisen ympäristövaikutuksista

Perustusten paikoilleen jättäminen ja niiden maisemointi edellyttää vähemmän maaperän muokkausta ja materiaalien kuljetusta verrattuna perustusten purkuun (YVA-kooste). Tämän vuoksi paikoilleen jättämisestä aiheutuu purkamista vähemmän hetkellisiä pöly- ja hiukkaspäästöjä, meluhaittoja sekä kuljetuksista aiheutuvia päästöjä. Vähäisemmän muokkaustarpeen vuoksi perustusten paikoilleen jättäminen aiheuttaa myös vähemmän pintavesiin kohdistuvaa tilapäistä kiintoainekuormaa perustusten purkamiseen verrattuna. Toisaalta maatuulivoimaloiden perustukset muodostavat läpäisemättömän rakenteen, joka voi vaikuttaa maaperän kemiallisiin, fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin mukaan

lukien maaperän vedenläpäisykykyyn sekä veden valumaan (Welstead ym., 2013). Perustukset voivat heikentää veden imeytymistä (U.S. Department of Energy, 2023) ja jos ne jätetään maahan, jäävät niiden rakentamisesta aiheutuneet muutokset, kuten muutokset veden virtausreiteissä voimaan. Selvitystä varten kootussa kirjallisuudessa ei ollut tutkimuksia maatuulivoimaloiden perustusten vaikutuksista pohjaveden muodostumiseen. Yleisesti ottaen läpäisemättömät pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään ja edelleen pohjaveteen (Vakkilainen ym., 2005). YVA-koosteen mukaan pohjavesivaikutukset jäävät yleensä vähäisiksi, kun työt eivät ulotu pohjavedenpinnan alapuolelle.

Perustusten maisemointi palauttaa maiseman alkuperäisen luonteen ja käynnistää kasvillisuuden palautumisen (YVA-kooste). Peittotoimenpiteet vähentävät rakenteiden näkyvyyttä ja niihin kohdistuvaa kulutuskuormaa. Reunavaikutus ja pirstoutuminen voivat korostua lyhyellä aikavälillä, mutta lieventyvät kasvillisuuden palautuessa. Kasvillisuuden palautuminen voi edellyttää kasvillisuuskerroksen tuontia, maanpinnan muotoilua sekä kasvillisuuden tai puiden istutusta (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Tiiviiseen maahan kasvillisuus juurtuu heikosti ja se myös läpäisee huonosti vettä. Maakerroksen tulee olla riittävän paksuinen tukeakseen kasvillisuuden, ml. puiden menestymistä perustusten päällä. Kasvillisuuden palautuminen perustusten päälle riippuu siitä, millaista maa-ainesta on käytetty maisemointiin ja kuinka paksu maakerros alueelle tuodaan. Ohut maakerros tukee esimerkiksi puiden taimettumista heikommin kuin paksumpi kerros. Tuodun maa-aineksen mukana voi alueelle levitä haitallisia vieraslajeja (Welstead ym., 2013).

Jos perustuksia ei tasata lainkaan, vaan ne ainoastaan peitetään maa-aineksella, jää perustuksen kohta kumpareeksi ympärillä olevaan alueeseen nähden (asiantuntijahaastattelu). Tämä voi vaikuttaa maankäyttöön viljelysmailla. Suomessa maatuulivoimalat ovat kuitenkin pääsääntöisesti metsämaalla, jolloin kumpareen merkitys maankäyttöön on todennäköisesti vähäisempi. Paikoilleen jätetty perustus voi mahdollisesti haitata puiden kasvua perustuksen päällä, mikäli muutokset alueen hydrologiassa, mm. vedenjohtavuudessa, tai maa-aineksen riittämätön paksuus heikentävät juurten ankkuroitumista ja veden ottoa. Perustusten päällä kasvavat puut voivat myös olla alttiimpia myrskytuhoille. Maisemoinnissa täytyy alueen pinnanmuodostumien vakaus huomioida, etteivät maisemoidut rakenteet paljastu myöhemmin (Welstead ym., 2013).

YVA-koosteen mukaan perustusten jättäminen paikoilleen yhdistettynä huolelliseen maisemointiin on monin paikoin arvioitu kokonaisvaikutuksiltaan vähäisemmäksi purkamiseen verrattuna. Myös Welsted ym. (2013) mukaan, perustusten maahan jättämisen riskejä voidaan pitää verrattain alhaisina verrattuna perustusten kaivamisesta, purkamisesta, prosessoinnista ja kuljetuksesta aiheutuviin ympäristövaikutuksiin. On kuitenkin syytä huomioida, että YVA-koosteessa sekä muussa kirjallisuudessa perustusten vaikutuksia on tarkasteltu voimalakohtaisesti. Tämä jättää huomioimatta useiden voimaloiden ja niiden perustusten sijoittumisen samalle alueelle sekä perustusten paikoilleen jättämisestä mahdollisesti aiheutuvat kerrannais- tai kumulatiiviset vaikutukset. Jos perustukset jätetään maahan, voi niitä alueellisesti olla huomattaviakin määriä.

Nykyisen tiedon pohjalta maatuulivoimaloiden ei olla arvioitu aiheuttavan merkittävää maaperän pilaantumista eikä tuulivoima-alueita ole toistaiseksi liitetty ympäristöhallinnon Maaperän tilan tietojärjestelmään (MATTI) (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Myös täyttömaana käytetyn betonin ainesosien vapautuminen pohjavesiin on arvioitu alhaiseksi (DG ENV, 2011). Toisaalta tutkimustulokset eivät aina ole yksiselitteisiä ja mm. olosuhteiden ja betonin ainesosien on havaittu vaikuttavan mahdolliseen haitta-aineiden

huuhtoumaan. Esimerkiksi Welstead ym., (2013) mukaan, maaperän laatu tulisi huomioida, kun perustukset jätetään maahan, sillä alhainen pH ja sulfaattimaiden esiintyminen voivat nopeuttaa teräsbetonirakenteiden korroosiota. Myös jotkin seosaineet, erityisesti jätevirtoja hyödyntävät, voivat nostaa betonin ympäristölle haitallisten aineiden pitoisuuksia. Betonin ympäristövaikutuksia on kuvattu tarkemmin luvussa 6.

Perustusten ilmastovaikutukset syntyvät pääasiassa betonista ja raudoituksesta (YVA-kooste). Betonin päästökerroin on tyypillisesti noin 0,19 kg hiilidioksidiekvivalenttia/kg, ja raudoituksen noin 0,67 kg hiilidioksidiekvivalenttia/kg. Perustusten jättäminen maahan tai niiden osittainen purku vähentää elinkaaren loppuvaiheen päästöjä, koska tällöin vältetään betonin murskauksesta ja kuljetuksista. Huolellinen maisemointi ja mahdollinen metsittäminen tukevat hiilinielujen palautumista. Toisaalta, jos perustukset jätetään maahan, menetetään mahdollisuus betonin ja teräksen kierrätykseen ja uusiokäyttöön. YVA-koosteessa mainitaan myös betonin kierrätysmahdollisuudet. Betonimursketta voidaan käyttää maanrakennuksessa tai sementin valmistuksessa. Kierrätys vähentää neitseellisten raaka-aineiden tarvetta ja voi osittain kompensoida purun päästöjä mutta purkuvaiheen päästöt louhinnasta, kuljetuksesta ja murskauksesta ovat silti merkittäviä. Kierrätyksen ilmastohyöty riippuu siitä, korvataanko sillä sementin valmistusta, joka on erittäin hiili-intensiivistä, vai käytetäänkö mursketta vain täytemateriaalina.

4.3 Perustusten purkaminen (osittain tai kokonaan)

Maatuvivoimaloiden perustusten purkaminen tarkoittaa käytännössä betonista ja teräksestä muodostuvien perustusten poistamista maaperästä, purkujätteen asianmukaisen jätehuollon järjestämistä sekä alueen maisemointia². Perustukset voidaan purkaa joko kokonaan tai osittain tiettyyn syvyyteen saakka (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Noin 2–3 MW voimalan perustusten purun on arvioitu kestävän noin viikon, mutta vähemmän jos vain perustusten ylin kerros puretaan (Welstead ym., 2013).

YVA-koosteesta tai muistakaan kotimaisista lähteistä ei löydetty tarkkoja arvioita purkamiseen tarvittavasta ajasta, mutta purun kestoon vaikuttaa perustamistapa, rakenne ja purkausmenetelmän työläys. Lisäksi voimalan koko ja napakorkeus vaikuttavat myös perusteiden kokoon. Osittainen purku ja maisemointi on nopeampaa kuin täydellinen poisto. YVA-koosteessa todettiin purkuvaiheen vastaavan rakentamisvaiheen työvaiheita ja kalustoa, joten voidaan olettaa, että yhden voimalan purku kestää useita päiviä tai viikkoja, riippuen yllä mainituista tekijöistä. Joissakin YVA-koosteen kohdissa todetaan, että purku on hidasta ja työlästä, erityisesti betoniperustusten osalta, ja räjäytys on tehokkain menetelmä.

Purkamisen työvaiheet ja käytettävä kalusto ovat pitkälti samanlaisia kuin rakentamisvaiheessa (YVA-kooste). Perustusten purkaminen edellyttää maansiirtotöitä etenkin maanvaraisten gravitaatioperustusten osalta (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Ennen purkamista perustukset kaivetaan esiin poistamalla kaikki perustusten yläpuoliset massat ja siirtämällä maa-ainekset syrjään. Lisäksi perustusten reunoille täytyy mahdollisesti tehdä riittävät kaivannot estämään reunojen sortumista töiden aikana. Purkamisesta aiheutuvan kaivannon syvyydet ja sitä myöten täyttyön vaadittavien maamassojen suuruus vaihtelevat, koska perustukset suunnitellaan tapauskohtaisesti alueen maaperä ja olosuhteet huomioiden. On kuitenkin arvioitu, että perustusten purku edellyttää noin 1 500–2 000 m³ maa-aineiden kaivamista (asiantuntijahaastattelu).

² Tuulivoimaloiden perustusten purkaminen. Muistio. Ympäristöministeriö 5/2023

Perustusten purku on hidasta ja työvoimavaltaista, sillä se edellyttää betonirakenteiden lohkomista ja teräsrakenteiden leikkelemistä (FCG, 2025). Purkaminen suoritetaan joko rammeroimalla, eli lohkomalla kaivinkoneeseen kiinnitettävän hydraulisen iskuvasaran avulla, tai räjäyttämällä (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Räjäytyksessä porataan panokset rakenteen ytimeen ja räjäytys toteutetaan suojamattojen alla (asiantuntijahaastattelu). Gravitaatiorunkojen purkamisessa räjäytys on yleinen menetelmä (asiantuntijahaastattelu). Suomessa kokemuksia perustusten purusta ei juurikaan ole muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. YVA-koosteen mukaan, perustusten yhteydessä olevat maakaapelit voidaan usein jättää paikoilleen tai poistaa tapauskohtaisesti. Syvällä olevien maadoitusjohtimien poisto ei aina ole tarkoituksenmukaista kustannusten, vaikutusperusteiden ja pohjaveden suojaamisen kannalta. Poistetut metallit ohjataan kierrätykseen.

Kallioankkuriperusteisten maatuulivoimaloiden purkamisen on arvioitu olevan hankalampaa kuin maanvaraisten laattaperustusten, jos kallion pinta tulee puhdistaa betonista täysin (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Toisaalta kallioankkuriperustuksen kohdalla maa-aineksia on kaivettava ja siirrettävä syrjään merkittävästi vähemmän maanvaraisen laattaperustuksen purkamiseen verrattuna. Kallioon upotettavien ankkurointien poistamisesta ei selvitykseen löytynyt tietoa. Asiantuntijahaastattelun perusteella poistamista ei pidetty tarkoituksenmukaisena, vaan paremmaksi nähtiin ankkureiden leikkaaminen kallion pinnan myötäisesti.

Syntynyt kaivanto täytetään maa-aineksella (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Se voi olla peräisin tuulivoimala-alueelta, esimerkiksi voimalan perustamisvaiheessa rakennetulle nosturikentälle tuodusta hiekasta ja sora-aineksesta. Vaihtoehtoisesti maa-aines voidaan tuoda kohteeseen muualta. Koska täyttömaan tarve on suuri, käytännössä kaivannon täyttämisessä hyödynnetään yleisesti kivimursketta (Welstead ym., 2013). Täyttömaa muotoillaan maastoon sulautuvaksi (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Tarvittaessa kohteeseen tuodaan myös kasvukerros, joka mahdollistaa kasvillisuuden istuttamisen. Perustusten purku voi edellyttää maanpinnan muokkaamista ennen uuden pintamateriaalin levittämistä, sillä maaperä on tiivistynyt perusteiden alla (YM, 2023).

Tähän mennessä Suomessa puretut voimalat ovat olleet ensimmäisen vaiheen pienempiä voimaloita (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Suurenevien tornien myötä, myös purkutyöt tulevat olemaan mittavampia. Purkamista suunniteltaessa on syytä myös huomioida, että tuulivoimarakentamiseen liittyvät käytännöt ja tekniikka kehittyvät koko ajan (Welstead ym., 2013). Tästä syystä tuulivoimalan rakentamisvaiheessa tehty suunnitelmat purkamiseen liittyen tulisi tarkistaa ennen purkutyön aloitusta. Lisäksi olisi syytä perehtyä rakentamisen aikaisiin käytäntöihin ja niiden vaikutuksiin purkutöiden suunnittelussa.

4.4 Perustusten purkamisen ympäristövaikutuksista

Perustusten purkutyön aiheuttamat haitalliset ympäristövaikutukset ovat lyhytkestoisia (Welstead ym., 2013). Perustusten purkaminen edellyttää enemmän maaperän muokkausta ja materiaalien kuljetusta verrattuna perustusten maahan jättämiseen (YVA-kooste). Tämän vuoksi perustusten purkamisesta myös aiheutuu niiden maahan jättämistä enemmän hetkellisiä pöly- ja hiukkaspäästöjä, melua, tärinää sekä kuljetuksista aiheutuvia päästöjä. Mikäli perustusten kaikki rakenteet puretaan, tuulivoimahankkeella ei purun jälkeen ole vaikutuksia maankäyttöön (FCG, 2025). Alueen virkistyskäyttö voi heikentyä tilapäisesti melun ja liikenteen vuoksi. Raskas liikenne voi myös aiheuttaa liikenneturvallisuushaittaa (FCG, 2025).

Purkutyö ja purkumateriaalin kuljetus (betoni, kiviainekset, teräs) lisäävät työkoneiden käytön ja raskaan liikenteen määrää ja siitä aiheutuvia päästöjä purkamatta jättämiseen verrattuna. Purkuvaiheessa käytetään järeää kalustoa (louhinta, murskaus), mikä lisää polttoaineen kulutusta ja kuljetustarvetta. Purkumateriaalin kuljetukseen tarvittavat matkat vaihtelevat tuulivoimalan sijainnin ja materiaaleja vastaanottavien keskusten mukaan (Häkkinen & Tuomainen, 2025). Täten myös purkumateriaalin kuljetuksesta sekä prosessoinnista aiheutuvat päästöt riippuvat kuljetusetaisyyksistä sekä siitä, kuinka materiaali hyödynnetään (Roschier ym., 2023). Esimerkiksi eräässä kaavaselvityksessä, maanvaraisten teräsbetoniperusten rakentamisvaiheessa raudoituksen ja betonin kuljetusta varten arvioitiin tarvittavan noin 70 kuorma-autokuormaa³ yhtä tuulivoimalaa kohden (FCG, 2025). Kallioankkuriperustusten osalta määrä on pienempi. Määrää ei voinne kuitenkaan suoraan verrata perustusten purkamiseen tarvittavaan raskaan liikenteen kuormamäärään. Purkamisesta syntyvän materiaalin määrä on useita tuhansia tonneja per voimala, mikä tarkoittaa kymmeniä raskaita kuljetuksia perustusta kohden. Jos tuulivoima-alueella on esimerkiksi 20 voimalaa, kuljetusmäärät voivat nousta satoihin, jopa yli tuhansiin raskaisiin kuljetuksiin, ellei murskausta ja hyötykäyttöä toteuteta paikan päällä (YVA-kooste).

Maaperään, pintavesiin ja hydrologiaan kohdistuvat vaikutukset liittyvät erityisesti perusteiden purkamisen aikaiseen pintamaiden poistoon, kaivantoihin ja louhintaan, jotka lisäävät hetkellisesti eroosioriskiä ja kiintoainekuormitusta (YVA-kooste). Maaperän kaivaminen ja louhinta muuttavat valuntaa ja voivat lisätä sameutta sekä kiintoainekuormaa. Tämä voi hetkellisesti vaikuttaa pinta- ja pohjaveden määrään ja laatuun (Welstead ym., 2013). Pohjavesivaikutuksia syntyy etenkin pohjavedenpinnan alapuolisissa töissä, maapeitteen ohentuessa ja paineellisen pohjaveden purkautuessa (YVA-kooste). Pohjavesivaikutukset ovat tapauskohtaisia ja riippuvat kaivussyvyydestä, maaperän rakenteesta ja käytetyistä materiaaleista. Kiintoainekuorma voi hetkellisesti kasvaa lähivesissä, erityisesti jos kaivutyöt ulottuvat pohjavedenpinnan alapuolelle. Pohjavesivaikutukset ovat kuitenkin yleensä paikallisia ja lyhytaikaisia, kun työt suunnitellaan oikein. Happamien sulfaattimaiden tai mustaliuskeen esiintyessä massat tulee käsitellä siten, että hapettuminen estyy tai vaikutuksia vähennetään peitolla, neutraloinnilla ja stabiloinnilla. Purkutöissä tulee huomioida öljy- ja kemikaalivuotojen torjunta sekä räjäytysten mahdolliset typpiyhdisteet.

Perustusten purkamisen tuottaman kaivannon täyttäminen vaatii huomattavia määriä maata tai kivimursketta. Tilanteissa, joissa tuulivoimalan perustamisen aikana poistettua maa-ainesta ei ole varastoitu tai se ei riitä, tulee maa-ainekset tuoda muualta. Massatasapainon tavoittelu, esimerkiksi kaivumaiden hyödyntäminen, vähentää tuontiaineksen tarvetta ja kuljetusmääriä (YVA-kooste). Kaivannon täyttö ja maisemointi täyttömaalla, esim. kivimurskeella voi aiheuttaa samankaltaisia ekologisia vaikutuksia verrattuna tilanteeseen, että alkuperäiset rakenteet jätetään paikoilleen, varsinkin tilanteessa, jossa täyttömaan kemiallinen rakenne eroaa huomattavasti alueen alkuperäisen maa-aineksen rakenteesta (Welstead ym., 2013).

Perustusten purkaminen tuhoaa alueelle tuulivoimalan toiminnan aikana muodostuneen kasvillisuuden (Welstead ym., 2013). Toisaalta perustusten purkaminen ja alueen ennallistaminen voivat tukea alueen alkuperäisen kasvillisuuden palautumista pidemmällä aikavälillä. Purkamisessa käytettävät työkoneet (Welstead ym., 2013) ja ylipäättään tuulivoimalan rakenteet (Häkkinen & Tuomainen, 2025) ovat tiivistäneet maata. Tiiviiseen maahan kasvillisuus juurtuu heikosti ja se myös läpäisee huonosti vettä (Häkkinen &

³ Selostus koski seitsemän tuulivoimalan voimalahanketta, jonka kokonaistehokkuudeksi oli ilmoitettu alle 45 MW.

Tuomainen, 2025). Pintamaan poisto ja kasvillisuuspeitteen väheneminen voivat myös muuttaa alueen maisemarakennetta (YVA-kooste). Vaikutukset ovat yleensä paikallisia ja osin palautuvia, mutta kalliomailla palautuminen on yleisesti ottaen hitaampaa.

Elinympäristöt palautuvat, kun työt päättyvät ja maisemointi toteutetaan.

Asiantuntijahaastattelun mukaan, rakenteiden purkamisella ja alueiden metsittämisellä olisi mahdollisesti myönteisiä vaikutuksia myös hydrologiaan ja vesistökuormitukseen.

Perustusten purkamisen seurauksena syntyneen kaivannon täyttämiseen käytettävän maa-aineksen mukana voi alueelle levitä haitallisia vieraslajeja (Welstead ym., 2013).

Materiaalivirtojen osalta purku mahdollistaa kierrätyksen. Tämä parantaa materiaalitehokkuutta tuulivoimalan elinkaaren lopussa (YVA-kooste). Puretuista perustuksista saadaan toimitettua betonia ja teräsrakenteita kierrätykseen ja uusiokäyttöön (Häkkinen & Tuomainen, 2025). YVA-koosteen mukaan, perustuksia voidaan hyödyntää myös osana muuta rakentamista, esimerkiksi pohjarakenteena tai rakenteellisena elementtinä. Yksittäisistä maatuulivoimaloista voidaan saada käyttöön satoja tonneja ja tuulivoima-alueilta tuhansia tonneja betoni- ja teräsmateriaalia (Häkkinen & Tuomainen, 2025).

Materiaalien, kuten teräksen ja betonin kierrätysarvo on noussut uudelleen prosessoinnin tekniikan kehittyessä ja maailmanlaajuisen materiaalikysynnän kasvaessa (Ortegon ym., 2013). Esimerkiksi teräs on luokiteltu kriittiseksi materiaaliksi, jonka kierrättäminen tuulivoimaloista esimerkiksi uusien tuulivoimaloiden materiaaliksi vähentäisi maailmanlaajuisia resurssien kysyntää. Teräksen tuotanto on hyvin hiili-intensiivistä (päästökerroin n. 0,67 kgCO₂-ekv/kg verrattuna betonin tuotantoon 0,19 kgCO₂-ekv/kg) (YVA-kooste). Vaikka raudoituksen massamäärä on pienempi kuin betonin, sen osuus hiilijalanjäljessä voi olla suuri – etenkin suurissa voimaloissa, joissa raudoitusta voi olla 500–700 tonnia per perustus. Teräksen valmistus edellyttää malmien louhintaa, energiantensiivistä sulatusta ja kuljetuksia, mikä lisää ympäristökuormaa. Raudoitus on lähes 100 % kierrätettävää, mikä on merkittävä etu verrattuna betoniin, jonka kierrätysmahdollisuudet ovat rajallisemmat. Kierrätys vähentää neitseellisen teräksen tarvetta ja kompensoi osan ilmastokuormasta. Purkuvaiheessa raudoituksen erottelu betonista vaatii murskausta ja lajittelua, mikä lisää energiankulutusta sekä melu- ja pölyhaittoja. Jos perustukset jätetään maahan, kierrätyshyöty menetetään, mutta vältetään purkuvaiheen lisäpäästöt. Jos ne puretaan, kierrätys tuo ympäristöhyötyjä, vaikka purku lisää päästöjä.

Voimaloiden osien ja materiaalien hyötykäyttö sekä kierrätysmenetelmät kehittyvät nopeasti (YVA-kooste). Tästä syystä nykyiset analyysit voivat olla varovaisia verrattuna siihen, mitä elinkaaren lopussa on käytännössä tarjolla. Kehittyviä ratkaisuja ovat muun muassa betonin uusiokäyttö, metallien kierrätys ja komponenttien uudelleenkäyttö.

5. Tuulivoiman vesistövaikutukset

Vesistövaikutusten osalta ei ole mahdollista täysin määrittää, miltä osin vaikutukset aiheutuvat maatuulivoimaloiden perustuksista ja miltä osin muista tuulivoima-alueiden rakenteista tai niiden yhteisvaikutuksista. Tästä syystä vesistövaikutusten selkeyttämiseksi on raporttiin koottu katsaus tuulivoimala-alueiden tunnetuista vesistövaikutuksista yleisellä tasolla.

Voimala-alueet, sähkönsiirtolinjat ja tiestön rakentaminen vaikuttavat suoraan tai välillisesti vesistöihin. Tuulivoimaloita sijoitetaan usein valuma-alueille, joissa erityisesti metsätalouden vaikutus vesistöihin on jo ennestään merkittävää. Metsätalousalueilla

ojitukset, hakkuut ja maanmuokkaus ovat muuttaneet valuma-alueiden hydrologiaan siten, että ylivirtaamat ovat voimistuneet ja alivirtaamakaudet lisääntyneet. Tämä johtuu veden varastointikapasiteetin vähenemisestä sekä lisääntyneestä hydrologisesta kytkeytyneisyydestä. Metsätalouden toimenpiteet ovat lisänneet myös vesistökuormitusta. Erityisen merkittäviä vesistö- ja ilmastovaikutuksia aiheuttavat turvemaiden ojitukset (Finér ym., 2010).

Tuulivoimahankkeiden määrän kasvaessa tuulivoimala-alueet sijoittuvat yhä lähemmäs toisiaan ja useita hankkeita sijoittuu yksittäisten vesistöjen valuma-alueille. Esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaan maakunnan eteläosissa toiminnassa olevien ja suunnitteilla olevien tuulivoimalahankkeiden hankealueet voivat paikoitellen kattaa yli 80 % rannikon pienten jokien valuma-alueiden pinta-alasta. Tuulivoimaloiden koko myös on jatkuvasti kasvanut, niiden pystytyskentät ovat aiempaa suurempia ja alueiden tiestöltä edellytetään suurempaa kantavuutta. Hankkeita on perustettu pääasiassa kivennäismaavaltaisille alueille, mutta suunnitelmia on tehty enenevässä määrin myös turvemaavaltaisille alueille (Kropsu ym., 2025).

Tuulivoimahankkeiden rakentamistoimet, kuten maankuivatus, tiestön ja sähkönsiirtoreittien rakentaminen sekä tuulivoimaloiden pystyttäminen, edellyttävät laajoja maanrakennustöitä ja veden johtamisen järjestelyjä. Rakentamisalueilla tarvitaan usein myös metsänhakkuita. Rakennustoimien aiheuttama eroosio ja kiintoainekuormitus ovat lyhytaikaisia, mutta ojitusten ja tiestön seurauksena hydrologisen kytkeytyneisyys muuttuu pysyvästi. Tämä johtaa valuntareittien muutoksiin ja voi äärevöittää virtaamia. Myös voimaloiden perustukset lisäävät vettä heikosti läpäisevää maa-alaa, mikä vähentää veden varastotilavuutta ja voimistaa valuntapiikkejä.

Erityisesti turvemailla vesistökuormitus voi kasvaa merkittävästi ja vaikutus voi olla pitkäkestoinen turpeen hajoamisen vuoksi (Nieminen ym., 2017). Maan kuivatus voi lisäksi lisätä myös happamuusongelmia ja metallikuormitusta. Rakentaminen ja siihen liittyvät hakkuut voivat aiheuttaa pitkäkestoisia muutoksia myös vesistöjen rantavyöhykkeillä. Voimala-alueiden ja niihin liittyvän infrastruktuurin rakentaminen saattavat edelleen voimistaa valuntapiikkejä ja vähentää veden varastotilavuutta metsätalouden jo valmiiksi muuttamilla alueilla. Lämpötilan ja sademäärän muutokset lisäävät myös orgaanisen hiilen huuhtoutumista maaperästä, mikä kiihdyttää vesistöjen tummumiskehitystä (Härkönen ym., 2023).

6. Yleisesti maahan jätettävien betonirakenteiden ympäristövaikutuksista

Maatuulivoimaloiden betoniperustusten maahan jättämisen mahdollisista ympäristöriskeistä ei löytynyt tutkimuskirjallisuutta selvitystä varten. Tästä syystä aihetta lähestyttiin koostamalla katsaus betonirakenteiden ja betonimurskeen ympäristövaikutuksista.

Siinä missä maatuulivoimaloiden perustusten ympäristövaikutuksia on tutkittu vähän, löytyy betonirakenteiden sekä kierrätetyn jätebetonin käytön ympäristövaikutuksista runsaasti tutkimuskirjallisuutta. Koska maatuulivoimaloiden perustuksissa on huomattava määrä betonia, voidaan perustusten maastoon jättämisen ympäristövaikutuksia jossain määrin arvioida myös yleisen betonikirjallisuuden avulla. Vaikutukset eivät kuitenkaan ole suoraan verrannollisia.

Betonin valmistukseen liittyvien hiilidioksidipäästöjen lisäksi keskeinen ympäristökysymys on ollut betonin sisältämien raskasmetallien ja muiden haitallisten aineiden vapautuminen ympäristöön (Hillier ym. 1999; Beddoe ym. 2022). Betonista voi huuhtoutua raskasmetalleja ja muita hivenaineita, kuten kromia, lyijyä, kadmiumia ja vanadiinia, jotka voivat aiheuttaa maaperän pilaantumista (Gupta ym. 2018; Wang ym., 2023) tai olla haitallisia vesieliöille (Elkadi ym. 2010; Purdy ym., 2020).

Yleisesti on kuitenkin tunnistettu, että yhtenäiset betonirakenteet pidättävät haitalliset aineet tehokkaasti (Weiler ym. 2025) ja raskasmetallien huuhtoutuminen niistä on vähäistä (Hillier ym. 1999; Gwenzi & Mupatsi, 2016). Arviot betonin käyttöiän aikaisista haitallisten aineiden päästöistä ovat myös vähäisiä (van der Sloot, 2000). Eurooppalaisen standardin (EN 206-1) mukaan valmistetulla betonilla ei arvioida olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia luontaisissa altistumisolosuhteissa (European Committee for Standardization, 2011).

Betoni ei kuitenkaan ole ikuista. Nykyisten betonirakenteiden käyttöikä on tyypillisesti noin 50 vuotta (Alexander & Beushausen, 2019) tai enimmillään joitain satoja vuosia (Al-Neshawy ym., 2023). Betonin rapautuminen on seurausta monista ulkoisista tekijöistä ja reaktiosta, kuten karbonatisoitumisesta, tukiraudoituksen ruostumisesta sekä jäätymis-sulamisreaktioista (Pakkala ym., 2025; Tang ym., 2015). Betonin tukirauditus on erityisen herkkää korroosiolle sulfaattimailla tai jos se altistuu pohjavedelle (Tian ym., 2025). Ilmastonmuutoksen ei arvella merkittävästi muuttavan betonirakenteiden jäätymis-sulamis-altistusta (Pakkala ym., 2025). Tutkimukset hylätyistä betonirakennuksista ovat osoittaneet, että betonin rakenteellinen eheys voi heikentyä merkittävästi 12 vuoden sisällä (Ismail ym., 2016).

Halkeamien ja rapautumisen myötä betonin pinta-alan suhde tilavuuteen kasvaa, mikä lisää haitta-aineiden huuhtoutumista (Eckbo ym., 2022; Hillier ym., 1999). Viimeaikaiset tutkimukset ovatkin keskittyneet murskatun jätteen betonin ympäristövaikutuksiin. Näistä tutkimuksista voidaan saada viitteitä maastoon jätettävien betonirakenteiden pitkäaikaisista vaikutuksista, jos oletetaan, että pitkään rapautunut betonirakenne alkaa muistuttamaan betonimursketta.

Betonimurskeesta huuhtoutuu erityisesti oksianionisessa muodossa olevia metalleja, kuten vanadiinia, kromia, arseenia ja molybdeeniä (Eckbo ym., 2022; Engelsen ym. 2017). Riskin muodostaa myös betonimurskeen läpäisevän suotoveden korkea pH, erityisesti ensimmäisten käyttövuosien aikana (Sanger ym. 2020; Soleimanifar ym. 2023). Päästöjä voidaan lieventää varmistamalla, että betonimurskeen alla katteena on suodattava maakerros (Eckbo ym. 2022; Gupta ym. 2017). Tutkimukset betonimurskeen käytöstä kuitenkin viittaavat siihen, että suotoveden haitalliset aineet muodostavat vähäisen ympäristöriskin, mikä tukee jätteen betonin käyttöä maantäyttömateriaalina (Engelsen ym. 2017; Tompkins ym., 2025; Wang ym. 2023; Zulfiqar ym., 2025).

Kuitenkin on hyvä huomata, että monet tekijät, kuten pH (Engelsen ym., 2017; Galvin ym. 2014), betonin karbonatisoituminen (Yu ym., 2005), veden virtausolosuhteet (Tompkins ym., 2025), maaperän orgaaninen aines (Eckbo ym., 2022) sekä lähtömateriaalin koostumus ja historia (Soleimanifar ym., 2023) voivat vaikuttaa huuhtoumaan ja sitä kautta ympäristöriskin suuruuteen. Betonimurskeen tapauksessa murskeen koolla voi myös olla merkitystä - pienemmän partikkelikoon on muun muassa havaittu olevan yhteydessä suurempiin suotoveden kromipitoisuuksiin (Eckbo ym., 2022; Lu ym., 2016). Tutkimustuloksissa on myös vaihtelua. Erityisesti laboratorio- ja kenttätutkimusten tulokset

usein eroavat toisistaan, sillä kenttäolosuhteita on vaikea toisintaa laboratoriossa (Madras Natarajan ym., 2019; Sanger ym. 2020).

Lisäksi betonin seosaineita on alettu korvaamaan kierrätetyillä materiaaleilla (Punkki, 2021), kuten lentotuhkalla (fly ash), joka lisää betonin sisältämien haitallisten aineiden pitoisuuksia (Müllauer ym., 2015). Kohonneista pitoisuuksista huolimatta lentotuhkaa sisältävän betoni ei näytä muodostavan merkittävästi suurempaa ympäristöriskiä tavanomaiseen betoniin verrattuna (Gwentsi & Mupatsi, 2016; Shi & Kan, 2009; Ren ym. 2022). Betonin valmistukseen voidaan myös yhdistää jätevirtojen käsittelyä, minkä seurauksena betonin kromipitoisuudet voivat kasvaa niin suuriksi, että ne muodostavat ympäristöriskin (Lu ym., 2016). Vaihtelu betonin seosaineissa ja siten haitallisten aineiden pitoisuuksissa lisää epävarmuuksia ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Vaikka betonirakenteiden ympäristöriskit on arvioitu melko pieneksi, maatuulivoimaloiden perustusten purkaminen ja betonijätteen kierrätys voivat olla maaperän ja vesiensuojelun kannalta perusteltuja, jos alueet poistuvat voimalakäytöstä. Voimala-alueiden palauttaminen metsätaloudeksi saattaisi myös edistää vesistöjen hydrologian ennallistumista. Kysymys maatuulivoimaloiden perustusten purkamisesta kytkeytyy myös laajempaan kansainväliseen keskusteluun uusiutuvan energian infrastruktuurin elinkaaresta ja kumuloituvista pitkäaikaisvaikutuksista. Viimeaikaiset tutkimukset ovat tunnistaneet aukkoja ja heikkouksia laitosten purkamiseen liittyvässä sääntelyssä Euroopassa. Tuulivoimalahankkeet muodostavat vain osan tästä kokonaisuudesta. (De Laurentis & Windemer, 2024; Frolova ym., 2025; Invernizzi ym., 2020.) Kuten kappaleessa 4.2 todettiin, voimalakohtaisten vaikutusten lisäksi on hyvä tarkastella myös alueellisia kumuloituvia vaikutuksia. Vastaavasti on hyvä ottaa huomioon, jos tuulivoima-alueella on muuta maankäyttöä, johon voi liittyä kysymys rakenteiden jättämisestä maastoon.

7. Esimerkkejä muista EU-jäsenmaista

Ranskassa maatuulivoimaloiden perustukset tulee purkaa (Asianajotoimisto Hannes Snellman, 2023). Ranskassa purkamisvelvoitteesta on kuitenkin mahdollisuus poiketa, jos purusta aiheutuisi enemmän ympäristöhaittaa kuin hyötyä. Tanskassa perustukset tulee purkaa osittain (Aldén ym., 2013). Tanskassa tuulivoimalaa perustettaessa kunta voi edellyttää tuulivoimayhtiön käyttämään hyväksyttyä betonityyppiä, joka vähentää tai poistaa kemikaalivuotojen riskin perustuksista.

Saksassa liittovaltiotasolla on linjattu, että perustukset tulee poistaa (Saksan standardointilaitos, 2020). Standardissa ohjeistetaan, että perustusten päällä oleva maannos siirretään, jonka jälkeen perustukset puretaan kokonaan ja poistetaan alueelta. Jos perustuksissa on käytetty haitallisia aineita, ne tulee poistaa asianmukaisesti. Perustusten purkamista koskevan velvoitteen laajuus vaihtelee kuitenkin osavaltioittain ja riittäväksi on katsottu perustusten purkaminen muutaman metrin syvyydeltä maaperästä. Saksan standardissa todetaan, että ihannetapauksissa betoniperustukset tulisi kierrättää paikan päällä uudelleenkäyttöä varten. Perustusten purun jälkeen alue tulee palauttaa mahdollisimman lähelle sen alkuperäistä luontaista tilaa.

Ruotsissa perustusten purkamisvelvoitetta ei ole. Ruotsin energiaviraston ohjeissa kuitenkin todetaan, että tuulivoimaloiden jälkikäsittelyn suunnitelmien tulisi sisältää suunnitelman perustusten osalta ja että tietyissä tilanteissa koko perustus voi olla tarpeen poistaa (Ruotsin energiavirasto, 2016). Ruotsin energiaviraston ohjeissa on suositeltu tuulivoimaloiden jälkikäsittelyä erikseen maatalous- ja metsäalueille riippuen alueen

käyttötarkoituksesta sekä jaoteltuna erilaisiin perustustyyppeihin siinä tapauksessa, että perustukset jätetään maahan. Ruotsin energiavirasto toteaa suosituksessaan esimerkiksi, että metsämailla sijaitsevien tuulivoimaloiden perustusten päälle, mutta maaperän tasolle, tulisi sijoittaa 50 cm maa-ainesta. Suositeltu 50 cm taso mahdollistaisi puiden juurten ankkuroitumisen normaaleissa sääolosuhteissa sekä maanmuokkauksen ilman perustusten erityishuomiota. Toisaalta ohjeistuksessa huomioidaan, että suositus pätee tilanteissa, joissa perustusten paikalle kasvavat puut ovat vähintään samanpituisten puiden ympäröimiä. Tämän todetaan vähentävän myrskytuhojen riskiä. Suosituksessa mainitaan myös, että sateet tai pohjavesi eivät saisi muodostaa veden peittämiä alueita perustusten yläpuolelle, jos perustusten keskellä on painauma. Perustusten peittämiseen käytettävän maa-aineksen tulisi olla ympäröivän maaperän kaltaista eikä sen tulisi olla liian karkeaa puiden vedensaannin varmistamiseksi.

Maatalousympäristöjen osalta, Ruotsin energiavirasto suosittelee, että perustusten päällä tulisi olla yksi (1) metri, ympäristön kanssa samalla tasolla olevaa maata (Ruotsin energiavirasto, 2016). Myös tässä tilanteessa lisättävän maa-aineksen tulee olla ympäröivän maaperän kaltaista. Tämän syvyyden on katsottu mahdollistavan alueen maatalouskäytön sekä minimoivan perustusten vaikutukset viljelykasveihin ja niiden veden saantiin. Toisaalta mainitaan, että suositeltu jälkikäsitteilytaso sisältää joitakin rajoituksia alueen jälkikäyttöön sillä maassa olevat perustukset estävät veden kapillaarimaisen nousun syvemmältä maaperästä. Suosituksissa mainitaan myös, että jälkikäsitteilysyvyyden vaikutukset voivat vaihdella maaperätyypin mukaan niin, että savimaa voi aiheuttaa merkittävää veden nousua, kun taas hiekkamaa vain vähäistä.

Ruotsin energiaviraston tuulivoimaloiden purkamista koskevista suosituksista huomioidaan myös erilaisiin perustustyyppeihin liittyvät huomiot (Ruotsin energiavirasto, 2016). Suositusten mukaan, gravitaatioperustusten osalta on tärkeä osoittaa, että betoni ei sisällä haitallisia aineita, jotta se voidaan jättää maahan. Suositus toteaa, että arvioinnin mukaan betoniperustusten aiheuttama pilaantumiskirski on alhainen, edellyttäen että ympäristölle haitallisten aineiden pitoisuudet betonissa ovat alhaiset. Suosituksissa todetaan, että perustuksissa käytettyjen rakennusmateriaalien kuvaus tulisi olla viranomaisten käytössä purkamisen yhteydessä. Kuvauksen tulisi sisältää tiedot mahdollisista vaarallisista aineista ja komponenteista.

Kallioankkuriperustusten osalta Ruotsin energiaviraston suosituksissa todetaan, että pultit tulisi voida katkaista ja betoni poistaa kallion tasolle, jonka jälkeen alue tulisi käsitellä mahdollisimman paljon ympäröivää aluetta muistuttavaksi (Ruotsin energiavirasto, 2016).

Ruotsin energiaviraston tuulivoimaloiden purkamista koskevista ohjeissa todetaan, että betoniperustukset murskataan, rauditusrauta erotetaan ja betonimurske voidaan käyttää uudelleen tuulivoima-alueella täytemaana, jos voimalatoiminta alueella jatkuu (Ruotsin energiavirasto, 2016).

8. Haittojen vähentäminen ja suositukset

YVA-koosteessa täsmennetään, että kun haittojen vähentämistä on mietitty jo suunnitteluvaiheessa huolellisella voimaloiden sijoittamisella, pienenee myös haitallisten vaikutusten määrä purkamisen ja perustusten paikoilleen jättämisen kohdalla. Voimalapaikat tulee ensisijaisesti sijoittaa kantaville maille ja välttää turvealueita sekä paineellisen pohjaveden esiintymisalueita. Lisäksi on tärkeää kartoittaa mahdolliset sulfaattimaat ja mustaliuske, jotka voivat vaikuttaa rakentamisen riskeihin. Voimaloiden

sijoittelu ja pohjatutkimukset on tehtävä huolellisesti, jotta perustamistapa voidaan valita oikein.

Perustuksissa käytetyt rakennusmateriaalit ja niiden sisältämät mahdolliset haitta-aineet tulee olla dokumentoitu hyvin ja viranomaisten käytössä purkupäätöstä tehtäessä. Runsaasti betonia sisältävien perustusten (gravitaatioperustus) osalta on kiinnitettävä huomiota betonin seosaineisiin. Yleisesti betoniperustusten aiheuttama pilaantumiskahva on alhainen, mutta jotkin seosaineet, erityisesti jätevirtoja hyödyntävät, voivat nostaa betonin ympäristölle haitallisten aineiden pitoisuuksia.

Purkutöitä tulisi toteuttaa hallitusti vaiheistaen (YVA-kooste). Räjähäytys on tehokas menetelmä, mutta lohkominen ja murskaus voivat soveltua paremmin kohteen mukaan. Riskienhallinnassa tulisi painottaa paineellisten pohjavesikerrosten tunnistamista, samentuman ja kiintoainekuormituksen rajoittamista, puhtaiden maa-ainesten käyttöä sekä varautumista öljy- ja kemikaalivuotoihin. Työvaiheiden ajoitus ja reittikoukkaukset herkkien kohteiden ohittamiseksi pienentävät ympäristöriskijä.

Alueen hydrologian, maisemapiirteiden ja alueen ekologian tarkka tunteminen on tärkeää maatuulivoimaloiden purkutöitä suunniteltaessa (Welstead ym., 2013). Myös ilmastonmuutoksen tuomat muutokset on syytä huomioida. Purku- ja ennallistamissuunnitelmassa tulee erityisesti ottaa huomioon pohja- ja pintavesien hyvän tilan turvaaminen, samoin kuin alueen eroosioherkkyys vesistöjen suojelun näkökulmasta. Raskaat työt olisi suositeltavaa ajoittaa routa-aikaan, etenkin soilla, jotta maaperän kantavuus paranee ja vesistökuormitus vähenee.

Jos perustukset puretaan, tulee betoni ja metallit ohjata kierrätykseen (YVA-kooste). Lisäksi on tärkeää seurata kehittyviä menetelmiä, kuten uusiokäyttöratkaisuja, sillä niiden saatavuus ja tehokkuus todennäköisesti paranevat kehittyvien menetelmien myötä tuulivoimalan elinkaaren loppua kohden.

9. Yhteenveto

Maatuulivoimaloiden perustusten purkamisen tai maahan jättämisen ympäristövaikutukset eivät ole yksiselitteisiä. Perustusten purkamisen ympäristövaikutukset ovat osittain samankaltaisia perustusten rakentamiseen verrattuna. Perustusten purkamisen aikaisesta työstä aiheutuu kielteisiä ympäristövaikutuksia kuten melua, pöly- ja hiukkaspäästöjä sekä purkumateriaalin kuljetuksesta aiheutuvia raskaan liikenteen päästöjä. Nämä vaikutukset voivat olla paikallisesti voimakkaita, mutta ohimeneviä. Purkaminen tuhoaa perustusten alueelle tuulivoimatuotannon aikana kehittyneen kasvillisuuden. Toisaalta purkaminen voi edesauttaa alkuperäisen kasvillisuuden palautumista. Purkamisesta aiheutuva maaperän kaivaminen ja louhinta voivat muuttaa veden valuntaa ja lisätä kiintoainekuormaa hetkellisesti, mutta voivat edesauttaa hydrologian palautumista luonnonmukaisemmaksi pidemmällä aikavälillä. Purkaminen voi hetkellisesti vaikuttaa myös pohjaveteen, varsinkin jos työt ulottuvat pohjavedenpinnan alapuolelle. Kaivannon täyttämiseen tarvittavan murskeen ja maa-aineksen otto vaikuttaa maaperään, kasvillisuuteen ja vesiin niiden ottoaikassa. Elinympäristöt palautuvat, kun työt päättyvät ja maisemointi toteutetaan asianmukaisesti. Kun perustukset puretaan, alueeseen ei sen jälkeen kohdistu mahdollisia maankäytön rajoitteita. Perustusten purkaminen tuottaa merkittäviä materiaalien kierrätys- ja hyötykäyttömahdollisuuksia. Hyöty- ja uusiokäytön menetelmät kehittyvät nopeasti. Sen vuoksi on perusteltua varautua parempiin kierrätys- ja uusiokäyttöratkaisuihin nykyisten tuulivoimaloiden elinkaarten loppuvaiheessa.

Selvityksessä hyödynnetyn kirjallisuuden mukaan, perustusten paikoilleen jättäminen ja maisemointi aiheuttaa yleisesti ottaen vähemmän välittömiä ympäristövaikutuksia, kuten melua, pöly- ja hiukkaspäästöjä ja kuljetuksista aiheutuvia päästöjä, purkamiseen verrattuna. Tämä edellyttää sitä, että maisemointi tehdään asianmukaisesti. Jos perustukset jätetään maahan, häiriötä aiheutuu vain maisemointiin käytettävien maa-ainesten siirrosta sekä tuulivoima-alueella että maa-ainesten ottopaikalla. Toisaalta perustusten jäädessä maahan, niiden rakentamisesta aiheutuneet valunnan muutokset jäävät voimaan. Maahan jäädessään perustukset muodostavat läpäisemättömän rakenteen, joka vaikuttaa veden johtavuuteen sekä mahdollisesti myös muihin maaperän ominaisuuksiin hyvin pitkäkestoisesti rakenteen pysyvyydestä riippuen. Yleisesti betoniperustusten aiheuttama ympäristön pilaantumisriski on alhainen, mutta jotkin betonin seosaineet voivat nostaa haitallisten aineiden pitoisuuksia. Maisemoinnista riippuen, maassa oleva perustus voi vaikuttaa siihen, millaista kasvillisuutta alueelle voi muodostua. Lisäksi, jos perustukset jätetään maahan, hukataan samalla tilaisuus kierrättää ja hyötykäyttää niiden materiaalit.

Tätä taustaselvitystä varten kootuissa lähteissä maatuulivoimaloiden perustusten ja niiden purkamisen vaikutusten tarkastelu kohdistui pääsääntöisesti yhden voimalan alueelle. Lähteissä ei huomioitu sitä, että tuulivoima-alueilla on lähtökohtaisesti useita voimaloita ja että samalla alueella voi sijaita useampia tuulivoima-alueita. Jos perustukset jätetään maahan, tulisi huomioida, että rakenteita voi samalle alueelle kertyä runsaasti, varsinkin jos aluetta jatkossakin tullaan hyödyntämään tuulivoimatuotantoon. Jos perustukset puretaan, syntyy purkamisesta aiheutuvia häiriöitä jokaisen alueella purettavan voimalan osalta.

Tuulivoimalarakentamisen kumulatiivisia vaikutuksia ei ole maassamme juurikaan tutkittu. Parhaillaan käynnissä olevassa RePower-CEST hankkeessa on kuitenkin havaittu, että tuulivoimaloiden rakentaminen aiheuttaa erämaisten alueiden huomattavaa hupenemista. Lisäksi rakentaminen aiheuttaa merkittävää haittaa ekologiselle kytkeytyvyydelle. Tästä syystä kytkeytyvyyttä ja erämaisia alueita tulee purkuvaiheessa tarkastella uudelleen ja arvioida tuulivoimalan paikan alueellista merkitystä eri luontovaikutusten kannalta.

10. Tietopuutteet ja jatkoselvitystarpeet

Maatuulivoimaloiden purkamisen ympäristövaikutuksia on arvioitu vähemmän verrattuna merituulivoimaloihin ja voimaloiden käytöstäpoiston vaikutukset ymmärretään heikommin muihin tuulivoimaloiden vaiheisiin verrattuna. Lisäksi kummankin tuulivoimatyypin kohdalla purkamisen vaikutuksia oli tarkasteltu lähinnä rakentamisen aikaisten vaikutusten kautta ei niinkään purkamisesta aiheutuvina vaikutuksina. Maatuulivoimaloiden perustuksilla, niiden maahan jättämisellä ja purkamisella on selvityksen perusteella ympäristövaikutuksia, mutta tieto on hajanaista eikä vaikutusten suuruudesta ole selkeyttä.

YVA-koosteen laadinnan yhteydessä kysyttiin kehotteen avulla myös YVA-aineistossa esiintyvistä tietopuutteista. Seuraavat seikat liittyvät tuulivoimaloiden, ja eritoten niiden perustusten purkamiseen. Perustuksissa tarvittavan betonin ja raudituksen määrät arvioidaan usein karkeasti ja ne voivat muuttua merkittävästi voimalan koon ja perustustavan mukaan. Tämän vuoksi YVA:n laatimisen yhteydessä arvioidut perustusmateriaalien määrät eivät välttämättä täsmää todellisiin määriin ja tällä voi olla vaikutuksia perustusten purun suunnittelussa. Arviot purkuvaiheen kestosta, energiankulutuksesta ja päästöistä eivät ole tarkkoja arvioita. Esimerkiksi eri

purkuvaihtoehtojen, räjäytyksen ja mekaanisen murskauksen päästöissä ja meluvaikutuksissa on suuria eroja. Purkuvaiheen suunnitelmissa kuljetukset ja välivarastointi eivät myöskään ole tarkasti mallinnettuja ja kierrätysasteiden oletukset eivät perustu tarkkoihin purkukäytäntöihin, vaan yleisiin arvioihin. Näiden havaintojen perusteella purun vaikutukset tulisi siis arvioida uudelleen purkua suunniteltaessa. Jos perustukset jätetään maahan, vaikutukset pohjaveteen ja maaperään pitkällä aikavälillä ovat epäselviä. Etenkin vesistö- ja pohjavesivaikutusten arviot olivat YVA-aineistossa epätarkkoja. Jos perustukset jätetään maahan, niiden rakentamisesta aiheutuneet vaikutukset jäivät todennäköisesti voimaan. YVA:n laatimisen yhteydessä myöskin rakentamisen aikaiset vaikutukset, kuten kuivatus, eroosio ja kiintoainekuormitus arvioitiin yleispiirteisesti. Pitkäaikaiset vaikutukset pohjaveden laatuun, erityisesti happamien sulfaattimaiden alueilla, olivat epävarmoja. Tarkka tieto puuttui myös massanvaihtojen osalta sekä miten kaivannot muuttavat hydrologiaa. Ylijäämämassojen hyödyntäminen maisemoinnissa oli kuvattu osassa suunnitelmia, mutta tarkkoja toteutusmalleja ei esitetty. Näiden YVA-koosteen pohjalta saatujen tietopuitteiden lisäksi perustusten ja niiden purkamisen ja maahan jättämisen yhteis- ja kumulatiivisia vaikutuksia tulisi selvittää lisää ja niihin vastataankin osin RePower-hankkeessa.

Kiitokset

Kiitämme haastatteluihin osallistuneita asiantuntijoita Suomen uusiutuvat ry:stä, OX2:lta sekä Arensolta opettavaisista ja mielenkiintoisista keskusteluista.

Lähteet

Alén, L., Ansén Nilsson, M., Barney, A., & Engberg Ekman, M. (2013). Nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen. Uppsala universitet.

Alexander, M., & Beushausen, H. (2019). Durability, service life prediction, and modelling for reinforced concrete structures—review and critique. *Cement and Concrete Research*, 122, 17–29.

Al-Neshawy, F., Abo Ba Ragaa, B., & Punkki, J. (2023). Comprehensive state-of-the-art report for long-term behaviour of concrete structures in repository environment. Aalto University publication series, Science + Technology, 4.

Asianajotoimisto Hannes Snellman (2023). Selvitys tuulivoimaloiden purkamista koskevasta lainsäädännöstä. Muistio 8.9.2023.
https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/1e7cf532-16aa-45e9-a7da-d1c3e7714897/a4fb007c-7b68-45ce-9cf8-30a056803d89/KIRJE_20240327132153.PDF

Beddoe, R. E., Müllauer, W., & Heinz, D. (2022). On leaching mechanisms of major and trace elements from concrete-carbonation, exposure to deicing salt and external sulphates. *Journal of Building Engineering*, 45, 103435.

Bošnjaković, M., Hrkać, F., Stoić, M., & Hradovi, I. (2024). Environmental Impact of Wind Farms. *Environments*, 11, 257.

De Laurentis, C., & Windemer, R. (2024). When the turbines stop: Unveiling the factors shaping end-of-life decisions of ageing wind infrastructure in Italy. *Energy Research & Social Science*, 113, 103536.

DG ENV (2011). Service contract on management of construction and demolition waste - SR1. European Commission, Publications Office of the EU Paris, Feb. 2011. Available: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0c9ecefcd07a492e-a7e1-6d355b16dde4>.

DNV/Risø (2002). Guidelines for design of wind turbines. Tuulivoimalan perustukset. Saatavissa. <http://homes.civil.aau.dk/rrp/BM/BM8/q.pdf>

Eckbo, C., Okkenhaug, G., & Hale, S. E. (2022). The effects of soil organic matter on leaching of hexavalent chromium from concrete waste: Batch and column experiments. *Journal of Environmental Management*, 309, 114708.

Elkadi, M., Pillay, A., Fok, S. C., Feghali, F., Bassioni, G., & Stephen, S. (2010). Depth profiling (ICP-MS) study of toxic metal buildup in concrete matrices: Potential environmental impact. *Sustainability*, 2(10), 3258–3269.

Engelsen, C. J., van der Sloot, H. A., & Petkovic, G. (2017). Long-term leaching from recycled concrete aggregates applied as sub-base material in road construction. *Science of the Total Environment*, 587, 94–101.

European Committee for Standardization (2011). Concrete - A study of the characteristic leaching behaviour of hardened concrete for use in the natural environment. SIST-TP CEN/TR 16142:2011.

FCG (2025). Uudenkaarlepyyn Kaitsarin tuulivoima-alueen osayleiskaava. Kaavaselostus, ehdotus. Finnish Consulting Group, Uudenkaarlepyyn Kaupunki /Oy Lillby Vind Ab. 28.2.2025.

Frolova, M., Osorio-Aravena, J. C., Pérez-Pérez, B., & Pasqualetti, M. J. (2025). Abandoning renewable energy projects in Europe and South America: An emerging consideration in the recycling of energy landscapes. *Energy for Sustainable Development*, 85, 101676.

Galvín, A. P., Agrela, F., Ayuso, J., Beltrán, M. G., & Barbudo, A. (2014). Leaching assessment of concrete made of recycled coarse aggregate: Physical and environmental characterisation of aggregates and hardened concrete. *Waste management*, 34(9), 1693–1704.

Gupta, N., Kluge, M., Chadik, P. A., & Townsend, T. G. (2018). Recycled concrete aggregate as road base: Leaching constituents and neutralization by soil Interactions and dilution. *Waste Management*, 72, 354–361.

Gwenzi, W., & Mupatsi, N. M. (2016). Evaluation of heavy metal leaching from coal ash-versus conventional concrete monoliths and debris. *Waste Management*, 49, 114–123.

Hall, R., João, E. & Knapp, C. W. (2020). Environmental impacts of decommissioning: Onshore versus offshore wind farms. *Environmental Impact Assessment Review*, 83, 106404.

Hillier, S. R., Sangha, C. M., Plunkett, B. A., & Walden, P. J. (1999). Long-term leaching of toxic trace metals from Portland cement concrete. *Cement and Concrete Research*, 29(4), 515–521.

Hoikkaniemi K., (2022). Tuulivoimalan perustuksen rakentaminen. Opinnäytetyö, Lapin AMK, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Insinööri (AMK). 2022.

Häkkinen, E., & Tuomainen, J. (2025). Maatuulivoimaloiden purkamiskustannusten ja purkamisen rahoitusmallien arviointi. Raportti 9.6.2025.
https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/1e7cf532-16aa-45e9-a7da-d1c3e7714897/825f5a84-502a-407e-b2c6-5d889231c8ae/RAPORTTI_20250626104057.PDF.

Härkönen, L., Lepistö, A., Sarkkola, S., Kortelainen, P., & Räike, A. (2023). Reviewing peatland forestry: Implications and mitigation measures for freshwater ecosystem browning. *Forest Ecology and Management* 531, 120776.

Ismail, M., Yew, C. K., & Muhammad, B. (2016). Life-span prediction of abandoned reinforced concrete residential buildings. *Construction and Building Materials*, 112, 1059–1065.

Invernizzi, D. C., Locatelli, G., Velenturf, A., Love, P. E., Purnell, P., & Brookes, N. J. (2020). Developing policies for the end-of-life of energy infrastructure: Coming to terms with the challenges of decommissioning. *Energy Policy*, 144, 111677.

Khaiyum, M. Z., Sarker, S., & Kabir, G. (2023). Evaluation of Carbon Emission Factors in the Cement Industry: An Emerging Economy Context. *Sustainability*, 15, 15407.

Kivioja E. (2024). Tuulivoimalan gravitaatioperustuksen parametrinen optimointi. Opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakentamisen ylempi tutkinto-ohjelma, Insinööri (ylempi AMK), Rakennesuunnittelu. Helmikuu 2024.

Kropsu, E., Rytönen, A.-M., Aronsuu, K., Rintala, J., Saari, M., & Schuss, M. (2025). Maatuulivoiman rakentamisen vesistövaikutukset. Pohjois-Pohjanmaan Elinkeino, liikenne ja ympäristökeskus, Raportteja 10/2025.

Lu, H., Wei, F., Tang, J., & Giesy, J. P. (2016). Leaching of metals from cement under simulated environmental conditions. *Journal of environmental management*, 169, 319–327.

Madras Natarajan, B., Kanavas, Z., Sanger, M., Rudolph, J., Chen, J., Edil, T., & Ginder-Vogel, M. (2019). Characterization of recycled concrete aggregate after eight years of field deployment. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 31(6), 04019070.

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

Mello, G., Ferreira Dias, M., & Robaina, M. (2022). Evaluation of the environmental impacts related to the wind farms end-of-life. *Energy Reports*, 8: 35–40.

Motiva (2025).

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoimaloiden_purkaminen_ja_kierratys. Verkkosivu. (viitattu 19.12.2025).

MTK (2022). Tuulivoimaopas maanomistajille. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry.

https://www.mtk.fi/documents/20143/0/MTK_tuulivoimaopas_0507_LQ+%281%29.pdf/a9ec980c-d86e-2363-5b8e-d525dcd9f126?t=1657013499722

Müllauer, W., Beddoe, R. E., & Heinz, D. (2015). Leaching behaviour of major and trace elements from concrete: effect of fly ash and GGBS. *Cement and Concrete Composites*, 58, 129–139.

Nieminen, M., Sallantausta, T., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T. M., & Sarkkola, S. (2017). Nitrogen and phosphorus concentrations in discharge from peatland forests are increasing. *Science of the Total Environment* 609: 974–981.

Ortegon, K., Nies, L. F., & Sutherland, J. W. (2013). Preparing for end of service life of wind turbines. *Journal of Cleaner Production*, 39, 191–199.

Pakkala, T., Lindman, N., & Lahdensivu, J. (2025). Assessing Climate Change Effects on Freeze-Thaw Exposure of Concrete Structures. *Nordic Concrete Research*, 72(1), 153–165.

Punkki, J. (2021). Betonin sideaineet tulevaisuudessa. *Betoni*, 4, 74–83.

Purdy, K., Reynolds, J. K., & Wright, I. A. (2020). Potential water pollution from recycled concrete aggregate material. *Marine and freshwater research*, 72(1), 58–65.

Rantamäki, M., & Tamminne, M. (2006). Pohjarakennus. Painopaikka Yliopistokustannus Otatieto 13. painos 1979/2006. (viitattu 7.1.2016).

Reintjes, J. (2024). Dismantling of wind turbines. *Education Journal of Renewable Energy Short Reviews* 11:67–72.

Ren, P., Ling, T. C., & Mo, K. H. (2022). CO₂ pretreatment of municipal solid waste incineration fly ash and its feasible use as supplementary cementitious material. *Journal of hazardous materials*, 424, 127457.

Roschier, S., Saari, P., Saario, M., & Rouhento, V. (Gaia Consulting Oy), Rautiainen, V. (Sweco Finland Oy) (2023). Kierrätysmateriaalien käyttösuusvelvoite kiertotalouden edistäjänä. Valtioneuvoston julkaisu 2023:29.

Ruotsin energiavirasto (2016). Vägledning om nedmontering av vindkraftverk, på land och till havs. Efterbehandlingsgrad, ekonomisk säkerhet, lagstiftning, tillsyn och slutbesiktning. Energimyndigheten och Naturvårdsverket. Remissversion 2016-04-21.

Saksan standardointilaitos (2020). Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen. DIN SPEC 4866. Deutsches Institut für Normung, DIN.

Sanger, M., Natarajan, B. M., Wang, B., Edil, T., & Ginder-Vogel, M. (2020). Recycled concrete aggregate in base course applications: Review of field and laboratory investigations of leachate pH. *Journal of Hazardous Materials*, 385, 121562.

Seifert, L., Graae, B. J., Hagen, D., & May, R. (2025). The emerging need for ecosystem restoration to mitigate the impacts of onshore wind energy. *Sustainable Environment*, 11(1).

Shi, H. S., & Kan, L. L. (2009). Leaching behavior of heavy metals from municipal solid wastes incineration (MSWI) fly ash used in concrete. *Journal of hazardous materials*, 164(2–3), 750–754.

Sitra (2021). Sähköistämisen rooli Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Kustannustehokas polku kohti päästötöntä Suomea. Muistio, syyskuu 2021. <https://www.sitra.fi/wp-content/uploads/2021/09/sitra-sahkoistamisen-rooli-suomen-ilmastotavoitteiden-saavuttamisessa.pdf>

Soleimanifar, M., Jayasuriya, A., Adams, M. P., & Rodriguez-Freire, L. (2023). Leaching composition and associated microbial community of recycled concrete aggregate (RCA). *Journal of Hazardous Materials*, 442, 130048.

Suomen uusiutuvat ry. (2025a.) Tuulivoimatilastot 6/2025. Excel-tiedosto. <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoimatilastot-6-2025/> (viitattu 19.12.2025).

Suomen uusiutuvat ry. (2025b). Tuulivoimahankkeet Suomessa 27.8.2025. <https://suomenuusiutuvat.fi/media/20250822-tuulivoimahankkeet-suomessa-kesa-2025.pdf>. (viitattu 19.12.2025).

Tang, S. W., Yao, Y., Andrade, C., & Li, Z. J. (2015). Recent durability studies on concrete structure. *Cement and Concrete Research*, 78, 143–154.

Tian, Y., Liu, Y., Xie, Y. M., Zhang, G. Y., Ye, H. L., Yan, D. M., Li, Y. J., Li, B., Xue, H. J., & Cai, Q. (2025). Coupled effects of chlorides and sulfates on steel reinforcement corrosion in concrete structures: A comprehensive review. *Case Studies in Construction Materials*, e04263.

Tompkins, D. C., Stewart, D. I., Graham, J. T., & Burke, I. T. (2025). Dissolution kinetics of crushed concrete waste: Effect of pH on leaching behaviour. *Waste Management*, 206, 115096.

U.S. Department of Energy (2023). "Wind Energy End-of-Service Guide" Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Wind Energy Technologies Office: WINDEXchange. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2025-10/wx-end-of-service-guide.pdf>.

Vakkilainen, P., Kotola, J., & Nurminen, J. (toim.) (2005). Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776. Ympäristöministeriö, Helsinki.

Van der Sloot, H. A. (2000). Comparison of the characteristic leaching behavior of cements using standard (EN 196-1) cement mortar and an assessment of their long-term

environmental behavior in construction products during service life and recycling. *Cement and Concrete Research*, 30(7), 1079–1096.

Vuori ym. käsikirjoitus. Cumulative impacts of onshore wind power on land use, biodiversity, and terrestrial carbon cycles in Finland.

Wang, C. Q., Cheng, L. X., Huang, Q. C., Shui, Z. H., Liu, Y. Y., Zhao, H., & Zhang, Z. J. (2023). Basic performance, heavy metal leaching mechanism and risk assessment analysis of waste concrete. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 23(2), 122.

Welstead, J., Hirst, R., Keogh, D., Robb G., & Bainsfair, R. (2013). Research and guidance on restoration and decommissioning of onshore wind farms. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 591.

YM (2016). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu: Päivitys 2016. Ympäristöhallinen ohjeita 5/2016. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4634-3>

YM (2023). Maa-ainesten ottaminen. Opas ainesten kestävään käyttöön. Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:30.

Yu, Q., Nagataki, S., Lin, J., Saeki, T., & Hisada, M. (2005). The leachability of heavy metals in hardened fly ash cement and cement-solidified fly ash. *Cement and Concrete research*, 35(6), 1056–1063.

Zulfiqar, Q., Bulduk, M., Farina, A., & Cetin, B. (2025). Analysis of long-term leachate from pavement constructed with recycled concrete aggregates. *Journal of Environmental Management*, 395, 128003.

Liitteet

Liite 1.

YVA-yhteenvedoa varten poimittiin R-ohjelmalla kappaleita selostuksista ja liitteistä, jossa esiintyi perustuksiin liittyviä avainsanoja ja avainsanojen kappaleet tallennettiin 11:sta eri teksti-tiedoston osaan:

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/abo-wind-oy-n-myyrankankaan-tuulivoimahanke-kihnio-ja-virrat>

- Myyrankankaan_tuulivoimahankeen_YVAohjelma_17062022.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/mantykankaan-tuulivoimahanke-parkano-ja-kurikka>

- Mantykankaan_tuulivoimahanke_YVA-ohjelma_2023-07-04.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/tuuramaen-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-virrat>

- Tuuramäki_YVA-ohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/murskemaen-tuulivoimahanke-ruovesi>

- ABO_Wind_Murskemaki_YVAohjelma_FINAL_20221006.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/abo-energy-suomi-oy-tornimaen-tuulivoimahanke-padasjoki>

- Tornimaen_tuulivoimapuisto_Padasjoki_YVAohjelma_30052022.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/solarwind-oy-anhavan-tuulivoimahanke-iitti-kouvola>

- ABO_Wind_Oy_litin_Anhavan_tuulivoimapuiston_yvaohjelma.pdf
- Solarwind_litti_Anhavan_YVA-selostus.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/tielammen-tuulivoimahanke-lapinlahti-ja-iisalmi>

- PP_Tielammen_tv-hanke_Lapinlahti_lisalmi.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/vornankorven-tuulivoimahanke-pielavesi-ja-kuopio>

-
- Vornankorven_tuulivoimahanke_YVA-selostus.pdf
 - SAAVUTETTAVA_Vornankorpi_YVA-ohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/lapinsalon-tuulivoimahanke-kiuruvesi>

-
- Kiuruvesi_Lapinsalo_YVA_ohjelma_24052023.pdf
 - YVA_selostus_Lapinsalo.pdf
 - LIITE_16_Natura-arvioinnin_tarpeellisuuden_selvitys_Saarisuo-Kurkisuo.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/jouhtenisen-tuulivoimahanke-heinavesi>

-
- Jouhtenisen_tuulivoimahanke_YVA-ohjelma_Heinavesi_20.11.2023_0_0.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kilpimaen-tuulivoimahanke-heinavesi>

-
- Kilpimäki_tuulivoimahanke_YVA-ohjelma_Heinavesi_20.11.2023.pdf
 - Kilpimäki_tuulivoimahanke_YVA-selostus_POKELY-1133-2023_Heinavesi_2025_04_03_Kilpimäki_YVA-selostus.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/sarvikankaan-tuulivoimahanke-pieksamaki>

-
- LIITE_10_Hiilikädenjälkilaskenta_2023.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kolmihaaran-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-isojoki>

-
- Kolmihaara_YVA_selostus_Optimized.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/ajoksenkaan-tuulivoimahanke-sastamala>

-
- YVA-selostus_Ajoksenkangas.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/lehmikorven-tuulivoimahanke-keuruu-virrat>

-
- 20230404_YVA-ohjelma_Keuruu_Lehmikorpi.pdf
 - Keuruu_Lehmikorpi_YVA_selostus_osa2.pdf
 - Keuruu_Lehmikorpi_YVA_selostus_osa4.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/karmekallion-tuulivoimahanke-sastamala>

- KärmeKallio_YVA-ohjelma_Optimoitu.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/vermassalon-tuulivoimahanke-virrat>

- 2023-08-07_YVA-ohjelma_Vermassalo_FINAL.pdf
- 2024-04-19_Vermassalo_YVAS_FINAL_Optimized.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/siltanevan-tuulivoimapuisto-teuva>

- Winda_Siltaneva_Teuva_YVA_ohjelma_Valmis_15.5.2024.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/homossenin-tuulivoimahanke-maalathi>

- Hömossen_YVA-ohjelma.pdf
- Hömossen_YVA-selostus_2025-08-22.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/napalankallioiden-hietaharjunkankaan-ja-palopattaranmaen-tuulivoimapuisto-kuortane-ja-seinajoki>

- NapalankalliotHietaharjunkangas_YVAohjelma.pdf
- Napalankalliot-Hietaharjunkangas-Palopättäränmäki_YVAS_SAAVUTETTAVA_Optimized.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/surmankeitaan-tuulivoimapuisto-isojoki>

- Surmankeidas_OAS_ja_YVA_ohjelma.pdf
- Surmankeidas_YVA_selostus.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/suolasalmenharjun-tuulivoimapuisto-alajarvi>

- 20220920_Alajarvi_YVA_ohjelma.pdf

- PohjanVoima_Alajärvi_Suolasalmenharju_YVA_selostus_sivut_102-202.pdf
- PohjanVoima_Alajärvi_Suolasalmenharju_YVA_selostus_sivut_316-458_0_0.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/isovuoren-tuulivoimahanke-seinajoki>

- YVA_selostus_Isovuori_31012024_0_0.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/korsnasin-merituulipuisto-korsnas>

- Korsnasin_merituulipuisto_arviointiohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/dalalandetin-tuulivoimahanke-uusikaarlepyy>

- Dalalandet_YVA-ohjelma_2023-05-17.pdf
- Liite_9_Maisema_ja_rky_selvitys_ja_kohdekohtaiset_vaikutusten_arvioinnit_2024-01-16.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/lamminnevan-tuulivoimahanke-seinajoki-ja-lapua>

- YVAohjelma_Lamminnevan_tuulivoimahanke_Lapua_ja_Seinajoki.pdf
- Lamminneva_YVAselostus_saavutettava_0.pdf
- Liite_18_Paukannevan_Natura_arviointi.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/ooperin-tuulivoimapuisto-seinajoki>

- Ilmatar_Seinäjoki_Ooperi_YVA-ohjelma_2.3.2023_ilman_liitteitä.pdf
- YVA-selostus_osa1_0.pdf
- YVA-selostus_osa2_0.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/honkahuhdan-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-perho>

- 237048118_Perho_Honkahuhta_YVA_ohjelma_010923.pdf
- Perho_Honkahuhta_YVA-selostus_OSA2.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/paulakankaan-tuulivoimahanke-teuva>

- Paulakangas_YVAohjelma_12092023.pdf
- YVA_selostus_Paulakangas_FINAL.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/lehmikeitaan-tuulivoimahanke-isojoki>

- Lehmikeidas_YVA-ohjelma_2023-04-03.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/taaborinvuori-miiluhaudanmaki-jokipera-tuulivoimapuisto-laihia>

- Laihia_Taaborinvuori-Miiluhauhanmäki-Jokiperä_YVA-ohjelma_3.8.2023_0_0.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/windfarm-palloneva-oy-n-pallonevan-tuuli-ja-aurinkovoimapuisto-kauhajoki>

- Vapo_Terra_Palloneva_Kauhajoki_YVA_ohjelma_2023_06_30.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/harjannevan-tuulivoimapuisto-kauhajoki-ja-kurikka>

- 23702883_Ilmatar_Harjanneva_YVA_ohjelma_20220210.pdf
- Harjannevan_tuulivoimapuisto_YVA-selostus_19.10.2023.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/varisvuoren-tuulivoimapuisto-pihtipudas-ja-sahkonsiirto-pihtipudas-ja-pyhajarvi>

- Varisvuori_YVA-selostus_24102025.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/tukkimaen-tuulivoimahanke-ja-sahkonsiirto-karstula-ja-saarijarvi>

- 20230111_Karstula_YVAohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/karhukorven-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-viitasaari>

- Karhukorpi_YVA-ohjelma_20240328.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/syvajarvennevan-tuulivoimahanke-ja-sahkonsiirto-kivijarvi-kinnula-karstula-perhokyyjarvi-alajarvi>

- EMO_Syvajarvenneva_Kivijärvi_YVAO_2024.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/uusimon-tuulivoimapuisto-ja-sahkonsiirto-pihtipudas>

- SAAVUTETTAVA_Uusimo_YVA-ohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kauniskankaan-tuulivoimahanke-kyjjarvi>

- Kauniskangas_OASYVA_ohjelma_paivitetty_2142021_nahtaville.pdf
20220530_KAAVASELOSTUS_VALMIS_Kauniskankaan_tuulivoimahanke_OYK_liitenum erot_paivitetty.pdf
- Kauniskangas_YVAselostus_FINAL_20220705.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kirvesvuoren-tuulivoimahanke-kyjjarvi-perho-alajarvi>

- Kirvesvuori_YVA_ohjelma.pdf
- Kirvesvuori_YVA-selostus_13082024_nettilaatu.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/hanhinevan-tuulivoimahanke-ja-sahkonsiirto-yva-kyjjarvi-karstula-alajarvi>

- Hanhinevan_tuulivoimahanke_YVAohjelma_2022_04_01.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/vuorijarvien-tuulivoimahanke-kannonkoski>

- KannonkoskenOASjaYVASuunnitelma22062020Nahtaville.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/pekanrame-kinnula>

- Pekanrame_YVAohjelma_SAAVUTETTAVA.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/pitkalanvuoren-tuulivoimahanke-petajavesi>

- 20602995_Pitkalanvuori_tuulivoimapuisto_YVA_ohjelma.pdf
- 20602995_Pitkalanvuori_tuulivoimapuisto_YVA_selostus.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/leppakankaan-tuulivoimahanke-ja-sahkonsiirto-pihtipudas-reisjarvi-pyhajarvi-kinnula>

- Leppakangas_YVA-ohjelma_2023_03_13.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kettukangas-hanhikankaan-tuulivoimahanke-ja-sahkonsiirto-yva-kinnula-pihtipudas-perho-halsua>

- KettukangasHanhikangas_tuulivoimahanke_YVA_ohjelma_FINAL.pdf
- Liite2_Kinnulan_Pihtiputaan_luontoselvitys_Jynx2020.pdf
- Kettu-Hanhikankaan_tuulivoimahanke_YVA_selostus_FINAL.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/myllykankaan-tuulivoimahanke-sonkajarvi>

- Sonkajarvi_Myllykangas_TV_YVA_ohjelma_24112023.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/honkamaki-viidankankaan-tuulivoimahanke>

- PohjanVoima_Sonkajärvi_Honkamäki_Viidankangas_YVA_selostus.pdf
- Pohjan_Voima_Sonkajarvi_Honkamaki-Viidankangas_YVA-ohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/iso-petajamaen-tuulivoimahanke-lapinlahti-ja-iisalmi>

- ABO_Iso_Petajamaki_tuulivoima_YVA_selostus.pdf
- POSELY_Iso_Petajamaki_tuulivoima_YVA_ohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kurvilanmaen-tuulivoimahanke-vierema-sonkajarvi-ja-kajaani>

- POSELY_Kurvilanmaki_tuulivoima_YVA_ohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/vuorimaen-tuulivoimahanke-iisalmi>

- POS_Vuorimaki_TV_KAAVAYVA_Arviointisuunnitelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/junnunmaen-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-kuopio-ja-tervo>

- Junnunmäki_YVA-selostus.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/outojangan-tuulivoimahanke-ja-400-kvn-voimajohto>

- Outojanka_tuulivoima_YVA-ohjelma_20240513_SAAVUTETTAVA.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kuorinki-vinsanmaan-tuulivoimahanke-tornio-tervola>

- KuorinkiVinsanmaa_korjattu_YVA_ohjelma_211022.pdf
- Kuorinki-Vinsanmaa_YVA-selostus_20240502.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/rokamo-nalkama-tuulivoimahanke-kemijarvi>

- 2024_03_27_Rokamo_Nalkama_YVAohjelma_Liitekartat_optimoitu.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/tornion-karhakkamaan-tuulivoimapuisto-ja-400-kilovoltin-voimajohto-tornio-tervola-rovaniemi>

- LAPPI_Tornio_Karhakkamaan_ttulip_400_kv_johto_OASjaYVASuunnitelmaVALMIS.pdf
- Karhakkamaa_YVAS_täydennetty_20240627.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/simon-leilisuon-tuulivoimapuiston-osayleiskaava-ja-ymparistovaikutusten-arviointi>

- LAPPI_Leilisuo_OASjaYVASuunnitelma_saavutettava_071221_1_0_0.pdf
- Leilisuo_YVA-selostus_17102023_SAAVUTETTAVA.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/lyypakin-tuulivoimapuisto-simo>

- MH_Lyypakki_YVAohj_05042022_SAAVUTETTAVA.pdf
- Lyypäkki_YVA-selostus_20241218_VALMIS.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/tervolan-vitsakankaan-tuulivoimahanke>

Myrsky_Energia_Oy_Tervolan_Vitsakankaan_tuulipuiston_YVAohjelma_Saavutettava_5102022.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/hirvasjarven-tuulivoimahanke-kolari>

- 2023_05_25_Hirvasjärvi_YVA_ohjelma-3.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/valkiavaaran-tuulivoimahanke-ja-400-kvn-voimajohto-tervola-tornio-rovaniemi>

- LAPPI_Valkiavaaran_tuulivoimahanke_YVAohjelma.pdf
- Valkiavaara_YVA-selostus_17092024_Optimized.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/martimon-tuulivoimahanke-tornio>

- LAPPI_Martimon_tuulivoimahankeeseen_YVAsuunnitelma_2022_0519.pdf
- Martimo_YVA-selostus_20241125_Optimized.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/solehdon-tuulivoimahanke-ristijarvi>

- 2024-02-09_Isolehto_YVA-ohjelma.pdf
- ABO_Ristijarvi_Isolehto_YVA-selostus.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/takiankankaan-hukkalansalon-tuulivoimahanke-paltamo-ja-puolanka>

- Takiankangas_Hukkalansalo_tuulivoimapuisto_YVASuunnitelma.pdf
- Takiankangas_Hukkalansalo_YVA_selostus.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/vaarinkankaan-tuulivoimahanke-puolanka>

- Vaarinkankaan_tuulivoimahanke_YVA-ohjelma.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/luolakankaan-tuulivoimahanke-kajaani>

- KAIELY_Luolakangas_tuulivoimahanke_YVA_selostus.pdf
- KAIEIY_LuolakangasYVA_Liite_9_Vaikutusten_merkittavyys.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/ukonkankaan-tuulivoimahanke-puolanka>

- Ukonkankaan_tuulivoimapuiston_YVAohjelma_18052022.pdf

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/loytosuon-tuulivoimahanke-kajaani>

- Loytosuon_tuulivoimahanke_Kajaani_YVAohjelma_saavutettava.pdf

- 2024-03-06_YVA-selostus_Löytösuo_SAAVUTETTAVA_.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/koirakankaan-ja-hirvivaara-murtiovaaran-tuulipuistot-puolanka>

Koirakangas_HirviMurtiovaara_tuulivoimapuistot_YVAohjelma_03062022_saavutettava.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/sivakkalehdon-tuulivoimahanke-kajaani-ja-sotkamo>

- Sivakkalehto_tuulipuisto_YVA_ohjelma_final.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/hietavaaran-tuulivoimapuisto-puolanka>

- Hietavaara_OASjaYVAsuunnitelma_14062021.pdf

- Hietavaaran_tuulivoimapuisto_YVA_selostus.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/itamaen-tuulivoimapuiston-yleiskaava-ja-ymparistovaikutusten-arviointi-pyhajarvi>

- Itamaki_OAS_YVA_suunnitelma_saavutettava_saap_22_09_2021.pdf

- OYKluonnosItamakiPyhajarvi.pdf

- Itamaen_tuulipuisto_YVAselostus.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/pyoriannevan-tuulivoimahanke-pyhanta>

- Pyoriannevan_tuulivoimahanke_YVAohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/yli-olhavan-tuulivoimahanke-ii>

- Yli_Olhava_YVA_OAsuunnitelma.pdf

- Yli_Olhava_OYKluonnos_04032020_selostusYVS_06042020_KH.pdf

- Liite4_Luontoselvitys_Yli_Olhava_final_liitteineen.pdf

- Liite6_osa1_Natura_Simojoki.pdf

- Liite6_osa3_Natura_Iso_Hirviaapa_Lahtenaapa.pdf

- Liite6_osa4_Natura_Nikkilanaapa.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/verkasalon-tuulivoimahanke-alavieska-kalajoki-ylivieska>

- Verkasalon_tuulivoimahanke_YVAohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/ponteman-tuulivoimahanke-utajarvi>

- YVAPontemaohjelmasuunnitelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kaukasen-tuulivoimapuiston-laajennus-kannus>

- Puhuri_Kaukasen_laajennus_YVAohjelma_SAAVUTETTAVA.pdf
- YVA_selostus_Kaukasennevan_tuulivoimapuisto_Kannus_0_0.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/lansi-toholammin-tuulipuisto-toholampi>

- YVA-ohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/korteperan-tuulivoimahanke-haapajarvi>

- Haapajarven-Korteperan-tuulivoimahankkeen-arviointiohjelma_2023-08-16.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/winda-energy-oy-tuohirameen-ja-linnanharjun-tuulivoimahanke-kannus-kalajoki-sievi>

- Tuohiräme_Linnanharju_YVA-ohjelma_13042023.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/tornikankaan-tuulivoimahanke-utajarvi>

- Tornikankaan_tuulivoimahankkeen_YVAohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kenkakankaan-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-sievi>

- Kenkakankaan_tuulivoimahankkeen_arviointiohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/pajukoski-ii-tuulivoimahanke-ylivieska>

- Pajukoski_II_tuulivoimahankkeen_arviointiohjelma_2022.pdf
- Pajukoski2_tuulivoimahankkeen_arviointiohjelma_2015.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/riitamaa-nurmesnevan-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-karsamaki-pyhajarvi>

- RiitamaaNurmesnevan_tuulivoimahankkeen_YVAohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/iso-rytisuon-tuulivoimahanke-oulu>

- Iso_Rytisuo_YVAsuunnitelma_08022022_saavutettava.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/maukarinkankaan-tuulivoimahanke-pyhajoki>

- Maukarinkankaantuulipuistohankkeenarviointiohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/malakakankaan-tuulivoimahanke-sievi>

- Malakakankaan_tuulivoimahankkeen_arviointiohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/taikkonevan-tuulivoimahanke-siikalatva>

- Taikkonevan_tuulivoimahankkeen_arviointiohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/konnunsuon-tuulivoimahanke-pyhanta>

- Konnunsuon_tuulivoimahankkeen_YVAohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kynkaansuon-tuuli-ja-aurinkovoimahanke-oulu>

- Kynkaansuon_YVAohjelma_11102022_saavutettava.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/hakulinkankaan-tuulivoimahanke-haapajarvi>

- Hakulinkankaan_tuulivoimahankkeen_YVAohjelma.pdf

=====

HANKE: <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/halmemaen-tuulivoimahanke-karsamaki>

- Halmemaen_tuulivoimahankkeen_YVAohjelma.pdf

Liite 2.

Kehote Copilotille

1. Etsi nämä asiat kaikkialta dokumentista

A. Perustusten purkaminen

mitä perustusten täydellinen purku sisältää
kuinka syvältä ja laajasti betoni poistetaan
poistetaanko raudoitus
miten jätteet kuljetetaan ja minne
murskaus, louhinta, rikotus
milloin purkaminen on teknisesti mahdollista / ei mahdollista
arviodut massat (betoni, teräs, maa-ainekset)
vaadittava kalusto
energiankulutus ja päästöt
vaikutukset maaperään, kasvillisuuteen ja pohjaveteen
vaikutukset linnustoon, eläimistöön, vesistöihin
vaikutukset suojelualueisiin tai arvokkaisiin luontotyyppeihin
vaikutukset maisemaan lyhyellä ja pitkällä aikavälillä
riskiarviot purkutyötä varten

B. Perustusten purkamatta jättäminen

missä tilanteissa perustuksia ei pureta
kuinka syvälle perustukset jätetään
peitetäänkö vai jätetäänkö näkyviin
vaikutukset geologiaan ja hydrologiaan
pitkäaikaiset riskit (pilaantuminen, eroosio, sortuma, veden ohjautuminen)
mahdolliset vaikutukset maankäyttöön tulevaisuudessa
luonto- ja ympäristövaikutukset purkamatta jättämisestä

C. Osittainen purku

mitä osia poistetaan ja mitä jätetään
missä tilanteissa osittainen purku on perusteltu
ympäristövaikutusten vertailu täydelliseen purkuun
vaikutukset luontoon (maaperä, kasvit, eläimet, vesi)
jäljelle jäävien rakenteiden riskit

D. Maisemointi

peittäminen, täyttö, humuskerros, kasvillistaminen
maisemointitoimenpiteiden tavoitteet
vaikutukset maisemakuvaan alueittain
erosioriskit ja niiden hallinta
vaikutukset luonnon prosesseihin

E. Ennallistaminen

millaisiin luonnontilatyyppeihin alue ennallistetaan
mitä toimenpiteitä käytetään
maaperän muokkaus
ojien täyttö, vesitalouden palauttaminen
alkuperäislajiston palauttaminen
toimenpiteiden vaikutukset luontoarvoihin
missä aikataulussa ennallistuminen tapahtuu

2. Luo selkeä taulukko

Tee taulukko seuraavilla sarakkeilla:

| Aihe | Kuvaus / löydetty tiedot | Luonto- ja ympäristövaikutukset | Lähde dokumentista (sivu/otsikko) |

Täytä taulukkoon kaikki havainnot jokaisesta aihekokonaisuudesta:

täydellinen purku
purkamatta jättäminen
osittainen purku
maisemointi
ennallistaminen

3. Kirjoita lopuksi analysoiva yhteenveto

Laadi 10–20 lauseen tiivistelmä, jossa:
vertaat purku, osittainen purku ja purkamatta jättäminen -vaihtoehtoja
kuvaat niiden ympäristövaikutusten erot
arvioit maisemoinnin ja ennallistamisen tehokkuuden
tunnistat riskit (maaperä, pohjavesi, lajisto, hydrologia)
kerrot, mitä tietoja dokumentissa ei ole tai mitä epävarmuuksia liittyy arvioihin

4. Tärkeä ohje Copilotille

Dokumentti voi olla suurempi kuin Copilotin kontekstiraja.

Siksi: Käytä sekä tekstin alku-, keski- että loppuosia tasapuolisesti.
Älä muodosta vastausta vain dokumentin alun perusteella.
Yhdistä tiedot, vaikka ne esiintyisivät useissa eri kohdissa.