



KESKKONNAAGENTUUR

2026

Tuulikute demonteerimise ja lõppkäitluse tagamine

Ülevaade tuulikute demonteerimise ja lõppkäitluse regulatsioonidest ning praktikatest Eestis ja teistes Euroopa Liidu liikmesriikides.

Veebruar 2026



Rahastanud Euroopa Liit
NextGenerationEU



Eesti
tuleviku heaks

SISUKORD

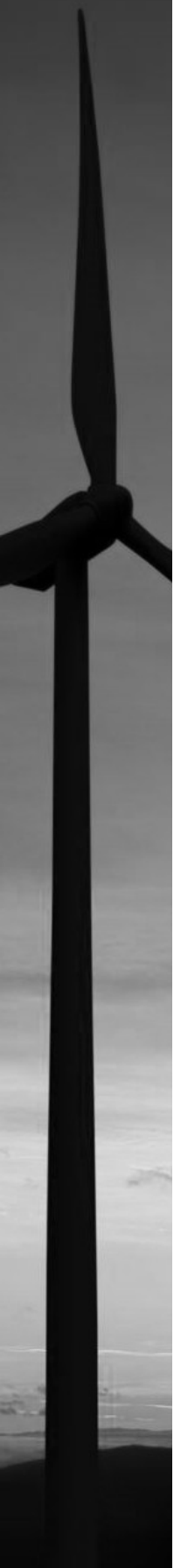
1. Ülevaade Eesti tuuleparkidest ja tulevikusuundadest	6
2. Tuulikute demonteerimise ja jäätmekäitluse regulatsioon ning praktikad Eestis	9
2.1. Demonteerimine.....	9
2.2. Jäätmekäitus	12
2.3. Intervjuude kokkuvõte tuuleparkide arendajatega	14
2.4. Intervjuude kokkuvõte kohalike omavalitsustega	17
3. Tuulikute demonteerimine	19
3.1. Rahvusvahelised juhised.....	19
3.2. Tuuliku demonteerimise kulud.....	20
3.2.1. Tuuliku demonteerimist mõjutavad kulud ja näiteid maksumustest	20
3.2.2. Tuuliku demonteerimise kululiigid	24
4. Tuulikute demonteerimise regulatsioon ja praktikad teistes riikides	27
4.1. Soome	27
4.2. Rootsi	29
4.3. Taani.....	32
4.4. Holland	34
4.5. Saksamaa.....	36
4.6. Prantsusmaa	38
4.7. Hispaania.....	40
5. Komposiitmaterjalid	43
5.1. Tuulikulabadest tekkivate klaas- ja süsinikkiust komposiitjäätmete mahud Eestis	43
5.2. WindEurope'i jt ettepanekud ELile	44
5.3. Komposiitjäätmekäitluse ettevõtted Euroopas.....	45
5.4. Plaanitavad käitlustehased.....	49
5.5. Komposiitmaterjalide ringlussevõtu tehnoloogiate arendamine	52
5.5.1. Eesti teadus- ja arendustegevus tuulikulabade ringlussevõtuks	53
5.6. Tuulikulabadest valmistatud tooted	54
6. Kokkuvõte ja järeldused	58

7. Ettepanekud

62

Kasutatud kirjandus

66



SISSEJUHATUS

Viimastel aastatel on Eestis ja kogu Euroopas hoogustunud tuuleenergia kasutuselevõtt. Tuuleparkide rajamise kasv aitab kaasa kliimaeesmärkide saavutamisele, kuid samal ajal tekitab vajaduse mõelda kaugemale, tuulikute tööea lõpule – nende demonteerimisele, jäätmekäitlusele ja võimalusele väärtuslikke materjale ringlusse võtta ja taaskasutada. Erinevalt tavapärastest ehitistest, mille eesmärk on olla kasutuses võimalikult pikka aega, on tuulikute kasutusega ette määratud ja pärast kasutuse lõppu tuleb need lammutada.

Kuigi tuuleenergia tootmise keskkonnamõju on teiste energiatootmise viisidega võrreldes madal, kujutab tuulikute demonteerimine ja lõppkäitlus endast uut laadi väljakutset. Mitu riiki on juba kehtestanud või arendamas süsteeme, mis nõuavad tuuleparkide arendajatelt¹ demonteerimiskava esitamist, finantstagatise loomist ja jäätmete keskkonnasõbralikku käitlemist. Erilise tähelepanu all on tuulikulabade valmistamiseks kasutatavate komposiitmaterjalide taaskasutuslahendused, mille tehnoloogiline areng on alles kujunemisjärgus. Samuti on kehtestatud piiranguid või keelde tuulikulabade prügilasse ladestamisele, mistõttu tuleb keskenduda ümbertöötlemisele.

See analüüs käsitleb Eesti õigusraamistikku ning senist praktikat seoses tuulikute demonteerimise ja jäätmekäitlusega. Lisaks antakse ülevaade tuuleparkide lammutamise võimalikest kuludest, tuginedes Soomes koostatud aruannete kuluhinnangutele. Võrdleva vaate pakkumiseks on analüüsitud seitsme Euroopa Liidu riigi – Soome, Rootsi, Taani, Hollandi, Saksamaa, Prantsusmaa ja Hispaania – õigusakte ning praktikaid, arvestades nende juhtrolli tuuleenergia tootmises. Eraldi keskendutakse vastutuse, kohustuste, finantstagatiste ja taaskasutusnõuete regulatsioonidele. Täiendavalt käsitletakse tuulikutest pärinevate komposiitmaterjalide ringlussevõtu tehnoloogiaid ning tuuakse näiteid toimivatest ja kavandatavatest käitlustehastest Euroopas.

¹ Suured energiaettevõtted võivad olla korraga arendajad, omanikud ja operaatorid. **Arendaja** algatab tuulepargi projekti ja teeb esmased tegevused, sh hangib kõik vajalikud load. Kui projekt müüakse edasi, antakse load üle uuele juriidilisele isikule. Eestis jääb arendaja sageli ka ise omanikuks ja operaatoriks. **Omanik** on juriidiline või füüsiline isik, kellele tuulepark kuulub. **Operaator** vastutab tuulepargi igapäevase toimimise eest. Võib olla sama ettevõtte, mis omanik, või eraldi teenusepakkuja. Mõnel juhul täidavad operaatori rolli tuulikute tootjad pikaajaliste teenuslepingute alusel.

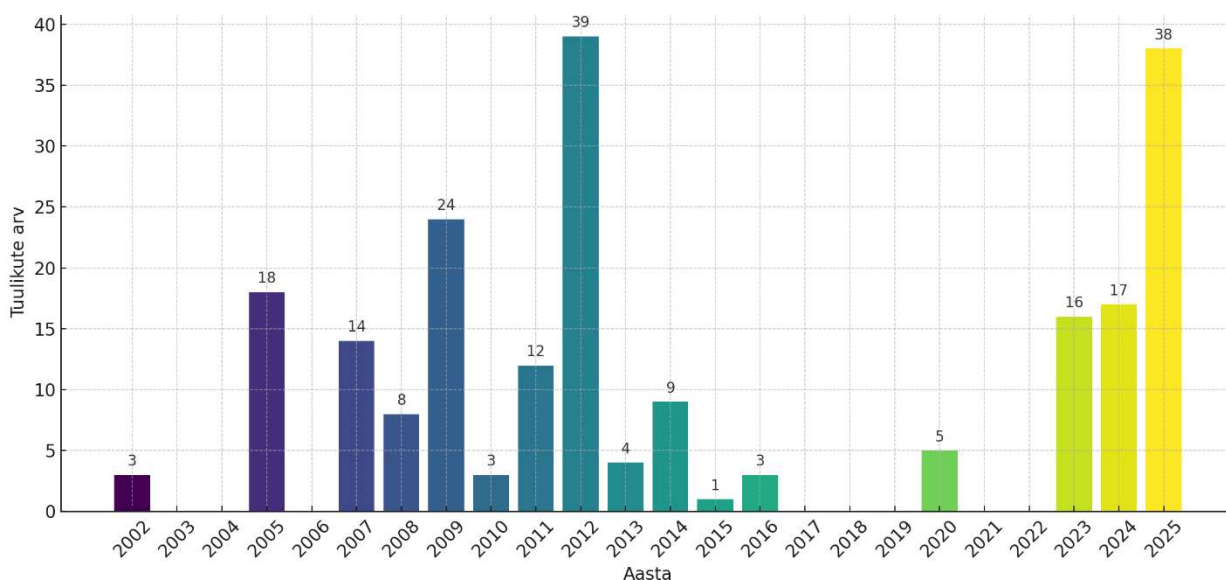


Töö eesmärk on anda ülevaade tuulikute demonteerimise ja lõppkäitluse õigusraamistikust ning selle rakendamise praktikast ja leida üles kitsaskohad. Analüüsi tulemused pakuvad sisendit poliitikakujundajatele, kohalikele omavalitsustele, arendajatele ja maaomanikele, et tagada tuuleparkide kasutusaja lõpus õiglane jaotus vastutuse ning kulude kandmisel.

Ülevaade on Kliimaministeeriumi tellimusel koostatud Eesti taaste- ja vastupidavuskava reformi 8.1 „Taastuenergia kasutuselevõtu kiirendamine“ raames. Ülevaate koostamine on rahastatud Euroopa Liidu taasterahastu NextGenerationEU vahenditest.

1. ÜLEVAADE EESTI TUULEPARKIDEST JA TULEVIKUSUUNDADEST

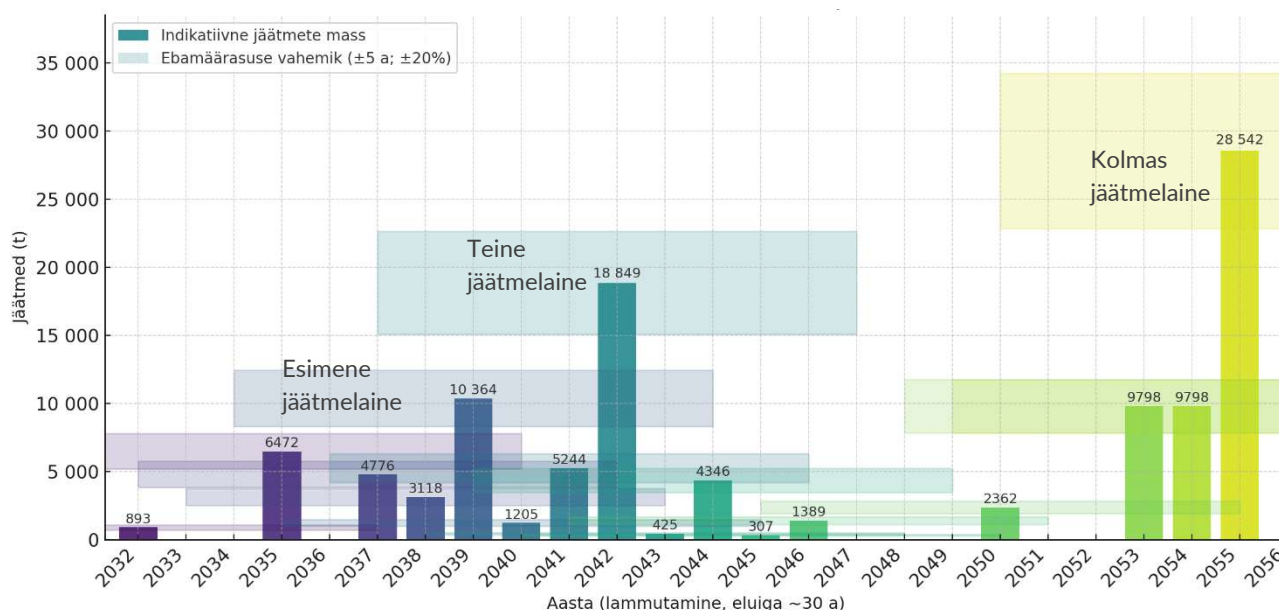
2025. aasta seisuga on Eestis 214 maismaa tuulegeneraatorit koguvõimsusega 694 MW. Suurimad tuulepargid on 2025. aastal rajatud Sopi-Tootsi tuulepark Pärnumaal 38 tuulikuga, 2012. aastal rajatud Narva ja Paldiski tuulepargid 18 tuulikuga ning 2024. aastal rajatud Aidu tuulepark Ida-Virumaal 17 tuulikuga. 2025. aasta seisuga Eestis meretuuleparke ei ole. Eestis paigaldatud tuulikute arv aastate lõikes on kujutatud joonisel 1.



Joonis 1. Eestis paigaldatud tuulikute arv aastate lõikes (andmed:

<https://tuuleenergia.ee/tuuleenergia-eestis/>).

Arvestades tuulegeneraatorite keskmist kasutusiga (rahvusvaheliste standardite ja uuringute põhjal on tuulegeneraatori kasutusiga ligikaudu 30 aastat), hakkab Eestis tuulikujäätmeid märkimisväärses mahus tekkima alates aastast 2035, mil jõuab oma kasutustsükli lõppu esimene tuuleenergia arenduste laine aastatest 2005–2007. Järgmiseks tipuks kujunevad aastad 2039–2045, kui demonteerimisfaasi jõuab suur hulk 2009–2012 rajatud tuuleparke. Oluliselt suuremat jäätmete hulka on oodata alates 2053. aastast, kui kasutustsükli lõppu jõuavad aastatel 2023–2025 rajatud tuulepargid (joonis 2).



Joonis 2. Aastatel 2002–2025 rajatud maismaatuulikute lammutamisel tekkiva indikatiivse jäätmemassi prognoositav ajajoon (andmed: Eestis tekkivate tuulikujäätmete massi aluseks on Soome uuringu „[Tuulivoimalan purkamisen kustannukset, 2023](#)“ näitel arvatud 1 m tuulegeneraatori lammutamisel tekkinud jäätmete mass (arvestatud ei ole vundamendi eemaldamist), mis on korrigeeritud tuulikute kõrguste ja koguste järgi).

Oluline on rõhutada, et rahvusvahelise praktika põhjal on ligikaudu **90% tuulikutest tekkivatest jäätmetest võimalik suunata taaskasutusse**, mis hõlmab nende ettevalmistamist korduskasutuseks või ringlussevõttu uute toodete ja materjalide tootmiseks. Tuuleparkide lammutamisel tekkivad jäätmevood on seejuures suhteliselt väikesed võrreldes ehitus- ja lammutusjäätmete kogumassiga. Suurim prognoositav tuulikute lammutamisel tekkiv jäätmemass 2056. aastal (~28 500 t) moodustaks ligikaudu **2–3% Eesti ühe aasta ehitus- ja lammutusjäätmetest**, mille maht ulatub üle 1,1 miljoni tonni (v.a saastumata kivid, pinnas ja süvenduspinnas). Sellest kogusest oleks võimalik ringlusesse suunata ligikaudu 25 650 tonni. Samas on tuulegeneraatorite kasutusaja lõpus tekkivate jäätmete olulisus seotud mitte niivõrd koguste, vaid eelkõige klaas- ja süsinikkiududest komposiitjäätmetega (vt ptk 5).

Eesti on seadnud eesmärgi minna aastaks 2050² üle kliimaneutraalsele energiatootmisele. Selle sihi toetamiseks on kooskõlastamisel Energiamaajanduse arengukava aastani 2035³ (ENMAK 2035).

2026. aasta veebruari seisuga on koostamisel kokku 21 kohaliku omavalitsuse (KOV) eriplaneeringut. KOV-i eriplaneeringu (edaspidi EP) eesmärk on leida sobivaim asukoht tuuleparkide ja nendega seotud taristu rajamiseks. Kehtestatud planeeringute hulka kuuluvad üks osaliselt kehtestatud eriplaneering (Lääneranna ala 2), Pärnu linna ja Tori valla eriplaneering (Põlendmaa) ning üks kehtiv detailplaneering (Aidu taastuvenergiapark). Kolme kehtestatud planeeringu võimsus kokku on hinnanguliselt 323 MW.

Võimalus tuuleparkide rajamiseks on ka läbi üldplaneeringu ja selles määratud tuuleenergeetika arendamise jaoks sobilike alade. Tuuleparkide kavandamisel üldplaneeringuga tuuakse välja suure üldistusastmega potentsiaalselt sobilikud alad ja seejärel tehakse täpsemad uuringud detailplaneeringute algatamise järgselt. Tuuleparkide rajamiseks on algatatud 21 detailplaneeringut.

Detailsem teave kohalike omavalitsuste ja planeeringute kaupa on kättesaadav Keskkonnaportaalil [Tableau lahenduse](#) kaudu, mis võimaldab planeeringute seisuga ja potentsiaalsete tuuleparkide andmeid vaadata interaktiivselt.

Kliimaneutraalse energiatootmise poole liikumine ja seeläbi tuuleenergia võimsuste kasv toob kaasa uute tuuleparkide rajamise. See tähendab aga, et järgnevatel aastakümnetel, kui mitu praegu veel plaanimisel olevat tuuleparki võivad jõuda oma kasutusea lõppu, suureneb märgatavalt ka tuulikute tekkivate jäätmete maht.

² Eesti Vabariigi Valitsus. *Strateegia „Eesti 2035“*: <https://valitsus.ee/strateegia-eesti-2035-arengukavad-ja-planeering/strateegia>

³ Kliimaministeerium. *Energiamaajanduse arengukava*: https://kliimaministeerium.ee/energiamaajanduse_arengukava

2. TUULIKUTE DEMONTEERIMISE JA JÄÄTMEKÄITLUSE REGULATSIOON NING PRAKTIKAD EESTIS

2.1. Demonteerimine

2025. aasta seisuga paikneb enamik Eesti tuuleparke eramaadel. Riigimaade senisest suuremaks kaasamiseks korraldas Maa- ja Ruumiamet koostöös Riigimetsa Majandamise Keskusega 2024. aasta novembrist kuni 2025. aasta märtsini enampakkumisi tuuleparkide rajamiseks sobilikele riigimaadele, mille tulemusel alustati 13-l riigimaa alal tegevusi tuuleparkide kavandamiseks⁴. Lisaks on kehtestatud kaks mereala planeeringut meretuuleparkide rajamiseks⁵.

Tuuleparkide demonteerimiskohustuse ja -tähtaja kehtestamist võimaldavad õigusnormid on jõustunud alles hiljuti: meretuuleparkide osas jõustusid ehitusseadustiku vastavad sätted 21. juunil 2024. a ning maismaa tuuleparkide osas 17. märtsil 2023. a.

Meretuuleparkide rajamiseks on vajalik taotleda Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ametilt (TTJA) meretuulepargi hoonestusluba, mis annab õiguse tähtajaliselt riigile kuuluva piiratud ressursi kasutamiseks. [Ehitusseadustiku §113²⁰](#) alusel kehtib hoonestusluba kuni 50 aastat, misjärel on **hoonestusloa omaja kohustatud** loa kehtivuse lõppemisel, hoonestusloa oluliseks osaks oleva ehitise **avalikust veekogust eemaldama**. Pädev asutus võib seda tähtaega pikendada, kui taotlus esitatakse vähemalt 3 kuud enne hoonestusloa kehtivuse lõppu.

Maismaale tuuleparkide rajamisel annab ehitusseadustiku § 42 lg 3 p 1¹ võimaluse määrata ehitusloas ehitise lammutamise tähtaeg ja nõuded lammutusjärgse olukorra kohta, samasugune võimalus on ette nähtud ka kasutusloa puhul (§ 54 lg 3 p 1¹). Tähtaja alus võib tuleneda mõnest eriseadusest (nt maapõueseaduse § 14 lg 21) või planeeringu tingimustest. Praktikast nende võimaluste kasutamisest näiteid veel ei ole ja niisamuti ei rakendu need juba rajatud tuuleparkidele.

⁴ Kliimaministeerium. Riigimaade tuulealade oksjoni tulemusel avanesid uued võimalused tuulikute rajamiseks: <https://kliimaministeerium.ee/uudised/riigimaade-tuulealade-oksjoni-tulemusel-avanesid-uued-voimalused-tuulikute-rajamiseks>

⁵ Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet. Meretuuleparkide hoonestusload: <https://ttja.ee/ariklient/ehitised-ehitamine/meretuuleparkide-hoonestusload>

Lisaks võib [asjaõigusseaduse](#) § 252 kohaselt hoonestusõigust seada kindlaks tähtajaks, kuid mitte kauemaks kui 99 aastaks. Kui tähtaeg on määramata või pikem kui 99 aastat, loetakse tähtajaks 99 aastat. Seejärel on hoonestaja kohustatud ehitise eemaldama, kui maaomanik seda nõuab. See tähendab, et tuulepargi rajatised tuleks pärast hoonestusõiguse lõppu eemaldada, välja arvatud juhul, kui pooled on lepingus kokku leppinud teisiti või maaomanik soovib need endale jätta. Kuna aga nii hoonestusõiguse tähtaeg kui ka rajatiste saatus määratakse pooltevahelise kokkuleppega, ei ole tegelikkuses alati selge, millal või kas tuulepargi rajatised üldse eemaldatakse. Siiski selgub päringust Registrate ja Infosüsteemide Keskusele, et hoonestusõigus tuuleparkidele seatakse enamjaolt 50 aastaks. Kui lepingus on hoonestusõigus määramata, rakendub seadusest tulenev maksimaalne kestus 99 aastat (§ 251 lg 2). Selline periood on tuuleparkide puhul ebamõistlikult pikk. Seetõttu võib tekkida olukord, kus tuulikud seisavad kasutuna aastakümneid, enne kui hoonestusõigus formaalselt lõpeb ja nende eemaldamine muutub aktuaalseks.

Riigimaale rajatud tuuleparkidele on Maa- ja Ruumiamet täiendavalt koostanud taastuenergia aladele sõlmitava [võlaõigusliku kokkuleppe ning hoonestusõiguse seadmise näidislepingu](#), milles on kirjas, et tootmisperioodi lõppemisel või muul põhjusel tootmise lõpetamisel peab **arendaja** (lepingus hoonestaja) viivitamatult alustama ehitiste likvideerimist ja hiljemalt hoonestusõiguse lõppemise tähtpäevaks ehitised ning muud rajatised likvideerima, kõik materjalid ära vedama ja ala korrastama, kui omaniku esindajaga ei lepita kokku teisiti. Rajatud teede likvideerimise vajaduse lepivad omanik ja arendaja eraldi kokku hiljemalt kaks aastat enne hoonestusõiguse lõppemist. Ala korrastamisel tuleb lähtuda eesmärgist saavutada kliimanetraalsus ning looduslike funktsioonide ja elurikkuse taastumist soodustav lahendus. Täiendavalt on riigimaale rajatavate tuuleparkide puhul riskide maandamiseks näidislepingusse lisatud ka arendajale kohustus maaomaniku nõudmisel sõlmida **pangagarantii** ulatuses, mis tagab ehitiste likvideerimise kohustuse täitmata jätmisega kaasnevate võimalike kulude, kahju ja leppetrahvi hüvitamise.

Eramaale rajatud tuuleparkide puhul ei ole avalikult teada, millised kokkulepped on demonteerimise ja tekkinud jäätmete käitlemise osas arendajatega seni sõlmitud ega ka see, milliseid tagatise on seatud.

Demonteerimistegevuste kirjeldust ega nende kavandamist enne tuuleparkide rajamist ei ole praegu kehtivate regulatsioonide alusel nõutud. Osalist käsitlust leiab vaid lammutamisel tekkivate jäätmete käitlemine. [Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse](#) § 40 järgi peab keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne sisaldama hinnangut jäätmetekke võimaluste kohta ning

kirjeldust mõju prognoosimise meetoditest. Demonteerimisel tekkinud jäätmemahutade esitamisele puudub nõue. Enamasti märgitakse vaid, et elektrituulikute demonteerimisel tekivad betooni, metalli ja plasti jäätmed ning suur osa materjalist on taas- või korduskasutatav.

Detailne demonteerimis- ehk **lammutusprojekt** tuleb koostada ja esitada kohalikule omavalitusele siis, kui park on lõpetamas tööd. Tuulepargi lammutamist käsitletakse ehitustegevusena ja see nõuab [ehitusseadustiku](#) kohast **ehitusluba** lammutustööde tegemiseks.

Tuuleparkide demonteerimise **järelevalve** jaguneb valdkonniti mitme ametkonna vahel. Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet (TTJA) korraldab tehnilist järelevalvet suuremate ehitiste (sh tuulegeneraatorite) ehitusel ning lammutamisel. Keskkonnaamet (KeA) jälgib, et demonteerimisel järgitaks keskkonnanõudeid, sh jäätmete käitlemist, veekeskonna kaitset ja looduskaitsete tingimuste täitmist. Kohaliku omavalitsuse (KOV) ehitusjärelevalve jälgib, et tuuleparkide rajajatel oleks olemas kõik vajalikud ehitus- ja lammutusload, ning kontrollib, kas arendaja järgib ehitusseadustiku nõudeid (sh lammutusloa tingimusi) ja võib vajaduse korral teha järelevalveinspektsioone kohapeal.

Tuuleparkide demonteerimine ja tekkinud jäätmete käitlemine eeldab ka piisavate finantsvahendite olemasolu, mis tagab kulude katmise kaugemas tulevikus. Juba 2018. aastal Tartu Ülikooli koostatud uuringus „[Finantsgarantii instrumendid kui keskkonnavastutuse tööriistad](#)“ soovitati kaaluda tuuleparkide **finantstagatise ehk rahalise garantii** kehtestamist, sest puudub kindlus, et kasutusea ületanud elektrituulikud igal juhul demonteeritakse. 2025. aastal ei ole finantstagatis tuulepargi lammutamise kulude katteks Eestis kohustuslik.

Eestis on toimiv finantstagatise näide olemas jäätmete ladustamisele alates 1.01.2020. a, kui jäätmeseaduse §-ga 98³ kehtestati nõue, mille kohaselt peab isik, kes taotleb keskkonnakaitsete luba või registreeringut jäätmete ladustamiseks, sealhulgas jäätmete käitlemisega kaasnevaks ladustamiseks, esitama loa andjale koos taotlusega Euroopa Majanduspiirkonnas asuva krediidi- või finantseerimisasutuse või kindlustusandja garantii või deposiidina selleks määratud kontole makstud tagatissumma olemasolu tõendava dokumendi ladustatavate jäätmete käitlemise korraldamise ja käitlemise kulude katmiseks. Isikud, kellel kehtis keskkonnaluba või registreering juba varasemast, tuli finantstagatis seada ühe aasta jooksul, vastasel juhul puudus neil alates 1.01.2021. a õigus jäätmeid ladestada. Tagatise suuruse arvutamiseks on välja töötatud valem, mis arvestab taotluses esitatud andmeid. Garantiist tuleneva kohustuse võlausaldaja on Keskkonnaamet ning deposiit makstakse Rahandusministeeriumi kontole. Tagatise piisavust tuleb iga kolme aasta tagant hinnata ja vajadusel muuta

Kokkuvõtvalt tuleb tõdeda, et kuigi tuuleparkide rajamisel on demonteerimise kohustus enamjaolt kaetud arendajate ja maaomanike vahel sõlmitud lepingutega, ei pruugi see praktikas alati tagada piisavat selgust ning kaitset kõikidele pooltele. Kuna teema muutub aktuaalseks alles pika aja pärast, võib demonteerimiskohustus lepingute sõlmimisel jääda tähelepanuta või tuua kaasa olukorra, kus maaomanik on läbirääkimistel nõrgemas positsioonis kui arendaja.

2.2. Jäätmekäitlus

Eestis tuleb tuulikute demonteerimise tulemusel tekkinud materjalide käitlusel lähtuda [jäätmeseadusest](#). Tulenevalt jäätmete mõistest (§ 2) muutuvad lammutamise käigus tekkivad materjalid jäätmeteks, kui neid ei ole tehniliselt võimalik või majanduslikest või keskkonnakaitselistest asjaoludest tulenevalt mõistlik enam kasutada. Enne demonteerimist on tegemist ehitisega, mis ei kuulu jäätmeseaduse reguleerimislasse.

Tuulikutest tekkinud jäätmete käitlemisel tuleb järgida järgmisi üldpõhimõtteid:

- jäätmehoolduse kulud kannab **jäätmevaldaja** (§ 11 lg 2);
- juhitudakse **jäätmehierarhiast**: eelistada tuleb jäätmetekke vältimist, jäätmete korduskasutuseks ettevalmistamist, sh taastamist ja kasutusotstarbe muutmist, seejärel materjali ringlussevõttu ning muid taaskasutamisi. Kõrvaldamine põletamise teel ilma energia kasutusest või prügilasse ladestamisena peaks olema kõige vähem eelistatud tegevus (§ 22¹);
- jäätmevaldajal peab **olema ülevaade** tema valduses olevate jäätmete liigist, hulgast ja päritolust, jäätmekäitluse seisukohalt olulistest omadustest ning jäätmetest tulenevast ohust tervisele, keskkonnale või varale (§ 28 lg 1¹);
- jäätmevaldaja on kohustatud käitlema tema valduses olevaid jäätmeid kehtestatud nõuete järgi või andma need käitlemiseks üle selleks õigust omavale isikule (§ 28 lg 1).

Jäätmeid liigitatakse määruse „[Jäätmete liigitamise kord ja jäätmenimistu](#)“ alusel. Tuulikutest tekkivatele jäätmetele eraldi koodi ei ole. Tekkivate jäätmete omaduste järgi liigitatakse need nt ehitus- ja lammutusjäätmeteks, elektri- ning elektroonikajäätmeteks vms.

Määruse „Jäätmete liigitamise kord ja jäätmenimistu“ muutmise eelnõu⁶ kohaselt on kavas jäätmenimistut täiendada tuulegeneraatori labade jäätmekoodidega.

⁶ Eelnõude infosüsteem: <https://eelnoud.valitsus.ee>

Jäätmenimistusse lisatakse koodinumber 16 02 15 15*, mille alla liigitatakse ohtlikke osi sisaldavad kasutuselt kõrvaldatud tuulegeneraatori labad, ning koodinumber 16 02 16 15, mille alla liigitatakse kasutuselt kõrvaldatud tuulegeneraatori labad, mis ei sisalda ohtlikke osi. Eelnõu seletuskirja kohaselt võimaldab tuulegeneraatori labadele eraldi jäätmekoodide loomine saada Eestis ülevaate, kui palju komposiitmaterjalist jäätmeid tuulegeneraatorite kasutuselt kõrvaldamisel tekib ja kuidas on tagatud nende jäätmete käitlus. Määruse muudatus jõustub eeldatavalt 1.01.2027.

Prügilasse ladestamisel tuleb tuulikute lammutamisest tekkivate jäätmete puhul määruse „[Prügila rajamise, kasutamise ja sulgemise nõuded](#)“ § 18 kohaselt koostada jäätmete üldiseloomustus, mille alusel hinnatakse jäätmete ladestamise kõlblikkust. Üldiseloomustus peab hõlmama muu hulgas koostise andmeid ja vajaduse korral leostuvusomadusi (nt BPA sisaldus ja leostumine), ohtlike jäätmete korral ohtlikkuse omadusi vastavalt [ELi määrusele 1357/2014](#), tõendit selle kohta, et jäätmed ei kuulu ladestamiskeelu alla (§ 19 alusel), ning teavet jäätmete jaoks sobiva prügila tüübi kohta.

Seni on Eestis demonteeritud vaid üksikuid tuulikuid kasutuskõlbmatuks muutumise tõttu rikke või ehitustööde käigus. Tuulikute demonteerimise ja sellest tekkivate jäätmete teave on enamasti kättesaadav vaid meedia vahendusel. Kuigi ehitiste ja rajatise lammutamisega seotud andmed peaksid kajastuma Ehitisregistris, näitab praktika, et registri usaldusväärsus on küsitav: näiteks selgub andmebaasi päringust, et Eestis on lammutatud 53 tuulikut. Enamiku nende tuulikute puhul on küll esitatud teatis ehitise likvideerimise kohta, kuid samas sisaldab kirje täpsustust „ehitust pole alustatud kahe aasta jooksul“ või „ehitusluba aegunud“. Ehitise seisundiks on siiski märgitud „lammutatud“. Sellest järeldub, et registri kirje ei pruugi alati vastata tegelikkusele ja andmed võivad olla eksitavad.

Meedias on seni enim tähelepanu pälvinud ehituse käigus kahjustada saanud **Sopi-Tootsi tuulepargi tuulikulaba**, mis viidi 2025. aasta veebruaris purustatult Paikre prügilasse ja ladestati ehitusjäätmetena. Tegemist oli tuuliku paigaldamise käigus kannatada saanud ja seetõttu mahakandmisele kuulunud 80-meetrise ja ligikaudu 26-tonnise labaga. Selline tegevus tõstatas laiema arutelu meedias ning Kliimaministeerium ja Keskkonnaamet said palju selleteemalisi küsimusi. Keskkonnaameti järelepärimise peale esitas tuulikulaba tootja tehnilised ja materjalide koostise andmed ning tuuliku käitlemise juhendi. Dokumentidega tutvudes ja asjaolusid kontrollides ei tuvastanud Keskkonnaamet, et ladestatud tuulikulaba puhul oleks tegemist olnud ohtlikke jäätmetega, mistõttu ei olnud ka Keskkonnaametil Paikre OÜ-le etteheiteid tuulikulaba jäätmekoodi määramise ja ladestamise osas.

Tuulepargi ehituse ajal vastutab tuulikute eest tootja, kes otsustas viga saanud tuulikulaba tükeldada ja viia prügilasse. Sopi-Tootsi tuulepargi arendaja (Enefit Green AS) avaldas soovi säilitada vigastatud laba hariduslikel eesmärkidel – näiteks õppetöös või demoelemendina tuulepargis, kuid tootja ei nõustunud sellega, viidates oma kindlustuslepingule, mis ei võimaldanud vara alternatiivset kasutust. Enefit Green AS on varem tuulikulabade väljavahetamisel vältinud tuulikulaba prügilasse ladestamist. 2024. aastal anti kaks Virtsu tuulepargi amortiseerunud laba Kuressaare Ametikoolile, et kool saaks neid kasutada elektrituuliku labade hooldajate ja tehnikute erialaõppes.

Juhtum tõi esile vastuolu turuosaliste kindlustustingimuste ja kestlikkusele suunatud jäätmekäitluspraktikate vahel. Selle tulemusel on Enefit Green AS lubanud tugevdada koostöölepinguid oma ehituspartneritega, kehtestades neile rangemad nõuded keskkonnateadlikemate käitluslahenduste rakendamiseks.⁷

2.3. Intervjuude kokkuvõte tuuleparkide arendajatega

Intervjuud korraldati kahe Eesti juhtiva tuuleenergiaettevõtte, **Enefit Green AS** ja **OÜ Utilitas Wind**, esindajatega, et selgitada nende seisukohti ning kogemusi tuulikute kasutustsükli lõpu käsitlemisel.

Enefit Green AS-il ja OÜ Utilitas Windil ei ole seni olnud vajadust demonteerida suuri tuulikuosasid, mõlema ettevõtte kogemus piirdub tavapäraste hoolduste ning kulunud komponentide vahetusega. Komponentide kasutuskõlbmatuks muutumine toimub eeldatava kasutusea lõpus ja kuluosade asendamine on tavapärane osa tuulepargi tööst.

Tuuleparkide arendajate sõnul jaguneb jäätmekäitluse vastutus tuulikute kasutustsükli jooksul eri poolte vahel: ehitusetapis kannab vastutust enamasti tuuliku tootja või süülise tegevuse korral alltöövõtja, tööperioodil ja sulgemisel liigub vastutus arendajale. Samas rõhutatakse, et täpne vastutuse ulatus oleneb valitud tuulikutootjaga sõlmitud lepingutingimustest.

Maaomanikega sõlmitud lepingutes on ettevõtetal sätestatud kohustused seoses tuulikute eemaldamise ja maa-ala korrastamisega tuulikute kasutusea lõppedes. Hoonestusõiguse ja servituudi lepingutes määratletakse, mis aja jooksul, millistel tingimustel ja millises ulatuses peab arendaja eemaldama tuulikud ning nendega seotud taristu. Tavapäraselt on maaomanike huvi säilitada juurdepääsuteed või muu

⁷ Pärnu Postimees (2025): [Sopi-Tootsi tuugenilaba teekond lõppes prügimäel](#)

vajalik infrastruktuur. Kuna tegemist on konfidentsiaalsete lepingutega, siis täpsemaid detaile ei ole ettevõtete sõnul võimalik avada.

Vaidlustega demonteerimise teemadel pole Enefit Green AS ega OÜ Utilitas Wind kokku puutunud, kuna tuulepargid ei ole oma kasutusea lõppu jõudnud. Enefit Green AS-il on olnud kontakt vanemate parkide maaomanikega, kuid see on kulgenud koostöövaimus, pigem ollakse huvitatud uute tuulikute paigaldamisest kui maa-ala vabastamisest.

Demonteerimiskulude hinnang

Enefit Green AS ei ole tänaseks teinud konkreetseid arvutusi tuulikute demonteerimise ja jäätmekäitluse tegelike kulude kohta. Ettevõtte sõnul pole ükski nende park veel kasutustsükli lõppu jõudnud ja seetõttu puuduvad ka empiirilised andmed kulude täpselt hindamiseks.

OÜ Utilitas Windi jaoks on tuulikute demonteerimise ja lõppkäitluse kulud projektipõhised ning olenevad mitmest tegurist, sh tuulikute mudelist, kogusest, asukohast, tehnoloogia arengust ja turuhindadest demonteerimise hetkel. Ühtset universaalset hinnangut ühe tuuliku kohta ei ole võimalik anda. Ettevõtte toob välja, et praktikas on majanduslikult otstarbekam tehnoloogia arenedes mitte oodata ära olemasolevate tuulikute kasutusea lõppu, vaid asendada olemasolevad tuulikud uuemate ja efektiivsematega samas asukohas (*RePowering*) juba mõni aasta varem. Sellisel juhul saab uute tuulikute investeeringut osaliselt ka finantseerida veel olemasolevate tuulikute rahavoo arvelt ning viia miinimumini aeg vanade tuulikute teisaldamise ja uute paigaldamise vahel.

Finantseerimine ja vastutussüsteem

Enefit Green AS käsitleb tuuleparkide demonteerimist tulevase eelarvelise kuluna ehk tuulikute demonteerimise ja käitlemise kulud on arvestatud LCOE⁸ sisse. Ettevõtte sõnul täidavad nad oma kohustused lubaduste järgi ja leiavad, et iga täiendav finantsinstrument (nt kohustuslik tagatis) muudaks taastuvenergia lõpphinna tarbija jaoks kallimaks.

OÜ Utilitas Wind rõhutab, et tuulepargid on pikaajalised kapitalimahukad investeeringud, mille finantseerimisel arvestatakse kogu kasutustsükli, sh demonteerimise kulu. Kohustusliku fondi või kindlustuse kehtestamist ei peeta

⁸ Tasandatud energiahind – majanduslik näitaja, mis väljendab elektrienergia tootmise keskmist omahinda kogu tootmistsükli jooksul

mõistlikuks, kuna see tähendaks finantsilist topeltkoormust. Utilitase hinnangul tagavad olemasolevad õigusaktid (nt [EhS](#), [KeTS](#), [AÕS](#)) juba praegu, et tuulikud eemaldatakse pärast kasutusaja lõppu. Lisaks on demonteerimise kohustus sätestatud ka maaomanikega sõlmitud hoonestusõiguse lepingutes, mis sisaldavad sanktsioone kohustuste rikkumise korral. Ettevõtte sõnul muudaks kohustuslik finantstagatis arendustegevuse Eestis veelgi keerulisemaks, kuna lisaks juba olemasolevatele kuludele (nt sagedusreservide katmine) tooks see kaasa ebaproportsionaalse investeerimiskoormuse. Tuuleparkide äriplaanides on kasutusea lõppfaasis ette nähtud *RePowering*-investeeringud, mille puhul arenduseperspektiivi väärtus ületab olemasolevate tuulikute demonteerimise ja käitlemise kulud.

Sama kinnitab ka **Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon**, kelle hinnangul ei saa demonteerimiskulusid käsitleda võrreldes seda üksnes materjalide võimaliku taaskasutusväärtusega, kuna tuulikute eemaldamise otsustusloogika hõlmab laiemat majanduslikku konteksti. Oluline väärtus tuleneb eeskätt tuuleenergia tootmiseks sobiva ja juba loa saanud asukoha säilimisest.

Eestis on sobivaid ja kehtivate kooskõlastustega tuulepargialasid väga piiratud. Seetõttu loob olemasolevate tuulikute demonteerimine võimaluse paigaldada samale alale modernsem ja oluliselt efektiivsem tootmisüksus, mis omakorda annab suurema majandusliku tulu kui amortiseerunud tuuliku püsti jätmine. Sellest tulenevalt hinnatakse tuuliku eemaldamist pigem investeeringuks tootmisvõimekuse säilitamiseks ja uuendamiseks, mitte pelgalt materjaliväärtuste kaudu tasuvaks või mittetasuvaks tegevuseks.

Ringlussevõtt ja taaskasutus

Enefit Green AS näeb peaaegu kõigi tuuliku komponentide puhul (torn, generaator, rootor, käigukast) realistlikke ringlussevõtu võimalusi, kuna need koosnevad valdavalt metallidest ja muudest tööstusstandarditele vastavatest materjalidest. Samuti saab vundamendist pärinevat betooni taaskasutada ehitusmaterjalina. Suurim väljakutse on labade materjalide ringlussevõtt – selles osas tehakse koostööd tootjate, teadusasutuste ja tehnoloogiaettevõtetega, et leida sobivaid lahendusi. Enefit Green AS märgib, et tootjad arendavad aktiivselt uusi taaskasutatavaid labamaterjale ja see võib tulevikus anda neile konkurentsieelise hangetel.

OÜ Utilitas Wind kinnitab, et juba praegu on umbes 85–90% tuulikute massist taaskasutatav. Kõige keerulisemaks peetakse samuti komposiitmaterjalidest labade käitlemist, kuid valdkond areneb kiiresti. Euroopa tasandil liigub suund ladestamise lõpetamisele. Üheks praktikaks on labade purustamine ja kasutamine

tsemenditööstuses või materjalide keemiline lahustamine ja taaskasutamine. Lisaks rõhutab OÜ Utilitas Wind järelturu olemasolu: kasutatud tuulikutel on reaalne turuväärtus kas siis tervikuna või varuosadena. Lisaks katavad metallide ja muude materjalide müügitulu suure osa demonteerimise kuludest.

2.4. Intervjuude kokkuvõte kohalike omavalitsustega

Küsimused tuuleparkide demonteerimise ja jäätmete käitluse teemal edastati viiele omavalitsusele: Lääne-Harju, Lääneranna, Põhja-Pärnumaa, Tori ja Lääne-Nigula vallale. Vastused saadi kolmest omavalitsusest – **Lääne-Harju, Põhja-Pärnumaa ja Tori vallalt**. Esitatud seisukohad annavad ülevaate nende kolme kohaliku omavalitsuse kogemusest ja hinnangutest.

Senine koostöö tuuleparkide arendajatega on valdavalt olnud konstruktiivne ja muutunud järjest avatumaks. Märkimisväärseid konflikte ega suuremaid probleeme ei ole esinenud. Kohalikul tasandil on kogetud, et arendajad on valmis suhtlema ja teavet vahetama, kuid samas jääb demonteerimise küsimustes puudu selgest õiguslikust raamistikust, mis toetaks kohalikke omavalitsusi. Näiteks peetakse ebapiisavaks, kui kohaliku kogukonna jaoks piirdub selgitus tuulikute demonteerimise osas vaid väitega, et likvideerimisel tekkivad jäätmed käideldakse kehtiva korra järgi, ilma et eelnevalt demonteerimise kohustusest selgelt räägitaks.

Tuuleparkide töö lõpetamise ja kasutusest kõrvaldatud tuulikute teemal on toimunud arutelusid, kuid need on jäänud üldisele tasandile ega ole viinud konkreetsete kokkulepete ega lahendusteni. Keskne küsimus on olnud vastutuse määramine olukorras, kus arendaja ei soovi või ei suuda tuuleparki demonteerida. Praktikas on esinenud ka juhtum, kus kogukonnas tekkis kahtlus lammutamise ja jäätmekäitluse läbipaistvuses (Sopi-Tootsi juhtum). Kohalikud omavalitsused leiavad, et nende tasandil ei ole võimalik ega otstarbekas seda probleemi lahendada – vajalik on ühtne riiklik regulatsioon.

Arendajatelt on saadud teavet võimalike jäätmete mahu, käitlemise ja materjalide ringlussevõtu kohta suuliselt või keskkonnamõju strateegilise hindamise dokumentidest. On lubatud, et tuulepargi töö lõppemisel võetakse enamik materjale taaskasutusse ja tehnoloogiate arenguga võiks tulevikus saavutada kõigi materjalide ringlussevõtu. Praktikas ei ole Eestis seni ühtegi tuuleparki täielikult lammutatud, mistõttu kogemuspõhine teadmine ja tõendatud andmed jäätmevoogude ning materjalide käitlemise kohta puuduvad.



Kohalikud omavalitsused peavad vajalikuks selgemaid juhiseid ja riiklikke regulatsioone, mis käsitleksid tuulikute demonteerimist ning jäätmete lõppkäitlust. Sellised regulatsioonid aitaksid vähendada kogukonna usaldamatust ja maandada riski, et tuulepargi uus omanik ei täida kohustusi ning jätab pankroti korral lammutamise tegemata. Eraldi töi Põhja-Pärnumaa vallavalitsus välja, et nende hinnangul tuleks luua riiklik fond, mida saaks kasutada juhul, kui arendaja ei täida oma kohustust tuulepargi töö lõppemisel.

3. TUULIKUTE DEMONTEERIMINE

3.1. Rahvusvahelised juhised

Tuulikute teadlikul demonteerimisel on jätkusuutlikkuse tagamisel väga tähtis roll. Kuna tuuleparkide massiline rajamine algas mitmel pool maailmas 2000. aastate alguses, on paljud neist nüüdseks jõudmas oma tehnilise kasutusea lõppu. Tagamaks turvaline, keskkonnahoidlik ja kulutõhus demonteerimisprotsess, aitavad selged juhised ja rahvusvaheliselt ühtlustatud lähenemisviis sellele oluliselt kaasa.

Eesmärgi täitmiseks moodustas WindEurope 2020. aastal demonteerimise ja lammutamise töögrupi, mille ülesanne oli välja töötada suunised jätkusuutlikuks demonteerimisprotsessiks. Valminud dokument ([Decommissioning of Onshore Wind Turbines](#)) võtab kokku töögrupi tulemused eesmärgiga toetada rahvusvahelise standardi väljatöötamist Rahvusvahelise Elektrotehnilise Komisjoni (International Electrotechnical Commission; IEC) kaudu. Dokumendi sissejuhatuses on välja toodud, et seda tuleks käsitleda kui mittekohustuslikku üldist juhendmaterjali, mis pakub ülevaadet maismaa tuuleparkide demonteerimise ja lammutamise põhietappidest. Juhend käsitleb demonteerimiskava koostamist (sh täpne ajakava näidis), lammutamisprotsessi kirjeldust ning ressursside haldamist.



Decommissioning of
Onshore Wind Turbines
Industry Guidance Document



Joonis 3. [WindEurope'i juhend](#) maismaa tuuleparkide demonteerimiseks.

2025. aasta seisuga rahvusvahelist standardit tuulikute demonteerimise kohta veel ei ole, kuid valdkonnas on tehtud olulisi edusamme. Näiteks on koostatud rahvusvaheline tehniline spetsifikatsioon ([Wind energy generation systems - Part 28:](#)

[Through-life management and life extension of wind power assets IEC TS 61400-28:2025 ED1](#)), mis määratleb minimaalsed nõuded tegevusteks, uurimusteks ja hindamisteks, eesmärgiga tagada tuulikute konstruktsiooniline ohutus kogu nende kasutustsükli jooksul. Spetsifikatsioon keskendub sellele, kuidas hinnata tuuliku järelejäänud kasutusega ja õigustada selle võimaliku kasutusaja pikendamist pärast projekteeritud kasutusea lõppu. Dokument annab olulise raamistiku tuulikute kasutusaja lõpuotsuste tegemiseks – kas jätkata tööd, pikendada kasutusega või alustada demonteerimist.

Demonteerimisprotsessi selgemalt mõistmiseks on oluline välja tuua, millised kululiigid sellesse etappi kuuluvad ja millest need sõltuvad. Järgnevas peatükis keskendutakse tuuleparkide demonteerimise peamistele kulukomponentidele ja teguritele, mis hinda mõjutavad.

3.2. Tuuliku demonteerimise kulud

3.2.1. Tuuliku demonteerimist mõjutavad kulud ja näiteid maksumustest

Tuuliku kasutusaja lõppedes kaasneb selle demonteerimisega erinevaid kulukomponente, mille maksumus oleneb tehnilistest, geograafilistest ja regulatiivsetest teguritest. Samal ajal sisaldavad demonteeritavad tuulikud hulgaliselt väärtuslikke materjale, millel on märkimisväärne taaskasutuspotentsiaal.

Tuuliku lammutamise eelarveline tasakaal oleneb näiteks torni asukohast (maismaal või merel), konstruktsioonist (hübriid- või terastorn), tuuliku suurusel, komponentide seisukorrast ja eelkõige sellest, kas tuulikuid lammutatakse ühe kaupa või korraga suuremas grupis. Mida rohkem tuulikuid samaaegselt samas piirkonnas lammutatakse, seda madalamad on ühikkulud rasketehnika rendile ja logistikale. Kulude suurus mõjutab ka lammutamisviisi – näiteks, kas labad eemaldatakse ja transporditakse tervikuna või purustatakse kohapeal, kas lammutamisele kuuluvad ka vundament ning rajatud teed jne.

Saksamaa Keskkonnaameti tellimisel koostatud uuringus „Kontseptsiooni ja meetmete väljatöötamine hea tava tagamiseks tuuleenergiajaamade lammutamisel ja materjalide ringlussevõtul“ ([Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen](#), 2023) on välja toodud, et iga paigaldatud MW kohta on realistlik lammutamise baasproгноos 30 000–40 000 €, millele lisandub hinnatõusuks 1% aastas kogu kasutusaja jooksul. See tähendab, et 4 MW tuuliku lammutamise baaskulu on suurusjärgus 120 000–160 000 €.

Soomes on 2023. aastal Soome Tuuleenergia Assotsiatsiooni (nüüd Soome Taastuvenergia MTÜ) tellimisel valminud aruanne „Tuuliku lammutamise kulud“

(„[Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#)“, 2023). Aruandes tuuakse välja, et kümne 140–150 meetri kõrguse rootoriga tuuliku demonteerimisel jääb **ühe tuuliku lammutamise kogukulu** (ilma taaskasutatavate materjalide müügist saadava tuluta) vahemikku 125 400–179 200 eurot olenevalt torni tüübist. Terastorni demonteerimine on oluliselt soodsam kui terasest ja betoonist koosneva hübriidorni lammutamine (tabel 1). Kulude hulka on lisatud transpordikulud, kuid vundamendi välja kaevamist ei ole arvesse võetud.

Esitatud kuludest moodustavad umbes 12 000 eurot ehk 6–9% **tuulikulabade käitlemiskulud**, mis hõlmavad Soome-siseselt süsinik- ja klaaskiudmaterjalide transporti ja töötlemist.

Taaskasutatavate materjalide müügist saadav tulu vähendab märkimisväärselt lammutuse netokulu. Teras, vask, alumiinium jm metallid omavad positiivset väärtust. Mõnel tuuliku komponendil võib olla ka turuväärtus, kui järelejäänud kasutusiga lubab neid edasi kasutada. Soome aruandes esitatud arvutuste järgi on 2023. aastal 140 meetri kõrguse terastorniga seadme materjalide ringlussevõtu väärtus 69 500–117 500 eurot, samas kui hübriidorniga seadme puhul jääb see 41 000–55 500 euro vahele (tabel 1).

Netokulud võivad seega olla väga erinevad. Ühe tuuliku lõplik lammutamise kulu pärast materjalide ringlussevõtu tulu arvestamist võib 2023. aasta hindadele tuginedes langeda ligikaudu **7900 euroni**. Samas võib netokulu ulatuda ka kuni **138 200 euroni** olenevalt torni tüübist ning materjalide käitluskulust ja müügiväärtusest (tabel 1).

Tabel 1. Tuuliku demonteerimise kogukulu, materjalide ringlussevõtu väärtus ja demonteerimise netokulu ühe torni kohta 10 torni lammutamise korral ([Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#)“, 2023).

Tornitüüp	Lammutamise kogukulu	Materjalide ringlussevõtu väärtus*	Lammutamise netokulu
Terastorn	125 400–153 900 €	69 500–117 500 €	7900–84 400 €
Hübriidorn	138 300–179 200 €	41 000–55 500 €	82 800–138 200 €

* Täpsemad tuuliku demonteerimisel tekkivad materjalid, käitluskulu ja materjalide müügiväärtus uuringu hetkel on välja toodud viidatud Soome aruande 8. ptk-s.

Eestis võib uuringu koostamise ajal eeldada Soomele sarnast või pigem kõrgemat hinnataset. Netokulu suureneb tuulikute labade käitluse arvelt, sest Eestis puudub suures mahus tekkivate komposiitmaterjalide töötlemise võimekus, tuulikute labad tuleks ladestamise vältimiseks eksportida riikidesse, kus on loodud vastav töötlusvõimekus.

Toetudes Soome uuringus välja toodud maksumustele, kujuneks 2023. a teadmiste juures seni Eesti suurima Sopi-Tootsi tuulepargi (38 terastorni) lammutamise

hinnanguliseks kogukuluks 4,77–5,85 miljonit eurot. Materjalide ringlussevõtu väärtus jääks vahemikku 2,64–4,47 miljonit eurot. Lammutamise netokuluks kujuneks seega 0,3–3,21 miljonit eurot (tabel 2).

Tabel 2. Sopi-Tootsi tuulepargi demonteerimise hinnanguline kogukulu, materjalide ringlussevõtu väärtus ja demonteerimise netokulu, toetudes Soome aruandes esitatud maksumustele ([Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#), 2023).

Tuulepark	Lammutamise kogukulu	Materjalide ringlussevõtu väärtus	Lammutamise netokulu
Sopi-Tootsi tuulepark (38 terastorni)	4 765 200–5 848 200 €	2 641 000–4 465 000 €	300 200–3 207 200 €

Samas rõhutas tuulikutootja Nordex esindaja, et tänapäevaste 6–7 MW tuulikute metallikomponentide väärtus on 2025. aastal piisavalt suur, et ületada demonteerimistööde maksumuse. Ettevõtte sõnul tähendab see, et selliste tuulikute demonteerimine on valdavalt rahaliselt tasuv tegevus, kus materjalide realiseerimisest saadav tulu katab tuulikute lammutamiskulud.

Enefit Green AS on tuuliku ehituseks kasutatavate materjalide näitena toonud Nordexi terastuuliku, millest saab ringlusse võtta ligikaudu 250–350 tonni terast, 3–5 tonni vaske, 2–4 tonni alumiiniumi ja 1–2 tonni plasti. Lisaks vajavad erikäitlust õli, elektroonika ja komposiitmaterjalid. Terasel, vasel ja alumiiniumil on positiivne rahaline väärtus, samas kui plastide, ohtlike ainete ja komposiitmaterjalide käitlemine toob kaasa lisakulusid. Kulud suurenevad oluliselt, kui välja tuleb kaevata ka vundament ehk aluspind. Enefit Green AS-i hinnangul tekib ühe tuuliku vundamendi eemaldamisel 2000–2250 tonni betooni.

Soome aruandes „[Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#)“ käsitleti kulude hindamisel ainult tuulikute ja tornide demonteerimist, välja jäeti elektriühendused ning vundamendid. 2025. aasta juunis valmis Soomes seadusloome projekti, mille eesmärk on tuulegeneraatorite lammutamis- ja taastamiskohustuse ning seda tagava finantsmehhanismi väljatöötamine, raames teine aruanne „[Maismaatuulikute demonteerimiskulude ja demonteerimise rahastamismudelite hindamine](#)“. Uues aruandes hinnati lisaks eelnevas aruandes välja toodud tornide eemaldamise kuludele ka **150–160 m 6 MW tuuliku pinnasele rajatud plaatvundamendi eemaldamise kulu**. Ilma käibemaksuta hinnati **plaatvundamendi täieliku eemaldamise maksumuseks 175 000–377 000 €**. Osalise vundamendi eemaldamise korral hinnati kuluks ühe tuuliku kohta ligikaudu 36 700–70 400 € (2 m sügavuseni) või 10 400–21 000 € (1 m sügavuseni).

Hinnang põhines tüüpilisel plaatvundamendil, mille betoonimaht on 800–1100 m³ (2000–2750 t) ja armatuuri kogus 100–140 t, ning mis sisaldas vundamendi esiletoomiseks vajalikke kaevetöid (u 3600–5500 t pinnast, u 3,3 €/t), betooni purustamist ekskavaatori löökvasaraga (50 €/t), jäätmete 50 km transpordi teenust (6,5–10 €/t) ja nende käitlemist (25–70 €/t). Metalli võimalikku müügitulu ei arvestatud (kogus 100–140 t).

Tuulikutootja Enercon 2022. a. koostatud lammutusmaksumuse hinnang näitas, et tänapäevase suure maismaatuuliku (nt Enerconi 5. põlvkonna tuuliku mudel, millel on 160 m rootor, E3 konfiguratsioon ja 166 m teljekõrgus) vundamendi eemaldamiseks tuleks arvestada ligi 96 000 € ühe tuuliku vundamendi kohta. See sisaldas betoonvundamendi lahtikaevamist, purustamist ning materjali äravedu ja taaskasutust⁹.

Saksamaal tuulenergia konverentsil toodi näide, kus kolme väiksema tuulikuga tuulepargi vundamentide lammutamise kogukulu oli 89 600 € (29 900 € vundamendi kohta, iga tuuliku vundamendi maht 299 m³). See hõlmas väljakaevamist, betooni purustamist, alajaama lammutust ja pinnase proovivõttu¹⁰.

Meretuuleparkide demonteerimisel tuleb aga arvestada veelgi suuremate kuludega. Merel tuleb kasutada spetsiaalseid tõstelaevu ja ujuvplatvorme. Tööde tegemist raskendavad ilmastikutingimused ja ohutusstandardid. Lisaks kaasneb vajadus eemaldada veealused konstruktsioonid ja elektrikaablid, mis nõuab erivarustust, lõhketöid või sukeldujate kaasamist. Samuti on merel transpordilogistika mahukam ja kallim.

Belgias on koostatud põhjalik analüüs ([Belgium Offshore Wind Farms Decommissioning Costs Project](#), 2023), milles hinnatakse nii meretuulepargi demonteerimiskulusid kui ka võimalikke tulusid materjalide ringlussevõtust. Analüüs käsitleb üheksa Belgia Põhjameres asuva tuulepargi kuluprognoose, koguvõimsusega 2,26 gigavatti (399 tuulegeneraatorit), mis lammutatakse aastatel 2034–2045. Analüüsi kohaselt on Belgias üheksa olemasoleva avamere tuulepargi demonteerimiskulud (sisaldades vundamendi demonteerimist, kuid mitte avamere kõrgepingejaama lammutamist) ligikaudu 952 miljonit (421 kEUR/MW), materjalide edasimüügist saadavaks maksimaalseks tuluks hinnati 234,5 miljonit eurot. See tähendab, et parima stsenaariumi kohaselt, on materjalide edasimüügist võimalik

⁹ Enercon GmbH (2022). Ülevaade demonteerimise ja ringlussevõtu kuludest. https://www.uvp-verbund.de/documents-ige-ng/igc_ni/2AE63246-35F8-4851-8DCD-B13114A348F8/08%20Betriebseinstellung.pdf

¹⁰ Neowa (2024). Lammutamise reservid vs. tegelikud kulud: <https://windenergieta.de/2024/wp-content/uploads/sites/9/2018/01/Kosten-eines-Rueckbaus-JM.pdf>

tagasi saada maksimaalselt veerand demonteerimiskuludest. Ühe tuuliku demonteerimiskulukuks kujuneb seega ligikaudu 2,4 miljonit eurot, kui maha arvestada maksimaalne teenitud tulu, siis on netokulu **1,8 miljonit eurot tuuliku kohta**. Uuring ei hõlma võimalikke ettenägematuid kulusid (20–25%), riske (10–20%) ega töövõtjate kasumimarginaale, kuna need varieeruvad suuresti projektiti.

Oluline on rõhutada, et eeltoodud hinnangud tuginevad aruannete koostamise ajal kehtinud hindadele ja praktikatele. Arvestada tuleb asjaoluga, et ajaks, mil Eestis jõutakse suuremahuliste tuuleparkide demonteerimiseni, võivad oluliselt olla muutunud nii tehnoloogilised lahendused, materjalide ringlussevõtu ja taaskasutuse võimalused, regulatiivsed raamistikud kui ka majanduslikud tingimused, sealhulgas hinnatasemed. Seetõttu ei saa eeldada, et tänased prognoosid kajastavad tulevast olukorda. **Sellest tulenevalt on vajalik säilitada paindlikkus ja jälgida arenevaid tehnoloogilisi ning õiguslikke suundumusi, et tagada keskkonna- ja majanduslikult jätkusuutlik lähenemine tuuleparkide kasutustsükli lõppfaasis.**

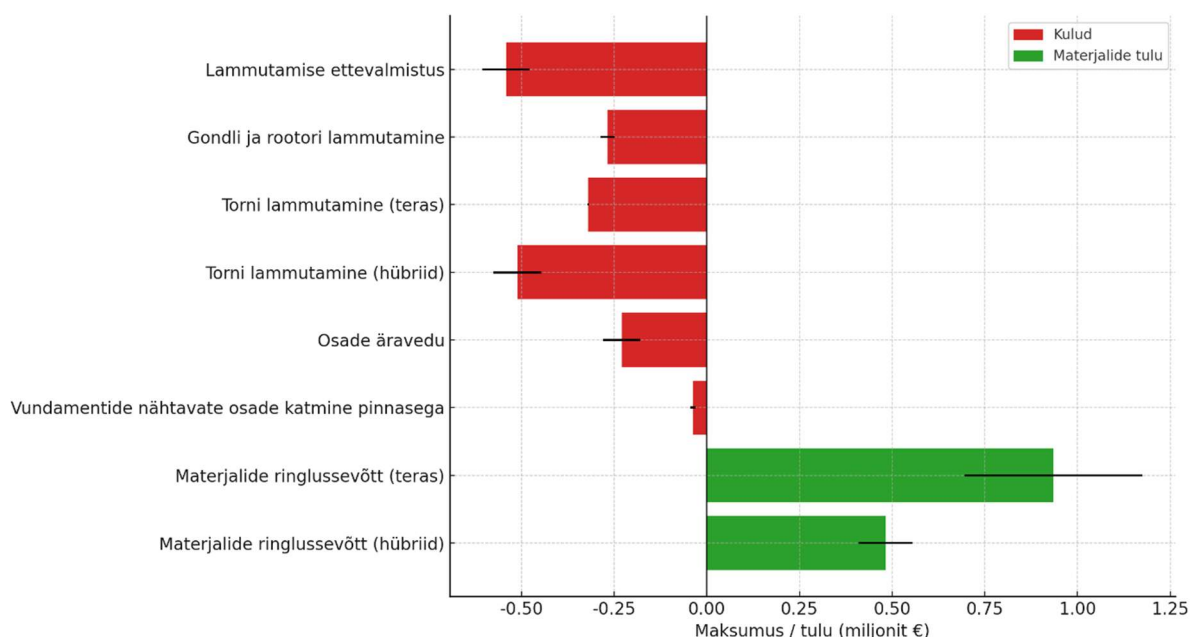
3.2.2. Tuuliku demonteerimise kululiigid

Eelnevalt viidatud Soome aruande „[Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#)“ põhjal jagunevad tuuliku demonteerimise peamised kululiigid järgmiselt (antud aruandes ei arvestatud vundamentide väljakaevamist) (joonis 4).

- Lammutamise ettevalmistus – planeerimine, load, kindlustused, projektijuhtimine, kraana ümberpaigutamine.
- Gondli ja rootori lammutamine – labade, rummu ja generaatori eemaldamine.
- Torni lammutamine (teras- või hübriidtorn).
- Lammutatud osade äravedu – transportimiseks sobivaks tükeldamine ja vedu.
- Vundamentide nähtavate osade katmine pinnasega – odavam kui täielik vundamendi väljakaevamine.

Tuluallikaks on materjalide ringlussevõtt, sest materjalide müügist saadud tulu on suurem kui käitluskohtade vastuvõtu kulu (eeldusel, et ei toimu vundamendi täielikku väljakaevamist)¹¹.

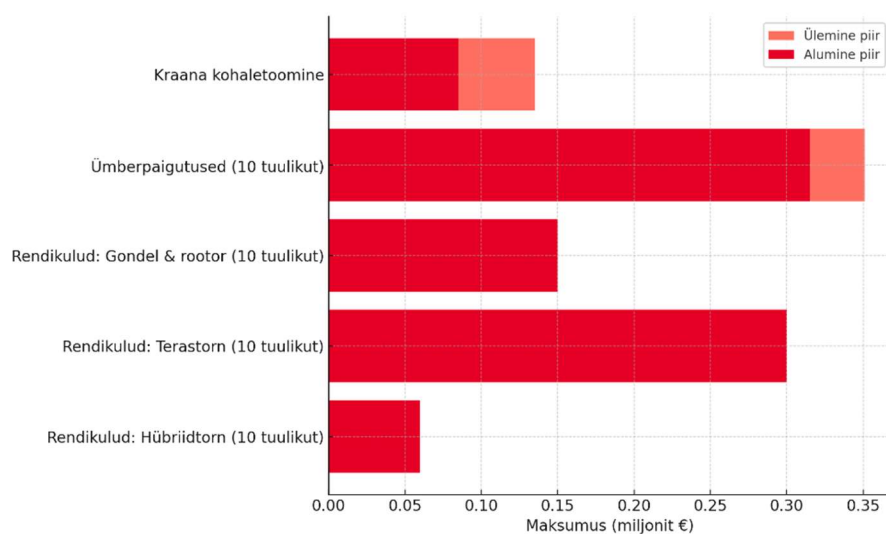
¹¹ Tuulikulabade käitus: Soomes on kõige tõenäolisem tuulikulabade klaas- või süsinikkiust komposiitide vastuvõtja Finnsementti, kes suudab kasutada labade purustatud materjali kaasprotsessimisel nii energiaallikana kui ka toorainena tsemenditootmises. Enne Finnsementtile üleandmist purustatakse labad sobiva fraktsioonini. Täpset ühikuhinda vastuvõtutasu kohta ei ole teada, kuid kuluna on kasutatud Kuusakoskilt saadud hinnangut 200–300 €/tonn (sisaldab labade töötlemist ja transporti).



Joonis 4. Tuulegeneraatori lammutamise kululiigid ja rahaline jaotus 10 tuulikuga projekti kohta (andmed: [Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#), 2023).

Detailsemalt vaadates on üks kulukamaid komponente tuulikute lammutamisel kasutatav rasketehnika rent ja sellega seotud logistika (joonis 5). Näiteks viitab Soome aruanne, et ühe suure kraana (600-tonnise) kohaletoomine maksab 85 000–135 000 €, sõltumata lammutatavate tuulikute arvust. Kümne tuulegeneraatoriga projektis tekib üheksa ümberpaigutust, mille kogukulu on 315 000–351 000 €. See tähendab, et iga järgneva tuuliku kohta on kraana kohaletoomine ehk ümberpaigutamine 35 000–39 000 €.

Rendikulud jagunevad kümne tuuliku lammutamisel järgmiselt: gondli ja rootori lammutamine: 150 000 € (10 päeva × 15 000 €); terastorni lammutamine: 300 000 € (20 päeva × 15 000 €) ja hübriidorni lammutamise puhul: 60 000 € (5 päeva × 12 000 €).



Joonis 5. Kraanade rent ja nende ümberpaigutamisega seotud kulud 10 tuuliku lammutamisel (andmed: [Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#)“, 2023).

4. TUULIKUTE DEMONTEERIMISE REGULATSIOON JA PRAKTIKAD TEISTES RIIKIDES

4.1. Soome

Tuulegeneraatorite püstitamine ja eemaldamine kuulub Soomes **ehitusseaduse** ([Rakentamislaki 751/2023](#)) reguleerimisalasse. Tuulegeneraator on ehitis, mille rajamine eeldab ehitusluba. Ehitusluba võib sisaldada tingimusi tuulegeneraatori hilisemaks lammutamiseks ja ala taastamiseks, kui tuuliku kasutus lõpeb. Kui ehitusloas pole lõppkäitlust eraldi sätestatud, tuleb tuulegeneraatori hilisemaks eemaldamiseks taotleda lammutusluba (§ 55). Lammutusloas määrab kohalik omavalitsus kindlaks lammutustööd ja nõuded ala heakorrastamiseks. Ehituseaduse üldsätete kohaselt ei tohi kasutusest välja langenud ehitised muutuda seismisel ohtlikuks ega rikkuda ümbruskonna väljanägemist. Kui hoone on osaliselt või täielikult hävinud, kasutusesta või ehitis on muul moel maha jäetud, peab **kinnisasja omanik** viima ala koos ümbrusega sellisesse seisukorda, et see ei ohustaks kellegi turvalisust ega rikuks maastikupilti (§ 145).

Tuulepargi lammutamisel tekkivad jäätmed kuuluvad Soomes **jäätmeseaduse** ([Jätelaki 646/2011](#)) reguleerimisalasse. Seadus sätestab, et kui ehitise omanik on objekti kasutusest kõrvaldanud ja kavatseb sellest vabaneda, käsitletakse seda jäätmetena ja neid tuleb käidelda keskkonnaohutult ning jäätmehierarhiast lähtudes. Jäätmekäitluse kulude eest vastutab **jäätmete algne tekitaja või nende praegune või eelmine valdaja** (saastaja maksab põhimõtte) (§ 20). Tähtis on märkida, et juhul kui tuulepargi omanik (jäätmevaldaja) ei täida oma kohustust või on maksejõuetu, rakendub kinnistu omaniku teisene vastutus jäätmekäitluse tagamisel. See tähendab, et kui jäätmevaldaja (tuulepargi omanik) ei täida oma kohustusi, võib vastutus jäätmete käitlemise eest langeda kinnistu omanikule (§ 28).

Paljud tuulepargid rajatakse rendimaale, mistõttu tuleb arvestada **maa rendiseaduse** ([Maanvuokralaki 258/1966](#)) nõudeid. Selle seaduse § 76 kohaselt peab rentnik pärast rendilepingu lõppemist oma püstitatud ehitise eemaldama kolme kuu jooksul, kui pole kokku lepitud teisiti. Kui maaomanik ei soovi ehitist endale jätta ja lepingus pole teisiti kirjas, on **rentnik kohustatud tuulikud ja nende rajatised maha võtma**. Tuuleenergiaettevõtte võimaliku maksejõuetuse või pankroti korral läheb vara

pankrotivarasse. Kui lammutuskulude katmiseks ei ole teisi maksjaid, vastutab seaduse kohaselt maaomanik¹².

Meretuuleparkide rajamisel tuleb järgida ka **veeseaduse regulatsiooni** ([Vesilaki 587/2011](#)). Iga ulatuslikum ehitustegevus veekogus, sh tuulikute vundamentide paigaldamine merepõhja, nõuab eraldi veeluba, mille annab Regionaalhaldusamet (Aluehallintovirasto). Veeluba sätestab tingimused nii ehitamiseks kui ka hilisemaks eemaldamiseks, et kaitsta veekeskkonda¹³.

Praegu **ei nõua** ükski Soome seadus, et tuulepargi arendajal peab olema **rahaline garantii** tuulegeneraatorite lõppkäitluse tarbeks. Demonteerimise ja lõppkäitluse finantsgarantii on vabatahtlik meede, mida osa arendajaid rakendab omal algatusel¹⁴. Kuigi seadus seda otseselt ei nõua, soovitab Soome Keskkonnaministeerium 2023. aasta aruandes „[Tuulegeneraatorite lammutamine](#)“, et tuuleenergiaettevõtted ja maaomanikud sõlmiksid lepingud ning rakendaksid lammutustagatist, mis kataks tuuliku demonteerimise kulud ka juhul, kui ettevõtte muutub maksejõuetuks.

Viimastel aastatel on Soomes sagenenud üleskutsed muuta rahaline lammutusgarantii kohustuslikuks. 2021. aastal esitas Soome parlamendi liige [algatuse tuulikute lammutusgarantiide kehtestamiseks](#). Kuigi see algatus tol hetkel seaduseks ei saanud, on teema endiselt päevakorras. 2023. aastal ametisse astunud peaministri valitsus sõnastas oma programmis eesmärgi tuulegeneraatorite lammutamis- ja taastamiskohustuse ning seda tagava finantsmehhanismi väljatöötamiseks. Keskkonnaministeeriumi juhtimisel käivitus 2024. aasta märtsis vastav seadusloome projekt ([tunnus YM012:00/2024](#)). Selles analüüsitakse, milliseid muudatusi on vaja teha kehtivatesse õigusaktidesse (ehitusseadus, jäätmeseadus, võimalusel eraldi tuuleenergia seadus) ja valmistatakse ette eelnõu, mis kehtestaks selged lammutamis- ning taastamiskohustused ja nõude finantsgarantii kasutuselevõtuks. 2025. aastal valmis selle seadusloome projekti raames uuring „[Maismaatuulikute demonteerimiskulude ja demonteerimise rahastamismudelite hindamine](#)“, kus hinnati erinevaid rahastusmudeleid ning -lahendusi, mille abil on võimalik tagada lammutamis- ja ala taastamiskohustuste täitmine vastutava poole

¹² Soome parlament (Eduskunta) (2021). *Meetmealgatus tuulikute lammutamise tagatiste kehtestamise kohta*: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/EduskuntaAloite/Sivut/TPA_21+2021.aspx

¹³ Regionaalhaldusamet (Aluehallintovirasto). *Vee- ja keskkonnaküsimuste juhendamine ning nõustamine ettevõtetele ja organisatsioonidele*: <https://avi.fi/asioi/yritys-tai-yhteiso/ohjaus-ja-neuvonta/vesi-ja-ymparisto>

¹⁴ STT Info (2024). *Tuulegeneraatori vundamentide lahendamata probleem*: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/69971540/tuulivoimalan-perustusten-ratkaisematon-ongelma?publisherId=69819944&lang=fi>

maksejõuetuse ning rikkumiste korral. Valitsuse eelnõu jõuab eeldatavalt Soome parlamenti 2026. aasta sügisel.

Ehitus- ja lammutuslubade **järelevalvet** teostab enamjaolt kohalik omavalitsus. Suuremad projektid võivad kuuluda ka riiklike planeeringute alla, mille puhul on järelevalve maakonnavalitsuse või valitsuse pädevuses. Suurte projektide puhul kaasatakse järelevalvesse vajaduse korral ministeeriumid ja Ettevõtlus-, transpordi- ja keskkonnakeskus (ELY)¹⁵.

Soomes ei ole kehtestatud tuuliku lammutamisest tulenevatele materjalidele ringlussevõtu nõudeid. Järgida tuleb Soome jäätmeseadusest ([Jätelaki 646/2011](#)) ja keskkonnakaitse seadusest ([Ympäristönsuojelulaki 527/2014](#)) tulenevaid üldiseid põhimõtteid jäätmete käitlemiseks, rõhutades jäätmete vältimist, taaskasutust ning ringlussevõttu. Küll aga on Soomes määruse „Valitsuse määrus prügilatest 331/2013“ ([„Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista“](#)) kohaselt alates 1. jaanuarist 2016 orgaaniliste jäätmete, sealhulgas plastkomposiitide ladestamise keeld. See põhineb määruse § 28-l, mis sätestab, et orgaanilise aine sisaldus ei tohi ületada 10%. Komposiitmaterjalid, mis koosnevad näiteks klaaskiust ja vaigust, ei vasta sellele tingimusele ning seetõttu neid ladestada ei tohi¹⁶.

4.2. Rootsi

Rootsi keskkonnaseadustik ([Miljöbalken, SFS 1998:808](#)) sätestab üldpõhimõtte, et kui keskkonda mõjutav tegevus lõpeb, tuleb tegevuskoht nõuetekohaselt korrastada. Sellele üldpõhimõttele toetudes on Rootsi Energiaamet ja Keskkonnakaitseamet koostanud juhendmaterjali „[Juhend tuulegeneraatorite demonteerimise kohta](#) (2016)“, kus on selgitatud, et keskkonnaseadustiku nõue laieneb nii loakohustuslikele tuuleparkidele kui ka neile, mis vajavad vaid registreerimist ning kehtib ühtviisi maismaa- ja meretuuleparkide puhul.

Keskkonnaseadustiku 10. peatüki üldpõhimõtete kohaselt lasub **tegevuse teostajal** kohustus kõrvaldada tema tegevusest tulenevad kahjud või häiringud keskkonnale (nn saastaja maksab printsiip). See tähendab, et kui tuulepark lõpetab töö, peab tuulepargi tegevusloa omanik omal kulul likvideerima tuulegeneraatorid ja tegema vajalikud puhastustööd, et viia ala võimalikult algsesse seisundisse.

¹⁵ Keskkonna-, transpordi- ja kommunikatsioonikeskus (ELY-keskus). Järelevalve. <https://www.ely-keskus.fi/valvonta>

¹⁶ Suomen Uusiutuva Energia (2024). The first wind turbine blades were successfully recycled in Finland – a new domestic solution was created in a joint project of several actors <https://suomenuusiutuvat.fi/en/the-first-wind-turbine-blades-were-successfully-recycled-in-finland-a-new-domestic-solution-was-created-in-a-joint-project-of-several-actors/>

Keskkonnalubade määruse järgi on **keskkonnaluba** kohustuslik suurtele maismaa tuuleparkidele (enam kui seitse tuulikut suuremad kui 120 m või üks tuulik suurem kui 150 m) ning kõikidele meretuuleparkidele. Väiksemad maismaatüüpi projektid vajavad vaid teatist ja ehitusluba.

Keskkonnaloa kohustusega tuuleparkidele keskkonnaloa andmisel sätestatakse reeglina, et operaator peab hiljemalt teatud ajaks enne tuulepargi tegevuse lõpetamist esitama pädevale asutusele (maakonna haldusasutus, omavalitus) **lammutusplaani**, kus lepitakse kokku, kuidas ja millal tuulikud eemaldatakse ning kuidas tagatakse ala keskkonnanõuetele vastav taastamine. Tüüpiliselt nõutakse, et maismaa tuulepargi puhul esitatakse lammutusplaan vähemalt kuus kuud enne tuulikute maha võtmist ning meretuulepargi puhul vähemalt 12 kuud enne lammutamist. Plaani piisav ajavaru aitab tagada, et erinevad asutused (omavalitsus, maavalitsus, transpordiamet) jõuaksid vajalikud kooskõlastused anda ja järelevalve korraldada. Enneaegse sulgemise korral (nt mõni tuulik lõpetab avarii tõttu ootamatult töö) tuleb samuti esitada plaan või teavitus ja asutused otsustavad edasise tegevuse ajakava. Keskkonnaloas võidakse kehtestada tingimus, et pärast töö lõpetamist või loa kehtivusaja möödumist tuleb tuulepark kindla aja jooksul lammutada¹⁷.

Rootsi keskkonnaseadustiku 16. peatüki § 3 alusel on keskkonnaluba andval asutusel õigus vajaduse korral nõuda **rahalise tagatise** esitamist tuuleparkide demonteerimise ja järelkorrustuse kulude katteks (õigus kehtib vaid keskkonnaloa kohustuslikele parkidele (> 7 tuulikut suuremad kui 120 m), teavitamiskohustuslike tuuleparkide puhul ei saa keskkonnaseadustiku alusel nõuda finantstagatise seadmist). Tagatise eesmärk on kaitsta avalikkust rahalise koormuse eest, et juhul, kui ettevõtte pankrotti läheb või muul põhjusel ise lammutust teha ei saa, on vahendid siiski olemas, et tuulepark demonteerida. Rootsi kõrgeim kohus (lahend [NJA 2011 s. 296](#)) on leidnud, et keskkonnaloa andmisel ei ole põhjust määrata, millist vormi tagatis peaks omama. Rahaline tagatis tuleb eraldada enne ehitustööde algust.

Rootsi õigusaktid ei sätesta ka konkreetset finantstagatise suurust – see määratakse juhtumipõhiselt iga projekti jaoks. Keskkonnaseadustiku alusel luba andev asutus arvutab või kinnitab tagatissumma lähtuvalt tuulepargi iseloomust. Rootsi Energiaameti ja Keskkonnakaitseameti koostatud juhendis on rõhutatud, et tagatis peab katma lammutamise tegelikud kulud täies ulatuses ning arvutamisel tuleb arvesse võtta tuulikute tehnilisi ja geograafilisi eripärasid. Olulisteks teguriteks on tuulikute arv, kõrgus, rootori diameeter, asukoht (nt mägine maastik vs. tasandik, avamere eritingimused) ja ka see, kui sügavalt tuleb vundamendid eemaldada. Mida keerukam ja suurem park, seda suurem on nõutav tagatis. Juhend soovib mitte

¹⁷ Rootsi Energiaamet (2016). *Juhend – tuulegeneraatorite demonteerimine*: <https://vindkraftskurs.se/wp-content/uploads/vagledning-nedmontering-av-vindkraftverk.pdf>

arvestada tagatissumma vähendamisel võimalikku vanametalli või taaskasutatavate materjalide väärtust. Kuigi metallist torn ja generaator annavad lammutamisel teatavat tulu, on taaskasutusmaterjalide väärtus ajas kõikuv ja ebakindel, mistõttu turuväärtust ette maha arvata ei tohiks¹⁶.

Järelevalve oleneb tuulepargi loa liigist (keskkonnaluba vs. ehitusluba) ja asukohast (maismaal vs. merel). Kui tuulepark on saanud keskkonnaloa keskkonnaseadustiku alusel (tavaliselt suuremad tuulepargid), on esmaseks järelevalveorganiks vastava maakonna haldusasutus. Teatud juhtudel on võimalik delegeerida järelevalveülesanded kohalikule omavalitsusele. Meretuuleparkide puhul jaguneb järelevalve erinevate asutuste vahel. Kui tuulepark asub **territoriaalmeres** (kuni 12 meremiili rannikust), on maakonna haldusasutusel keskkonnajärelevalve kohustus sarnane maismaa projektidele. Kui tuulepark on väljaspool omavalitsuspiire, avamerel, siis kohalikul omavalitsusel roll puudub ja järelevalvet teevad riiklikud asutused¹⁵.

Rootsi õigusaktid ei sisalda tuulegeneraatorite kohta eraldi **ringlussevõtu** nõuet, kuid tuulepargi komponendid kuuluvad üldiste jäätmealaste nõuete alla. Keskkonnaseadustiku 15. peatükk ja jäätmemäärus ([Avfallsförordningen, SFS 2020:614](#)) kehtestavad, et ehitus- ning lammutusjätmeid tuleb käidelda jäätmehierarhiat järgides.

Rootsis kehtivad riiklikud piirangud teatud jäätmete kõrvaldamisele: näiteks on keelatud ladestada orgaanilisi jätmeid ning keelatud põletada sorditud ehitus- ja lammutusjätmeid, mis on kogutud eraldi materjalina ringlussevõtuks. Tuulikulabad koosnevad suuresti orgaanilisest polümeerist (epoksiidvaik) ja klaaskiust – seega võiks neid pidada „orgaaniliseks jäätmeiks“ ja samas „sorditud ehitusjäätmeiks“ (kui labad kogutakse eraldi materjalivoona). Teoreetiliselt tähendaks see, et labasid ei tohiks põletada ega ladestada, vaid tuleks leida ringlussevõtu lahendus. Praktikas on aga labade ringlussevõtt arengujärgus valdkond ja Rootsis on tunnistatud, et õigusnormide tõlgendamine labade osas on ebaselge¹⁸.

Kuna labade materjal on keeruline segu, võib teatud tingimustel kohalduda erand põletuskeelust: nimelt on Rootsi Keskkonnakaitseameti määrmes ([NFS 2020:7](#); § 4) erand, et kui jäätmematerjalid on omavahel lahutamatult ühendatud viisil, mis muudab sortimise ja materjalitaaskasutuse tehniliselt võimatuks, siis võib erandkorras need jätmed põletada. Rootsi Keskkonnakaitseagentuur on viidanud, et tuulikulabad võivad sellesse erandkategoriasse kuuluda, kuna klaasfiibri ja vaigu eraldamine pole otstarbekas, mistõttu võib lubada nende energeetilist kasutamist

¹⁸ Rootsi Riigikontroll (2023). *Aegunud päikesepaneelid ja tuuleturbiinide labad – riigi tegevus tõhusa käitlemise tagamiseks*:

<https://www.riksrevisionen.se/granskningar/granskningsrapporter/2023/uttjanta-solcellspaneler-och-vindturbinblad---statens-insatser-for-en-effektiv-hantering.html>

(põletamist soojuse saamiseks) erandina. Seega ei ole õiguslikult täiesti selge, kas tuulikulabadele laieneb absoluutne põletuskeeld – see sõltub, kas neid käsitletakse „eraldi kogutud ringlussevõetava jäätmena“ või „lahutamatu komposiitjäätmena“, millele on erand. Igal juhul on eesmärk suunata nii palju kui võimalik materjali ringlusse¹⁶.

4.3. Taani

Taanis reguleerib maismaa tuuleparkide demonteerimist **Taani planeerimisseadus** ([Bekendtgørelse af lov om planlægning](#)), mille § 15(4) kohaselt võib tuuleparkide planeeringutele lisada tingimusi, näiteks sätteid, et tuulikud tuleb eemaldada, kui need on olnud ühe aasta jooksul mittetöötavad. Täpsemad nõuded ja tingimused demonteerimise kohta sätestatakse ehituslubades. Maismaa tuuleparkide puhul juhib kogu menetlust kohalik omavalitsus, kellele on loodud [juhend tuulikute planeerimise ning paigaldamiseks vajalike lubade andmise kohta](#) (2015).

Meretuuleparkide arendamist reguleerib **Taanis taastuenergia edendamise seadus** ([Lov om fremme af vedvarende energi](#)). Seaduse § 25 sätestab, et arendajad peavad saama kliima- ja energiaministri loa territoriaalvetes ning majandusvööndis planeeritavate elektritootmisrajatiste, sealhulgas tuuleparkide rajamiseks. Loa heakskiitmise tingimused võivad sisaldada nõudeid, mis käsitlevad muu hulgas rajatise demonteerimist ja sellega seotud finantstagatist.

Taani Energiaamet ([Energistyrelsen](#)) juhib meretuuleparkide menetlust ja määrab kindlaks konkreetsete projektide demonteerimise nõuded. Arendajad peavad esitama **demonteerimisplaani hiljemalt kaks aastat enne** elektritootmisloa kehtivusaja lõppu ja see peab saama ametkondliku heakskiidu. Plaan peab sisaldama üksikasju rajatise eemaldamise, materjalide taaskasutuse ja võimalike keskkonnamõjude kohta¹⁹.

Tuulepargi demonteerimise esmane vastutaja on tuuliku või pargi omanik. Kuigi Taani seadusandlus ei sisalda konkreetseid nõudeid tuuleparkide demonteerimise kohta, reguleeritakse demonteerimiskohustusi ehitus- ja elektritootmislubadega, kus praktikas sätestatakse, et arendaja/operaator peab omal kulul korraldama

¹⁹ Taani Energiaagentuur. Meretuulepargid: <https://veprojekter.dk/anlaeg/aaben-doer-havvindmoellepark>

lammutustööd ning ala korrastama²⁰. See tähendab, et juba projekti algusest lasub tulevasel omanikul kohustus planeerida ja rahastada tulevane lammutustöö.

Üle 25 MW võimsusega maismaa ja meretuuleparkide puhul on **finantstagatise** esitamine reeglina kohustuslik osa loast. Nõue tuleneb elektrivarustuse seaduse ([Elforsyningsloven](#)) § 12 kohaselt: kliima-, energia- ja taristuminister võib väljastatavas tootmisloas (> 25 MW võimsusega projektidele) seada tingimuse, et omanik peab andma finantstagatise tuulepargi hilisemaks likvideerimiseks. Taani Energiaamet seab operaatorile täpsemad rahalise garantii või deposiidi tingimused, et kaetud oleks tuulepargi eemaldamise kulud tulevikus. Tingimuste jõustamiseks sätestatakse ajaline piir: näiteks peab tagatis olema esitatud hiljemalt teatud aastaks pärast pargitöö alustamist. Viimaste hankemenetlustega rajatavate meretuuleparkide puhul (nt Taani Energiaameti välja antud ametlik luba meretuulepargi [Thor Havvindmøllepark](#) jaoks (2024)) on kujunenud tavapraktikaks, et tagatis tuleb täielikult rakendada umbes 15 aastat pärast elektri tootmise alustamist (st umbes pooles ulatuses eeldatavast eluajast). See võimaldab arendajal esialgu kapitali suunata rajamisse, kuid tagab, et pargi tööea teises pooles on likvideerimisraha olemas. Taani Energiaametil on õigus nõuda tagatise suuruse tõendamist ja vajaduse korral selle korrigeerimist uuendatud kuluhinnangute kohaselt.

Finantstagatise suurus määratakse projektipõhiselt, lähtudes eeldatavatest eemalduskuludest. Taani praktika on näidanud, et tagatise tüüpiline suurusjärk on umbes 10% tuulepargi algsetest investeerimiskuludest (CAPEX). Näiteks Thori meretuulepargi puhul on nõutud 1,6 miljardi Taani krooni suurune tagatis, mis moodustab ligikaudu kümnendiku projekti kogumaksumusest. Thori meretuulepargi tingimustes tuleb finantstagatis esitada järgmiselt: vähemalt 200 miljonit Taani krooni peab olema esitatud finantsasutuse, kindlustusseltsi või muu samaväärse asutuse garantiina (garantiid andval asutusel peab olema Taani Energiaameti kehtestatud krediidiireiting), ülejäänud osa võib katta emaettevõtte garantii, mis peab hõlmama kõiki demonteerimise kohustusega seotud kulusid ning mille finantsvõimekust hindab Taani Energiaamet, nõudes igal aastal uuendatud dokumentatsiooni esitamist¹⁸.

Erinevalt meretuuleparkidest ei ole väiksemate maismaatuulikute jaoks Taanis automaatselt riiklikult kohustuslikku lammutustagatist. Kohalikud omavalitsused saavad küll planeeringu või loatingimusega nõuda, et tuulikuomanik tagaks rahaliste

²⁰ CMS Legal Services. *Ekspertjuhend Põhja-Euroopa meretuuleenergia kohta: Taani:* <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-offshore-wind-in-northern-europe/denmark>

vahendite olemasolu tulevaseks lammutamiseks, ent seadus ei sätesta kõigile projektidele ühtset garantiinõuet.

Taani taastuenergia edendamise seaduse § 42-s on sätestatud **lisatasud**, mida maksab Taani riik tuuleenergia tootjale, kes paigaldab uue tuuliku ja eemaldab vana (vastavalt teatud tingimustele). Toetust rahastatakse avalikest vahenditest või elektritarbijatelt kogutud taastuenergia toetusfondidest.

Maismaa tuuleparkide lammutamise **järelevalvet** teostavad peamiselt kohalikud omavalitsused, kes kontrollivad planeeringu- ja ehitusnõuete täitmist. Meretuuleparkide lammutamise üle teostab järelevalvet ennekõike Taani Energiaamet, kes annab välja vastavad load ja kelle pädevusse kuulub taastuenergia edendamise seaduse nõuete täitmise jälgimine.

Taanis puudub nõue tuulepargi lammutamisel tekkivate materjalide taaskasutamiseks. Kehtivad üldised jäätmekäitluse ja keskkonnakaitse nõuded. 2025. aasta seisuga pole otsest õiguslikku keeldu ka labade ladestamisele, kuid valdkond järgib Euroopa Liidu suuniseid, kus komposiitmaterjalide ladestamist soovitakse miinimumini viia.

4.4. Holland

Hollandis reguleerib maismaa tuuleparkide demonteerimist keskkonnaseaduse ([Omgevingswet](#)) artikkel 5.36, mille alusel keskkonnanõuete omanik peab pärast loa määratud tähtaja möödumist taastama olukorra, mis eksisteeris enne loa andmist. Tuuleparkide puhul on keskkonnanõuete kohustuslik elukeskkonna tegevuste määruse ([Besluit activiteiten leefomgeving](#)) artiklite 3.11 ja 3.13 järgi. Keskkonnanõuete on vaja tuulepargi rajamiseks, kus on kolm või rohkem tuulegeneraatorit, mille rootori läbimõõt on igaühel suurem kui 2 meetrit. Täpsemad demonteerimise tingimused määratakse iga tuulepargi puhul keskkonnanõuete tingimustes eraldi (nt [Uitspraak tuulepark 41.2](#)).

Meretuuleparkide planeerimisel ja rajamisel on Hollandis keskne dokument planeeringuotsus (*kavelbesluit*), mis määratleb tuulepargi asukoha ja kehtestab selle arendamiseks vajalikud tingimused. Planeeringuotsuse aluseks on **meretuuleenergia seadus** ([Wet windenergie op zee](#)), eriti selle 4. artikkel, mille kohaselt peab krundiotsus sisaldama meetmeid, mis on suunatud tuulepargi ehitamise ja kasutamise mõjude vähendamisele või kompenseerimisele. Kuigi planeeringuotsuses ei kasutata otseselt sõna „demonteerimine“, tähendab selles sätestatu, et arendaja on kohustatud planeerima ja korraldama tuulepargi demonteerimise ning mereala taastamise pärast pargi kasutusaja lõppu.

Planeeringuotsuses on sätestatud ka meretuuleparkide finantstingimused (meretuuleenergia seaduse artikli 28 järgi), mis nõuavad piisava **rahalise tagatise** esitamist. Finantsnõude kohustus lasub tuulepargi **loa omanikul**, või kui luba on kehtivuse kaotanud, siis viimasel loa omanikul. Tagatis peab katma demonteerimise ja ala taastamise kulud, olenemata arendaja tulevases finantsseisundist. Täpsed summad, tähtajad ja viisid, mille alusel tagatis tuleb esitada mahajäetud või kasutuseta tuuleparkide eemaldamiseks, lammutamiseks või taaskasutamiseks määratakse kindlaks tuulepargi planeeringuotsuses.

Meretuulepargi Ijmuiden Ver Alpha näitel on lammutamiseks vajaliku tagatise andmise aeg määratud üsna varases etapis: pangagarantii või deposiit peab olema esitatud hiljemalt tuulepargi elektrienergia võrku andmise ajaks. Seega on meretuulepargi arendaja kohustatud tagama finantstagatise juba kohe pärast pargi rajamist vältimaks olukorda, kus park toodab tulu, kuid hilisemate kulude katteks pole reservi. Selles meretuulepargi loas on nõutud, et tegevusloa omanik peab esitama rahalise tagatise summas 120 000 eurot iga plaanitava megavati (MW) kohta. Summat indekseeritakse igal aastal 2% võrra (alates hetkest, mil park hakkab elektrit tootma)²¹.

Erinevalt meretuuleparkidest ei ole maismaa tuulepargi arendajatel praegu kohustuslikku finantstagatise nõuet.

Maismaal on peamiseks **järelevalve** asutuseks keskkonnavalda andja. Suuremate (≥ 5 MW) parkide korral provints (või üle 100 MW korral riik), väiksemate puhul kohalik omavalitsus²². Meretuuleparkide puhul on järelevalve riigi ülesanne, täpsemalt Hollandi Riikliku Infrastruktuuri- ja Veemajandusameti ülesanne, mis väljastab ja kontrollib tegevuslubasid Põhjamerel toimuvate tegevuste jaoks²³.

Hollandis puudub nõue tuulepargi lammutamisel tekkivate materjalide taaskasutamiseks. Kehtivad üldised jäätmehoolduse nõuded: tuuliku lammutamisel tekkinud jäätmeid tuleb käidelda jäätmeseaduse järgi ja ohtlikud ained nõuetekohaselt kõrvaldada. Küll aga on **kolmanda riikliku jäätmekava** kohaselt komposiitjäätmete ladestamine keelatud. Siiski võivad tuulepargi operaatorid taotleda Hollandi Riikliku Infrastruktuuri- ja Veemajandusametilt erandit, kui alternatiivse käitluse maksumus ületab 200 €/t. WindEurope'i korraldatud uuringu kohaselt jääb tuuleturbiinide labade mehaanilise ringlussevõtu kogukulu Hollandis

²¹ Hollandi valitsus (2023). Meretuulepargi Ijmuiden Ver Alpha krundiotsus. Riigi Teataja nr 35269: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2023-35269.html>

²² Hollandi Elukeskkonna Teabepunkt. Tuulegeneraatorite lubatavus ja regulatsioonide rakendamine praktikas: <https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/windturbines/toelaten/>

²³ Hollandi riiklik infrastruktuuri- ja veemajanduse amet (Rijkswaterstaat). Riigi roll meretuuleenergia arendamisel: <https://windopzee.nl/onderwerpen/meedenken-leren/rol-rijksoverheid-wind-zee/>

vahemikku 500–1000 €/t, hõlmates kohapealset lõikamist, transporti ja töötlemist. Mehaaniline ringlussevõtt ise maksab 150–300 €/t. Seetõttu on ladestamine endiselt levinud praktika²⁴.

4.5. Saksamaa

Saksamaal on **maismaa tuulepargi omanikul** kohustus kasutusea lõppedes demonteerida tuulepark ja taastada maa algne seisund. See tuleneb Saksamaa **ehitusseadustiku** ([Baugesetzbuch](#)) § 35 lõige 5-st, mis sätestab, et tuuleparkide arendamisel tuleb esitada avaldus, millega **arendaja või operaator** kohustub pärast lubatud kasutamise lõpetamist rajatise demonteerima ja pinnasekatte eemaldama. See on ehitusloa saamise eelduseks. **Emissioonikontrolli seaduse** ([Bundes-Immissionsschutzgesetz](#)) § 5 lõiked 3 ja 4 sätestavad, et loakohustuslikud rajatised (sh tuulepargid) tuleb pärast tegevuse lõppu ohutult sulgeda, jäätmed käidelda ning maa taastada algsesse seisundisse.

Meretuuleparkide puhul sätestatakse demonteerimiskohustus **meretuuleenergia seaduse** ([Windenergie-auf-See-Gesetz](#)) § 80-ga: kui planeerimisotsus või planeerimiskinnitus kaotab kehtivuse, tuleb rajatised eemaldada eesmärgiga tagada ala täielik edasikasutus ning selle võimekuse ja funktsionaalsuse taastamine.

Saksamaa ehitusseadustiku § 35 lõige 5 sätestab, et ehitusluba andev asutus peab tagama rajatise demonteerimiskohustuse täitmise. Seetõttu sisaldavad ehitusload tingimusi, mis nõuavad demonteerimisplaani (kulukalkulatsiooni) esitamist ja finantstagatise seadmist. Mõni liidumaa (nt Hessen, Niedersachsen) on kasutanud lihtsat valemit: 1000 € iga tuuliku rootormasti kõrguse meetri kohta. See tähendab, et näiteks 100 m kõrguse tuuliku finantstagatis on 100 000 €. Kõikide teiste liidumaade tagatise suuruse nõuded on välja toodud siin: „[Ülevaade liidumaade õigussätetest seoses tuuleenergiajaamade lammutamisega](#)“ ptk 3.

Avamere tuuleparkide finantstagatise nõue tuleneb Saksamaa meretuuleenergia seaduse § 80-st, mille kohaselt peavad **arendajad** esitama ajakohastatud demonteerimisplaanid. Liidumaa Laevanduse ja Hüdrograafia Amet (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) võib planeerimisotsuses seadusele lisatud korra alusel nõuda rahalist **tagatist**, et tagada seaduses esitatud eemaldamiskohustuse täitmine. Praktikast ei ole see võimalus – Liidumaa Laevanduse ja Hüdrograafia Amet praktiseerib seda kõigi uute meretuuleparkide puhul. Meretuuleenergia seaduse lisas ([Lisa vastavalt § 58 lg 3](#)) on öeldud, et Liidumaa Laevanduse ja Hüdrograafia Amet

²⁴ WindEurope (2020). *Tuulegeneraatori labade ringlussevõtu kiirendamine*: <https://windeurope.org/data/products/accelerating-wind-turbine-blade-circularity/>

otsustab tagatise liigi, ulatuse ja suuruse üle. Esitatava tagatise suurus on üldjuhul iga tuuleelektrijaama kohta 1 500 000 eurot (summa toodud välja seaduse lisas). Planeerimisotsuse omanik või tuulepargi operaator peab esitama tagatise **enne rajatise ehitamise algust ning tõendama selle olemasolu**. Tsiviilseadustiku ([Bürgerliches Gesetzbuch](#)) § 232-s on määratletud, et tagatiste asemel võib nõuda või lubada ka muid samaväärseid tagatisi (nt väärtpaberite hoiustamine, nõuete pantimine (peavad olema kantud föderaalsetesse või mõne liidumaa võlakirjaraamatusse), vallasasjade pantimine, siseriiklike kinnisasjade hüpoteegi seadmine jm). Lubada võib ka ettevõttesiseseid eraldisi, kui need on maksejõuetuskindlad ning tagatise realiseerumise korral täielikult selleks otstarbeks kättesaadavad. Liidumaa Laevanduse ja Hüdrograafia Amet peab tagatist kontrollima vähemalt iga nelja aasta järel, et säilitada selle reaalne väärtus.

Maismaa tuuleparkide **peamine järelevalveasutus** demonteerimise üle on kohalik ehitusjärelevalve amet (sageli kreisi tasandil), kes vastutab ehitusseadustiku nõuete kontrolli eest. Meretuuleparkide puhul on keskne järelevalveasutus Liidumaa Laevanduse ja Hüdrograafia Amet.

Saksamaal reguleerib jäätmekäitlust üldine ringmajandusseadus ([Kreislaufwirtschaftsgesetz](#)). Ringmajandusseadus seab kõikidele jäätmevaldajatele kohustuse soodustada jäätmete vältimist ja tekkinud jäätmeid võimaluse korral taaskasutada (ringlusse võtta) või kui see pole võimalik, siis kõrvaldada need viisil, mis ei kahjusta keskkonda ega inimeste heaolu. Tuulikulabade osade ladestamine prügilatesse ei ole Saksamaal lubatud, kuna materjalid sisaldavad vaikude tõttu liiga suurt orgaanilist osakaalu²⁵. Konkreetseid kohustuslikke ringlussevõtu määrasid tuulikute detailidele ei ole.

Tuuleparkide demonteerimise, ringlussevõtu ja taaskasutuse korraldamiseks on Saksamaa Tööstusstandardite Instituudi (DIN) ja tööstusharu sidusrühmade koostöös välja töötatud mittesiduv tehniline juhised ([DIN SPEC 4866](#)). Dokumendis antakse suunised lammutusprotsesside kavandamiseks ja tegemiseks, nõuded personali kvalifikatsioonile, juhised masinate ning seadmete sobivuse kohta, rõhuasetus tööohutusele ja keskkonnakaitsele ning raamistik jäätmete ringlussevõtu ja taaskasutuse korraldamiseks.

²⁵ Fachagentur Windenergie (2023). *Kompaktteadmised demonteerimisest ja ringlussevõtust: alused, nõuded, rakendamine*. https://www.fachagentur-wind-solar.de/fileadmin/Veroeffentlichungen/Wind/Rueckbau/FA_Wind_Kompaktwissen_Rueckbau_und_Recycling_07-2023.pdf

4.6. Prantsusmaa

Prantsuse keskkonnaseadustiku ([Code de l'environnement](#)) artikkel R.515-106 sätestab, et kui tuuliku elektritootmine lõpetatakse (olenemata lõpetamise põhjusest), peab operaator tagama tuulegeneraatorite **demonteerimise ja ala algsele seisundi taastamise**. Sulgemisest tuleb teavitada kohalikku riigiesindajat (prefekti) üks kuu enne sulgemist ja teavituses tuleb esitada meetmed, mida rakendatakse pargi demonteerimiseks ning ala taastamiseks. Samad nõuded kehtivad ka tuulikute olulise uuendamise või asendamise korral.

Integreeritud keskkonnaloa menetluse alla kuuluvad Prantsusmaal maismaa tuulepargid, kus on vähemalt üks tuulik 50-meetrise või kõrgema mastiga, või tuulikud, mille kõrgus on üle 20 meetri ja koguvõimsus on vähemalt 20 MW ([Prantsusmaa dekreet nr 2011-984](#)).

Täpsemad tehnilised ja keskkonnavalused nõuded tuulikute ning nende infrastruktuuri demonteerimiseks, jäätmekäitluseks ja alade taastamiseks on välja toodud [22. juuni 2020. a määruses](#). Määruse artiklid 29–32 sätestavad detailselt lammutusreeglid, jäätmekäitlusnõuded ja finantstagatiste süsteemi.

Demonteerimise kohustus lasub **operaatoril**, kes peab pärast tuulepargi kasutusea lõppu taastama ala esialgsesse seisundisse, kattes kõik sellega seotud kulud. Määrus nõuab, et tuulepargi operaatorid määravad finantstagatise iga tuuliku demonteerimiseks juba pargi kasutuselevõtu hetkel. Tagatise suuruse määramine eeldab, et operaator on planeerinud lammutustööde tehnilise ulatuse ja maksumuse.

Maismaa tuuleparkide rahalise tagatise algse summa arvutamine on detailselt välja toodud määruse I lisas:

$$M = \sum(C_u)$$

Tuuleenergia rajatise rahalise tagatise algne summa vastab selle rajatise kõiki tuulikuid hõlmavate ühikukulude kogusummale:

kus:

- M on tuulepargi rahalise tagatise algne summa;
- C_u on ühe tuuliku ühikukuluna määratud summa, mis arvutatakse määruse I lisa II jaotise kohaselt.

Ühikukuluna määratud summa (C_u) arvutatakse järgmiste valemite alusel.

a) Kui tuuliku nimivõimsus on väiksem või võrdne 2 MW, siis:

$$C_u = 50\,000$$

b) Kui tuuliku nimivõimsus ületab 2 MW, siis:

$$C_u = 50\,000 + 10\,000 \times (P - 2),$$

kus:

- Cu on ühe tuuliku rahalise tagatise algne summa;
- P on tuuliku nimivõimsus megavattides (MW).

Aastal 2023 oli see summa 75 000 € ühe 2 MW tuuliku kohta ja 25 000 € iga lisanduva MW kohta²⁶.

Operaator on kohustatud ajakohastama finantstagatise summa iga viie aasta järel valemi alusel, mis on välja toodud 22. juuni 2020. a määruse II lisas:

$$M_n = M \times \left(\frac{\text{Index}_n}{\text{Index}_0} \times \frac{1 + \text{TVA}}{1 + \text{TVA}_0} \right)$$

- M_n on rahasumma, mis tuleb tasuda aastal n (ajakohastatud summa).
- M on algne rahaline tagatis vastava paigaldise jaoks.
- Index_n on indeks TP01 (ehitushindade indeks), mis kehtib tagatise ajakohastamise kuupäeval.
- Index_0 on indeks TP01 seisuga 1. jaanuar 2011, väärtus 102,1807, arvutatud alusel 20.
- TVA on käibemaksumäär, mis kehtib ehitustöödele tagatise ajakohastamise ajal.
- TVA_0 on käibemaksumäär seisuga 1. jaanuar 2011, ehk 19,60%.

Meretuuleparkide puhul ei kehti täpselt sama keskkonnaseadustiku säte, kuna merealal olevad rajatised ei kuulu keskkonnanaloo reguleerimisalasse samal viisil. Küll aga on finantstagatise nõue sätestatud meretuuleparkide halduslubade ja lepingute tingimustes. Iga merealale rajatav tuulepark sõlmib riigiga avaliku mereala kasutamise lepingu, milles nähakse ette tagatis või reserv demonteerimistööde rahastamiseks.²⁷

Lammutuskohustuse täitmist **kontrollivad** riigi esindajad kohalikul tasandil – eelkõige departemangu prefekt (keskkonnanaloo andja ja järelevalvaja). Järelevalvemehhanismid algavad juba pargi käitamise ajal: tuulepargi omanik peab tagama, et finantstagatis püsib ajakohane (prefekt nõuab iga viie aasta järel tagatise uuendamist ja vastava dokumendi esitamist). Kui tuulikud jõuavad oma kasutusea lõppu või otsustatakse tegevus lõpetada, peab operaator sellest teatama (vähemalt kuu ette, nagu eespool mainitud). Meretuuleparkide lammutuse järelevalvele on kaasatud peale kohaliku

²⁶ Prantsuse tuuleenergia teabekeskus. Tuulepargi demonteerimine: <https://www.info-eolien.fr/le-demantelement-dun-parc-eolien/>

²⁷ Éoliennes en Mer. Meretuulepargi demonteerimine nr 10. <https://www.eoliennesenmer.fr/sites/eoliennesenmer/files/inline-files/fiche10.pdf>

prefekti ka merendusvaldkonna ametkonnad (nt Merendusprefekt, Mereministeerium)²⁸.

Tuuleparkide materjalide **taaskasutamine** on Prantsusmaal **kohustuslik** ja ajaliselt diferentseeritud ([22. juuni 2020. a määrus](#)). Alates 1. jaanuarist 2024 keskkonnaloa saanud tuulepargid peavad tagama, et vähemalt 95% kogu konstruktsioonist (sh vundamendid) oleks taaskasutatav või ümbertöödeldav. Rootorite puhul on taaskasutusnõue 55% massist. Nõuded lisatakse ka hangete tingimustesse, et toetada ringmajanduse arengut ja väärtustada kasutatud materjale.

4.7. Hispaania

Hispaanias reguleerib tuuleparkide (nii maismaa kui ka meretuuleparkide) sulgemist ja lammutamise kohustust **kuninglik dekreet 1955/2000**, millega reguleeritakse elektrienergia edastamise, jaotamise, turustamise, varustamise ning elektripaigaldiste loa andmise menetlusi ([Real Decreto 1955/2000](#)). Täpsemad tingimused meretuuleparkidele sätestatakse kuninglikus dekreedis 962/2024 ([Real Decreto 962/2024](#)).

Tuulepargi sulgemine (tuulepargi kasutusloa lõppedes) nõuab ametlikku luba. Luba tuleb taotleda Energiapoliitika ja Kaevanduste Peadirektoraadilt ning taotlusse tuleb lisada sulgemisprojekt. Soovi korral võib taotleja lisada taotlusele ka rajatise demonteerimis- ehk lammutamisplaani (1955/2000 artikkel 135).

Kuigi riiklik õigus lubab lammutamisplaani esitada sulgemisfaasis, on nõuded nihkumas selles suunas, et juba projekti alguses oleks lammutamise ja ala taastamise kava olemas. Näiteks meretuuleparkide regulatsioonis ([Real Decreto 962/2024](#), artikkel 13) nähakse ette, et juba hanke dokumentides hinnatakse muu hulgas **demonteerimisstrateegiat**.

Ka piirkondlik õigus võib nõuda, et eeltaotlusele tuleb lisada rajatise demonteerimise ja kahjustatud ala taastamise plaan ning põhjendatud eelarve (näiteks Valencia autonoomse piirkonna dekreet-seadus ([Decreto-ley 14/2020](#))). Lisaks sätestatakse piirkondlikes seadusaktides täpsemad kohustused, nt Valencia autonoomse piirkonna dekreet-seaduses on selgelt öeldud, et **rajatise omanik** on kohustatud selle tegevuse lõppemisel täielikult demonteerima ja taastama maa-ala ning selle ümbruse (artikkel 36). Samas seaduses on kirjeldatud ka rahalise tagatise nõuet (artikkel 37).

²⁸ Prantsusmaa Mereministeerium. Ülesanded ja organisatsioon: <https://www.mer.gouv.fr/missions-et-organisation-0>

Üleriigiline kuninglik dekreet sätestab, et haldusload (sh sulgemisload) võivad olla seotud **tagatiste** esitamisega, kuid detailid on kehtestatud määrustes ja piirkondlikes õigusaktides. 2025. aastal nõuavad enamik autonoomseid piirkondi arendajalt kohustuslikku lammutustagatist juba enne pargi tööle asumist²⁹. Nt **Castilla y León** võttis 2022. aasta lõpus vastu määruse, mille kohaselt peab tuule- või päikesepargi arendaja tegevusloa taotlemisel esitama riigile finantstagatise, mis katab pargi hilisema lammutamise kulud. See garantii tuleb seaduse järgi esitada enne, kui park tohib elektritootmist alustada, ja tagatis jäetakse kehtima kuni nõuetekohase lammutamise tõendamiseni. **Samalaadsed nõuded kehtivad ka paljudes teistes piirkondades.**

- **Andaluusias** on alates 2007. aastast seadusega nõutud garantii summas 10% projekti maksumusest. Garantii peab katma tuulepargi ala maastiku ja keskkonnatingimuste taastamise kulud.
- **Kastilia-La Manchas** ja **Extremaduras** on nõutud tagatis, mis moodustab 3% projekti kogumaksumusest.
- **Murcias** on nõutud tagatis, mis on 10% projekti maksumusest.
- **Kataloonias** on nõutud finantstagatis, mis on piisav tuulikute eemaldamiseks ja maa-ala taastamiseks pärast tegevuse lõppu.
- **Valencias** on alates 2020. aastast dekreet-seadusega nõutud kohustus esitada lammutustagatis (suurus määratakse projekti lammutuseelarve alusel) koos lammutamisplaaniga.

Tagatise vorm võib olla erinev – lubatud on nii **pangagarantiid, deposiidid** kui ka **kindlustusgarantiid**.

Lammutamiskohustuse täitmist jälgib Hispaanias asutus, kes andis loa tuulepargi rajamiseks. Riiklikul tasandil on see Energiapoliitika ja Kaevanduste Peadirektoraat ning autonoomses piirkonnas vastav energeetikaosakond³⁰.

Tuulegeneraatorite lammutamisel tekkivate materjalide käitlemist reguleerivad Hispaanias üldised jäätmealased õigusaktid (nt jäätmete ja saastunud pinnase seadus ringmajanduse edendamiseks – [Ley 7/2022](#)) ning ringmajanduse põhimõtted. Kuigi jäätmete ja saastunud pinnase seadus ei sisalda konkreetseid meetmeid tuulikute kohta, tugevdab see jäätmekäitlusvõimaluste prioriteetide järjestust, muutes prügilasse ladestamise viimaseks võimaluseks, ning kohustab kasutama

²⁹ Agronews Castilla y León: Tuulepargi demonteerimise tagatis: <https://www.agronewscastillayleon.com/blog/celia-miravalles/aval-desmantelamiento/>

³⁰ Boletín Oficial del Estado (BOE) (2000). Hispaania kuninglik dekreet 1955/2000. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2000-24019>

majanduslikke ja innovaatilisi meetmeid. Hispaanias liigitatakse vanad tuulikulabad praegu mitteohtlikeks ehitus- ja lammutusjäätmeks³¹.

Kokkuvõte riikide demonteerimise regulatsioonidest ja praktikatest

Enamikus vaadeldud riikides on tuuleparkide lammutamise nõuded kehtestatud keskkonna-, ehitus-, energeetika- või planeerimisseadustikus. Täpsemad tingimused kehtestatakse nende seaduste alusel välja antud lubades. Erandiks on Taani, Holland, Saksamaa ja Hispaania, kus meretuuleparkide planeerimist, rajamist ja lammutamist reguleerivad eraldi meretuuleenergia seadused. Demonteerimise eest vastutajaks on enamjaolt tuulepargi rajamiseks välja antud loa omanik. Finantstagatis on maismaa tuuleparkide demonteerimiseks seadusest tulenevalt kohustuslik Prantsusmaal (2 MW = 75 000 €, iga lisanduv MW = 25 000 €). Taanis, Hollandis, Saksamaal ja Hispaanias on finantstagatis seadusega kohustuslik meretuuleparkidele. Enamikul teistel juhtudel puudub ühtne üleriigiline nõue finantstagatiseks, kuid praktikas määrab loa andja need peaaegu alati projektipõhiselt. Soomes puudub finantstagatise nõue. Komposiitmaterjalide ladestamine on Soomes, Saksamaal ja Hollandis keelatud või piiratud. Prantsusmaa on kehtestanud eesmärgi, et alates 2024. aastast peab olema vähemalt 55% rootorite massist taaskasutatud.

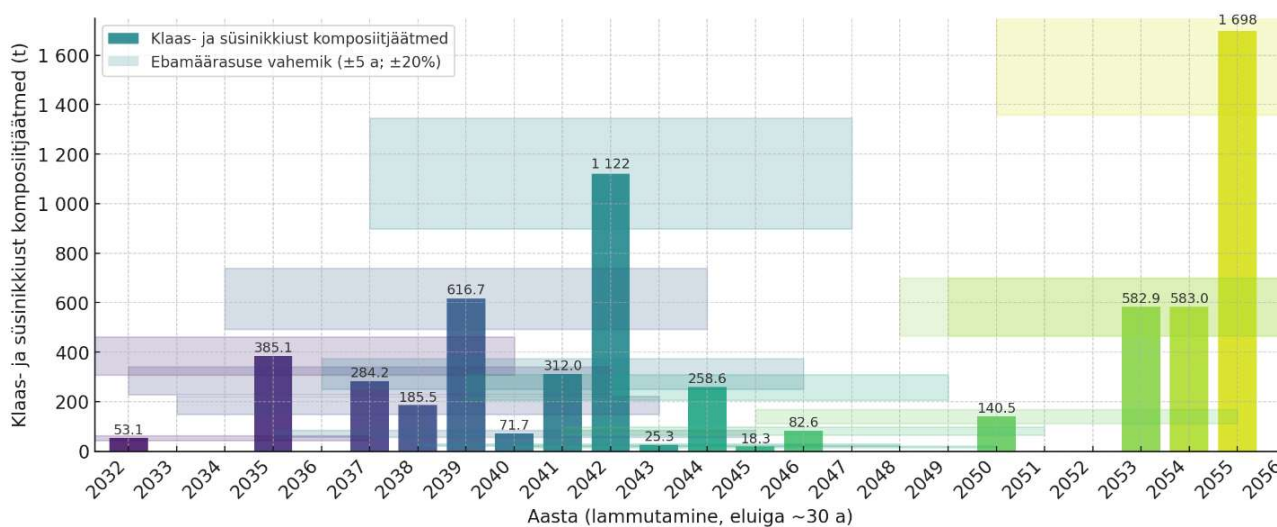
³¹ Tuuleenergia Ettevõtjate Assotsiatsioon (2022): Ringmajandus tuuleenergiasektoris. Tuulikulabade ringlussevõtt: <https://aeeolica.org/wp-content/uploads/2022/12/AEE-Opciones-de-Fin-de-Vida-de-las-Palas-de-los-Aerogeneradores-v2022-vFinal.pdf>

5. KOMPOSIITMATERJALID

5.1. Tuulikulabadest tekkivate klaas- ja süsinikkiust komposiitjäätmete mahud Eestis

Üks oluline väljakutse tuulikute kasutusea lõpus on rootorilabades ja gondlites kasutatavate komposiitmaterjalide käitlemine. Klaas- ja süsinikkiuga tugevdatud plastid on küll kerged ja vastupidavad, kuid samas raskesti ringlusse võetavad ning ei lagune looduslikult. Traditsioonilised jäätmekäitlusviisid, nagu prügilasse ladestamine ja põletamine, ei ole jätkusuutlikud tegevused. Samal ajal puuduvad paljudes riikides selged regulatsioonid ja tõhusad ringlussevõtu lahendused, mistõttu kasvab vajadus uute tehnoloogiate ja vastutustundliku poliitika järele.

Eestis tuulikutest tekkiv indikatiivne klaas- ja süsinikkiust komposiitjäätmete mass aastate lõikes on esitatud joonisel 6. Tuulikute kasutusea lõpp toob kaasa perioodilisi klaas- ja süsinikkiust komposiitjäätmete voogusid, mis on seotud konkreetsete tuuleparkide rajamise lainetega. Suurimaid klaas- ja süsinikkiudude jäätmete hulkasid on oodata aastate 2042 ja 2055 paiku, vastavalt üle 1100 ja ligi 1700 tonni aastas.



Joonis 6. Indikatiivsed tuulikulabadest tekkinud klaas- ja süsinikkiust komposiitjäätmete massid lammutusaastate lõikes. (Andmed: Eestis tekkiva klaas- ja süsinikkiust komposiitmaterjalide massi aluseks on Soome uuringu („[Tuulivoimalan purkamisen kustannukset](#)“, 2023) näitel arvatud 1 m tuulegeneraatori lammutamisel tekkinud komposiitmaterjali mass, mida korrigeeriti tuulikute kõrguse ja koguse järgi.)

5.2. WindEurope'i jt ettepanekud ELile

Euroopa jäätmenimistu³² kohaselt liigitatakse tuulikulabade komposiitjäätmekoodid enamasti plastjäätmekoodide hulka, mis pärinevad **ehitus- ja lammutustöödest, koodiga 17 02 03**³³. Rahvuslikul tasandil on riigid kasutanud ka järgmisi koode:

1. 07 02 13 – plastjäätmekoodid orgaanilistest keemilistest protsessidest
2. 10 11 03 – klaasipõhised kiudmaterjalide jäätmekoodid termilistest protsessidest
3. 10 11 12 – klaasijäätmekoodid, välja arvatud need, mis on loetletud koodi 10 11 11 all, termilistest protsessidest
4. 10 11 99 – mujal määratlemata jäätmekoodid termilistest protsessidest
5. 12 01 05 – plastilaastud ja -puru, mis tekivad metallide ning plastide kujundamisel ja mehaanilisel pinnatöötlusel

CEMBUREAU, WindEurope ja teised komposiitmaterjalide valdkonna ühendused on teinud avalduse³⁴, milles rõhutavad vajadust luua eraldi jäätmekoodid tuulegeneraatorite labade ning gondlite, aga ka paatide kasutusaja lõpus tekkivatele komposiitmaterjalidele. Nad soovivad Euroopa Liidu institutsioonidel muuta kehtivat jäätmepoliitikat, eesmärgiga toetada ringmajandust ja võimaldada kestlikke käitluslahendusi. Peamine eesmärk on muuta need jäätmekoodid paremini tuvastatavaks

³² Euroopa Komisjon (2000). *Komisjoni otsus 2000/532/EÜ, 3. mai 2000, millega kehtestatakse jäätmete loetelu*. EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/ALL/?uri=CELEX%3A32000D0532>

³³ WindEurope (2020) *Accelerating Wind Turbine Blade Circularity*: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-Accelerating-wind-turbine-blade-circularity.pdf>

³⁴ EuCIA (2024). *Enabling Circular Composites Starts with Waste Codes*: <https://eucia.eu/wp-content/uploads/2024/05/Enabling-circular-composites-starts-with-waste-codes-27-May-2024.pdf> (vaadatud 26.08.2025).



ja kvantifitseeritavaks, et jäätmekäitlejad ning taaskasutajad saaksid hinnata vajalikke investeeringuid ja rajada sobiva infrastruktuuri. Avalduses on toodud kuus ettepanekut Euroopa jäätmepoliitika täiendamiseks.

1. Täiendada Euroopa jäätmenimistut, et luua jäätmekoodid kasutusest kõrvaldatud tuulegeneraatorite rootorilabade ja gondlite ning paatide kasutusea lõpus tekkivate komposiitmaterjalide jaoks.
 - 16 Jäätmed, mida nimekirjas mujal ei ole nimetatud.
 - 16 12 (Uus) Kiudtugevdatud polümeerkomposiitmaterjalide jäätmed.
 - 16 12 01 (Uus) Kiudtugevdatud polümeerkomposiitmaterjalist jäätmed kasutusest kõrvaldatud tuuleturbiini rootorilabadest ja gondlitest.
 - 16 12 02 (Uus) Kiudtugevdatud polümeerkomposiitmaterjalist jäätmed kasutusest kõrvaldatud paatidest.
2. Täiendada jäätmete raamdirektiivi, et kehtestada järk-järgult suurenevad eesmärgid kasutusest kõrvaldatud tuulegeneraatorite rootorilabade ja gondlite ning paatide komposiitmaterjalide jäätmete korduskasutuseks ja ringlussevõtuks.
3. Täiendada prügiladirektiivi, et kehtestada prügilasse ladestamise keeld kasutusest kõrvaldatud tuulegeneraatorite rootorilabade ja gondlite ning paatide jäätmetele.
4. Täiendada jäätmesaadetiste määrust, et luua spetsiaalsed koodid kasutusest kõrvaldatud rootorilabade, gondlite ja paatide komposiitmaterjalide jaoks, et võimaldada paremat jäätmete liikumist Euroopa-siseselt. Samuti tagamaks, et komposiitmaterjalide jäätmed kuuluksid Baseli konventsiooni „rohelise nimekirja“ menetluse alla.
5. Tunnustada tsemenditööstuse koostootmist kui ringlussevõtu protsessi jäätmeraamdirektiivi 2008/98/EÜ kohaselt, arvestades selle toormaterjalide ringlussevõtu võimekust.
6. Võimaldada harrastuspaatide kohapealset demonteerimist, lihtsustades ajutise demonteerimisega seotud lubade ja litsentside taotlemise korda, sealhulgas võimaldades mobiilsete üksuste kasutamist või nende tegevuse hõlmamist olemasolevate remondi- ning hoolduslubadega.

5.3. Komposiitjätmeid käitlevad ettevõtted Euroopas

Klaas- ja süsinikkiudu sisaldavad komposiitmaterjalid on hinnatud kerge kaalu, vastupidavuse ning mehaanilise tugevuse tõttu, kuid kasutustsükli lõpus kujutab nende taaskasutamine endast suurt väljakutset – enamik komposiitjätmetest ladestatakse

endiselt prügilatesse või põletatakse³⁵. Kuna esimesed Euroopa tuulepargid hakkavad järjest enam jõudma oma kasutusea lõppu, muutub komposiitmaterjalide ringlussevõtt üha olulisemaks. Sellele väljakutsele vastates on Euroopas tekkinud tehased (tabel 4), kus komposiitmaterjale ümber töödeldakse.

Komposiitmaterjalide peamised ümbertöötlemise viisid on järgmised.²²

1. Mehaaniline töötlemine

Mehaaniline töötlemine seisneb komposiitmaterjalide purustamises ja jahvatamises väikesteks osakesteks, mille tulemuseks on pulber või lühikesed kiud. Protsess algab materjali purustamisega, millele järgneb jahvatamine osakeste suuruseni 10 mm kuni 50 mikronit. Meetodi eelisteks on väiksed kulud ja vähene energiakulu. Puuduseks mikroplasti ja tolmu teke ning see, et vaigud ja kiud ei eraldu üksteisest. Saadud materjali saab kasutada täiteainetena.

Mehaanilise töötamise protsessi saab kasutada kõikide komposiitjätmete puhul ja see on üks odavamaid taaskasutusmeetodeid, kuid praegu on see kaubanduslikus mahus rakendatav vaid klaaskiuga tugevdatud polümeeridele. Süsinikkiududega tugevdatud polümeeride puhul ei ole see majanduslikult mõistlik, arvestades kiudude suurt väärtust ja alternatiivsete täiteainete, nagu kaltsiumkarbonaat ning ränidioksiid, madalat hinda.

Mehaanilisele töötlemisele võib järgneda töötlemine tsemendiahjudes (*cement kiln co-processing*), mis sobib klaaskiuga tugevdatud plastide jaoks. Selle protsessi käigus kasutatakse komposiitmaterjale samaaegselt nii kütusena (orgaaniline osa) kui ka toorainena (anorgaaniline osa) tsemendi tootmise käigus tsemendiahjus. Pärast klaaskiudude mehaanilist eraldamist segatakse saadud komposiitmaterjal tahkete taaskasutuskütustega ja suunatakse tsemendiahjudesse. Orgaaniline sisu (vaigud, tuumamaterjalid, liimid) põleb ja aitab protsessi kütmisel, samas kui anorgaanilised klaaskiud lisavad tsemendiklinkri tootmiseks vajalikke mineraale (nt alumiinium-borosilikaate).

2. Termiline töötlemine

Termilise töötlemise käigus, eelkõige pürolüüsi protsessis, kasutatakse vaigumaatriksi lagundamiseks kõrgeid temperatuure (500–600 °C), et taastada süsinikkiud (säilitades kuni 90% mehaanilistest omadustest). Protsessi käigus

³⁵ ORE Catapult. (2021). *CORE: Full Blade Waste Composite Recycling Report*. Offshore Renewable Energy Catapult: https://cms.ore.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2021/03/CORE_Full_Blade_Report_web.pdf

tekivad ka suure kütteväärtusega ained nagu õlid, vahad ja gaasid. Meetod ei sobi klaaskiududele, kuna need saavad kuumakahjustusi. Termiline töötlus on tõhus, kuid energiamahukas ja suurema keskkonnamõjuga.

3. Keemiline töötlemine (solvolüüs)

Keemiline töötlus toimub madalamatel temperatuuridel kui pürolüüs ning vaigumaatriksi lagundamiseks kasutatakse lahusteid, mis võimaldab säilitada süsinikkiudude omadused ja vältida söekihi teket kiudude pinnale. Protsess võib teatud tingimustel võimaldada ka vaigumaatriksi osalist taaskasutust. Solvolüüsiga saadud kiud säilitavad kuni 90% oma algomadustest, kuid vajavad sageli täiendavat puhastust, mis muudab meetodi kallimaks ja aeganõudvamaks.

Tabel 4. Näiteid Euroopa ettevõtetest, kes on spetsialiseerunud komposiitjäätmete käitlemisele või on oma ärivaldkondade seas maininud tuulikulabade käitlemist.

Riik	Ettevõte	Spetsialiseerumine	Lühikirjeldus
Taani	Stena Recycling	Mehaaniline ja keemiline töötlemine	Skandinaavia üks suurimaid ringlussevõtu ettevõtteid, mis käitleb ka komposiitmaterjale. Ettevõte kasutab mehaanilist purustamist, mille abil saadakse taaskasutatav täitematerjal. Koostöös tuulikutootja Vestasega on Stena Recycling välja töötanud uude keemilise lahenduse, mis võimaldab labamaterjali (epoksiidvaiguga liimitud klaaskiud) molekulaarselt lahti võtta ja algosadeks taastada.
	ECRT Technology	Mehaaniline ja keemiline töötlemine	Pakub kombineeritud töötlemistehnoloogiat, mis hõlmab komposiitide purustamist, vaikude eemaldamist ja väärtuslike materjalide taastootmist.
	HJHansen Recycling	Mehaaniline töötlemine	Rahvusvaheline metallide ringlussevõtuga tegelev ettevõte, mis pakub ka tuulikute demonteerimist ning tuulikulabade mehaanilist purustamist ja materjalide eraldamist.
	Miljøskærm	Mehaaniline töötlemine	Spetsialiseerunud plast- ja komposiitmaterjalide töötlemisele, sealhulgas tuulikulabade mehhaanilisele ringlussevõtule, tootes nendest soojustustooteid.
	UComposite	Mehaaniline töötlemine	Ucomposites kasutab tuulikulabade ja muude klaaskiust komposiitmaterjalide taaskasutamisel mehaanilist töötlemist, mis hõlmab komposiitmaterjalide purustamist ning kiudude eraldamist. Protsessi tulemusel saadud klaaskiudusid kasutatakse uute toodete, näiteks autoosade, ehitusmaterjalide ja isolatsioonitoodete valmistamiseks.
Norra	Gjenkraft	Keemiline töötlemine	Ettevõte on spetsialiseerunud termokeemilistele protsessidele, mille abil muudetakse kasutusest kõrvaldatud tuulikulabad toormaterjalideks. Tulemuseks on näiteks klaas- ja süsinikkiud, sünteesgaas, sünteetilised õlid, gaas ning süsinikupulber.

Holland	CRC: Circular Recycling Company	Mehaaniline ja keemiline töötlemine	Pakub tugevalt seotud plastide ja komposiitide taaskasutust keemilise lahustamise ning mehaanilise töötlemise kombinatsiooniga.
Šveits	Comosite Recycling	Termiline töötlemine	Ettevõte on välja töötanud uuendusliku termolüüsi protsessi, mis võimaldab efektiivselt eraldada süsinikkiud vaigust nii, et need säilitavad oma mehaanilised omadused. Kasutab madalsurvelist ja madalatemperatuurilist termolüüsi, mis tagab kiudude parema kvaliteedi võrreldes traditsioonilise pürolüüsiga.
Hispaania	EnergyLOOP	Mehaaniline töötlemine	Acciona ja Ingeteami ühisettevõtte, mis on spetsialiseerunud tuulikulabade kiudmaterjalide taaskasutusele, keskendudes mehaanilistele töötlemisprotsessidele ning uute toodete arendusele.
Saksamaa	Neowa	Mehaaniline ja termiline töötlemine	Ettevõte on spetsialiseerunud klaaskiud- ja süsinikkiudkomposiitide purustamisele ning nende taaskasutamisele tsemenditööstuses, kus vaigud kasutatakse energiaks ja mineraalne osa asendab klinkri tootmisel looduslikke tooraineid.
	Continuum	Keemiline töötlemine	Spetsialiseerunud kõrgtehnoloogilisele keemilisele lagundamisele, mis võimaldab eraldada vaigud ja kiud, säilitades materjalide kvaliteedi uute toodete tootmiseks.
	ROTH International	Mehaaniline ja keemiline töötlemine	Pakub tuulikute täielikku ringlussevõtu teenust, sealhulgas demonteerimist, lõikamist, materjalide eraldamist ja ringlussevõttu.
UK	Enva	Mehaaniline töötlemine	Turbiinilabad purustatakse ja tükeldatakse, et eraldada taaskasutatavaid materjale. Ülejäänud materjali kasutatakse fossiilkütuste asendajana jäätme põhistes energiatootmisüksustes.
Poola	Anmet	Mehaaniline töötlemine	Töötleb plast- ja komposiitjätmeid, pakkudes labade lõikamist, transpordi korraldamist ning materjali töötlemist. Ettevõtte otsib pidevalt innovaatilisi võimalusi labade materjali taaskasutamiseks uutel eesmärkidel. Näiteks on Anmet koos partneritega valmistanud vanadest tuulikulabadest jalakäijate sillatalasid ja arendanud patentitud tehnoloogiat, mille abil purustatud labamaterjalist toota puitlaastplaadile sarnaseid ehituspaneel ³⁶ .
Erinevates ELi riikides	Veolia	Mehaaniline töötlemine	Veolia rakendab mehaanilist ringlussevõtu protsessi, mille käigus labad purustatakse ja saadud materjali kasutatakse toorainena tsemendi tootmises.

³⁶ CompositesWorld (2023). Anmet launches chipboard panels made from recycled composites. Võetud <https://www.compositesworld.com/news/anmet-launches-chipboard-panels-made-from-recycled-composites>

5.4. Plaanitavad käitlustehased

Kuusakoski (Soome)

Kuusakoski rajab Hyvinkäasse Soome esimese tööstusliku komposiitmaterjalide purustamis- ja töötlemistehase, mis on jätk KiMuRa taaskasutatud purustatud tooraine projektile. Uue tehase eesmärk on töödelda komposiitjätmeid (tuuleturbiinide labad, lennukid, purjelaevad/paadid ja muud sõidukid) ning suunata need ringlusse tsemenditööstuses.

KiMuRa projekt käivitati 2021. aastal Soome Plastitööstuse Liidu, Keskkonnaministeeriumi ja mitme komposiitmaterjalide tootja koostöös. Projekti eesmärk oli luua tehniliselt ja majanduslikult elujõuline ringlussevõtu lahendus tööstuslikele komposiitjätmetele. Kuusakoski vastutas jäätmete kogumise, purustamise ja ladustamise eest, samas kui Finnsementti kasutas purustatud komposiite tsemendi tootmise toorainena. Projekti tulemusena loodi toimiv ringlussevõtu ahel, mis hõlmas jäätmete kogumist, töötlemist ja kasutamist tsemenditootmises.

Kuusakoski investeerib üle 4 miljoni euro uue komposiitmaterjalide töötlemistehase rajamisse Lõuna-Soomesse Hyvinkäasse. Plaanitud komposiitmaterjalide töötlemisvõimekus on tehases 5000–6000 tonni aastas³⁷. Investeering hõlmab olemasoleva hoone renoveerimist ja uue töötlemisliini ehitamist. Tehas on varustatud kahe purusti, mitme kaetud konveieri, magneti ja tolmu kontrollisüsteemiga (komposiitide töötlemisel tekib palju peent ja kahjulikku tolmu)³⁸.

Umbes 1500-kraadises temperatuuris laguneb komposiitmaterjalis olev kiud mineraalideks, mida saab kasutada tsemendi tootmisel loodusliku lubjakivi asemel, vähendades vajadust lubjakivi kaevandamiseks. Komposiidi plastosa ehk matrikspolümeeri kasutatakse energiaks, asendades fossiilkütuseid nagu kütteõli.

2025. aasta oktoobri seisuga on investeering lõpule viidud ning käimas on protsessi ülesehituse lõppfaas. Toimuvad tarded tsemendiahju jaoks. Kuna Hyvinkää platsil tehakse samaaegselt ka teisi investeeringuid, on ametlik avamine kavandatud pärast kõigi ehitustööde valmimist (esialgne tähtaeg oli 2025. aasta lõpp)³⁷.

³⁷ Kirjavahetus Soome Kuusakoski käitlusjuhi Jarkko Lahtiga, 21.10.25.

³⁸ *Recycling Magazine*. (2023). Kuusakoski announces first composite processing plant in Finland: <https://www.recycling-magazine.com/2023/02/14/kuusakoski-announces-first-composite-processing-plant-in-finland/>



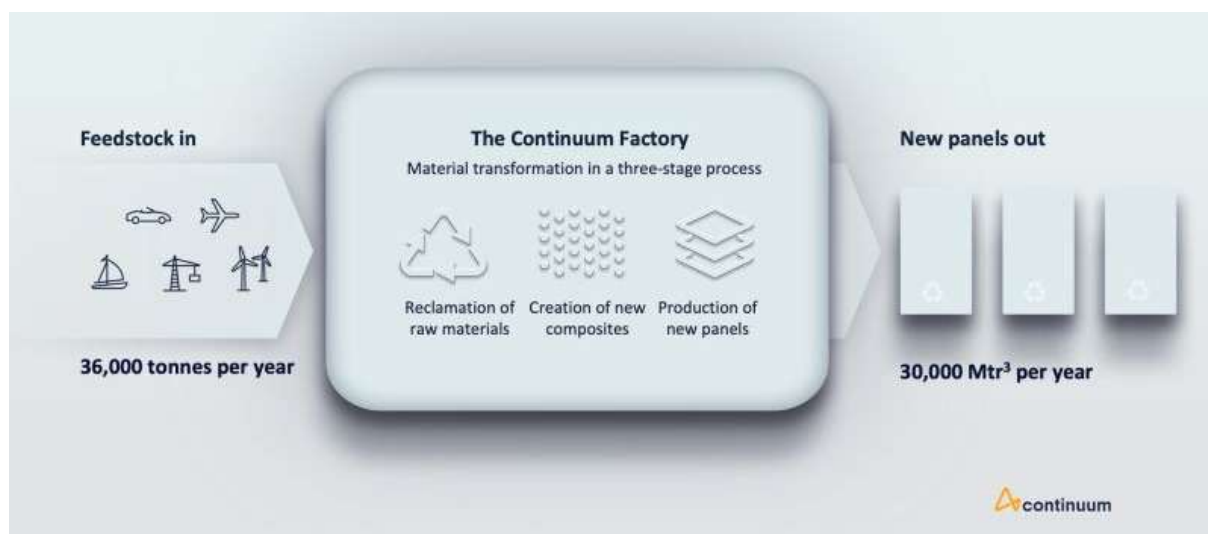
Joonis 7. Kuusakoski mehaaniline komposiitmaterjalide töötlemisliin (allikas: <https://www.kuusakoski.com/fi/finland/ajankohtaista/2024/kuusakosken-uutuuslaitos-on-vihrean-siirtyman-puuttuva-palanen3/>).

Continuum (Taani, laienemas ka teistesse riikidesse)

Continuum on Taanis registreeritud ettevõtte, mis teatas 2023. aastal plaanist rajada üle Euroopa kuus tööstuslikku tuulikulabade ümbertöötlemise tehas. Esimene tehas ehitatakse Taani Esbjergi ja see peaks alustama tööd 2026. aastal (võimsus 36 000 t/a). Teine tehas on kavas avada Ühendkuningriigis, seejärel rajatakse tehased Prantsusmaale, Saksamaale, Hispaaniasse ja Türgisse eesmärgiga katta 2030. aastaks kogu Euroopa vajadus. Iga tehas on projekteeritud töötleva minimaalselt 36 000 tonni labamaterjali aastas ja toimima 100% taastuenergia baasil.

Continuumi kontseptsioon on mehaaniline komposiitmaterjali ümbertöötlemine suurtes mahtudes. Tuulikulabad lõigatakse, purustatakse ja töödeldakse materjaliks, millest vormitakse suured komposiitpaneelid. Oluline on, et kogu protsess on väikse süsinikujalajäljega võrreldes seni levinud lahendustega (nt põletamine tsemendiahjus).

Continuumi tehased hakkavad toodanguna valmistama **komposiitpaneele** ehitussektorile. Need paneelid koosnevad ~92% ulatuses ringlusesse võetud labade materjalist ning on ettevõtte väitel kvaliteedilt ja omadustelt paremad kui traditsioonilised alternatiivid. Taolisi paneele saab kasutada näiteks hoonete **fassaadipaneelidena**, tööstushoonete **ustena** või köökide **tööpindadena**. Eesmärk on, et need paneelid oleksid ise samuti lõputult taaskäideldavad, sulgedes materjaliringi.



Joonis 8. Continuumi Esbjergi tehase kolmeastmeline tootmisprotsess: igal aastal töödeldakse 36 000 tonni komposiitjätmeid (sh tuulikulabad, lennuki- ja paadikomponendid) taaskasutatud tooraineiks, millest valmistatakse uusi komposiitpaneele mahus kuni 30 000 kuupmeetrit aastas (allikas: <https://www.continuum.earth/news/>).

ACCIONA – Waste2Fiber (Hispaania)

Hispaania energiakontsern ACCIONA rajab Navarra piirkonda Lumbieri linna uue tehaseseadme nimega Waste2Fiber, mis on esimene omataoline Hispaanias. Ehitus algas 2024. aasta esimesel poolel ja tehas plaanitakse töösse saada 2025. aasta lõpus. Projekt on saanud 5,3 miljoni euro suuruse toetuse Hispaania valitsuse innovatsiooniprogrammist ja Navarra kohaliku valitsuse tuge. Projekti koguinvesteering on hinnanguliselt 16,1 miljonit eurot.

Waste2Fiberi tehases hakatakse kasutama ACCIONA ja partnerite väljatöötatud uudet termilist töötlemistehnoloogiat, mis võimaldab komposiitmaterjale lagundada mõõdukal temperatuuril ilma otsese põletuseta. See tehnoloogia säilitab labade tugevduseks olevate kiudude (klaas- ja süsinikkiud) omadused ning võimaldab taastada ka orgaanilisi vaigu komponente. Tehas suudab töödelda ~6000 tonni labamaterjali aastas ning hõlmab kogu protsessi labade demonteerimisest ja purustamisest kuni lõpptoodangu kvaliteedikontrollini.

ACCIONA Waste2Fiber keskendub eelkõige toormaterjalide tootmisele teistesse tööstustesse. Ümbertöötlemise tulemusel saadakse mitmes vormis taaskasutatud klaas- ja süsinikkiudu, mida saab kasutada näiteks autotööstuses ning ehitusmaterjalides, samuti orgaanilisi ühendeid, millel on rakendusi keemiatööstuses. Seega ei valmista tehas otseselt uusi tooteid, vaid varustab tööstust kõrge puhtusastmega ringlusesse

võetud toormega, millest võivad sündida uued komposiidid, plastid või muud tooted. ACCIONA hinnangul võimaldab see lähenemine vähendada klaaskiudude tootmise süsinikujalajälge ~66% ja süsinikkiudude puhul 95% võrreldes algse materjaliga.

5.5. Komposiitmaterjalide ringlussevõtu tehnoloogiate arendamine

Komposiitmaterjalide ringlussevõtu suurendamiseks tegeletakse hoogsalt uute tehnoloogiate välja arendamisega. Erinevalt suurtööstuslikest ettevõtetest töötavad tehnoloogiate arendamisele keskendunud ettevõtted välja protsesse ning seadmeid, mis võimaldavad klaas- ja süsinikkiust komposiitmaterjale lahti võtta ning väärtuslikke materjale (klaaskiud, süsinikkiud, vaik, täiteained jmt) puhtalt kätte saada. Tihti on tegu *start-up*-ettevõtete või teadusasutuste *spin-off*idega³⁹, kes teevad koostööd tuuleenergia tööstuse, materjalitootjate ja taaskasutusfirmadega.

Järgnevalt on esitatud mõni näide Euroopa ettevõtetest ja algatustest mis on peale tuulikulabade rakendatavad ka teistest allikatest pärit komposiitmaterjalidele, sh jalgrattaraamide, purjekate kerepaneelide ja lennukikomponentide töötlemiseks.

Librixi (Rootsi)

Librixi on Rootsi rohetehnoloogia ettevõtte, mis on välja töötamas unikaalset mehaanilist ringlussevõtu tehnoloogiat komposiitmaterjalidele. Nende Librixi Liberatori masin kasutab patenteeritud peenestusmeetodit, mis lahutab kuiva mehaanilise protsessi abil tuulikulaba materjalid üksteisest neid oluliselt kahjustamata. Erinevalt tavalisest purustamisest, mis lõhub kiud lühikeseks, säilitab Librixi resonants- ja impulssmeetod suure osa kiudude pikkusest ning tugevusest. Labade klaas- või süsinikkiud eraldatakse vaikmaterjalist (epoksiidvaik muutub peeneks tolmuks) ning samuti eristuvad teised komponendid nagu balsapuit ja vahud. Seejärel saab materjalid sorteerida ja igaühe neist eraldi taaskasutusse suunata.

Bcircular/TRC (Hispaania)

Bcircular (ametlikult Thermal Recycling of Composites – TRC) on Hispaania iduettevõtte ja Hispaania Riikliku Teadusnõukogu (CSIC) *spin-off*, mis arendab termilist ringlussevõtu

³⁹ Teadus- ja arendusasutuse, sh kõrgkooli juures töötav ettevõtte, mille ülesanne on uute kõrgtehnoloogiliste ning teadusmahukate tehnoloogiate turustamisele kaasa aitamine ja teadus- ning arendustegevuse ja innovatsiooni alusel areneva ettevõtlike soodustamine.

tehnoloogiat komposiitmaterjalidele. Nende väljatöötatud protsess kannab nime R3FIBER ja põhineb suletud termokeemilisel töötlemisel. Sisuliselt on tegu pürolüüsi eriliigiga, mis lagundab labade epoksiidvaigud gaasilisteks ja vedelateks kütusteks ning vabastab kiud puhtal kujul taaskasutuseks. Protsess on energiatõhus ning tekkivad gaasid ja õlid kasutatakse osaliselt protsessi enda kütusena, seega jäätmeid ega emissioone praktiliselt ei teki. Tehnoloogia toimib nii klaaskiud- kui ka süsinikkiudkomposiitide puhul.

Fairmat (Prantsusmaa)

Fairmat on Prantsuse süvatehnoloogia *start-up*, mis keskendub eelkõige süsinikkiust komposiitmaterjalide ringlussevõtule uuendusliku mehaanilise protsessi kaudu. Kuigi tuulikulabad koosnevad valdavalt klaaskiudkomposiidist, kasutatakse uuemates ja suuremates labades üha enam ka süsinikkiudu. Erinevalt paljudest teistest lähenemistest ei põleta ega lahusta Fairmat komposiite, vaid demonteerib need mehaaniliselt spetsiaalse lõike- ja purustustehnoloogia abil. Ettevõtte on välja töötanud robotiseeritud lõikesüsteemi, mis kasutab masinõpet, et optimaalselt tükeldada süsinikkiuga materjali väikesteks standarditud fragmentideks (nn *CFRP Chips*). Protsess toimub ilma kõrge kuumuseta ja väga väikese energiakuluga, säilitades süsinikkiudude struktuuri maksimaalselt tervena. Fairmat on näidanud, et nende taaskasutatud materjali tugevus ja jäikus on võrreldavad algse (esmise) komposiidiga, kuna kiudude omadused pole mehaanilise töötlemise käigus märkimisväärselt halvenenud – erinevalt näiteks traditsioonilisest hakkimisest, mis kiude lühendab. Lisaks on Fairmat integreerinud oma protsessi tehisintellektil põhineva simulatsiooni: ettevõtte modelleerib digitaalselt erinevaid „kiipide“ paigutusi, et saavutada uues materjalis soovitud omadused (nt eriti kerge kaal teatud komponentides või lokaliseeritud tugevus löögipindadel).

5.5.1. Eesti teadus- ja arendustegevus tuulikulabade ringlussevõtuks

2025. aasta seisuga puudub Eestis suures mahus tekkivate komposiitmaterjalide töötlemise võimekus. Küll aga on TalTechi Virumaa Kolledžis käimas teadus- ja arendustegevus, mis keskendub tuulikulabade keemilise ümbertöötlemise võimaluste uurimisele. Uuringuid korraldatakse [Õiglase Ülemineku Fondi](#) meetme raames. Teadustöö eesmärk on leida viise, kuidas tuulikulabadest saadavaid jäätmeid kasutada keemiatööstuse toorainena. Katsetatud on kahte termilist töötlemismeetodit – pürolüüsi ja kaheastmelist pürolüüsi.

Pürolüüsi teel saadi tuulikulabast vedel produkt (õli), mille koostise uurimisel selgus, et üle poole sellest moodustavad fenoolid, mida hakatakse edaspidi õlist ekstraheerima.

Fenoolide kasutusvõimalused on nii uute polümeeride tootmine kui ka iseseisvate keemiatoodetena. Laboris olevast tuulikulabast saadakse sellise „fenoolse“ õli saagiseks umbes 35%.

Kaheastmelise pürolüüsi meetodil saadi tuulikulabast vesinikurikas gaas (koostiselt lähedane sünteesigaasile). Ühest tonnist tuulikulabadest on sel meetodil võimalik saada umbes 245 m³ vesinikku. Pärast termilist töötlemist järele jäänud kiudu teadustöös ei uurita.

Kuigi tööd on alles algfaasis ja senised katsed on toimunud laborimahus, näitab see uurimissuund, et Eestis on olemas teaduslik potentsiaal arendada välja komposiitmaterjalide keemilise ringlussevõtu tehnoloogiaid. **Uuringute jätkamiseks on vajalik tagada ligipääs tuulikulabade materjalidele, mis praegu on peamine praktiline kitsaskoht edasise arendustegevuse jaoks.**

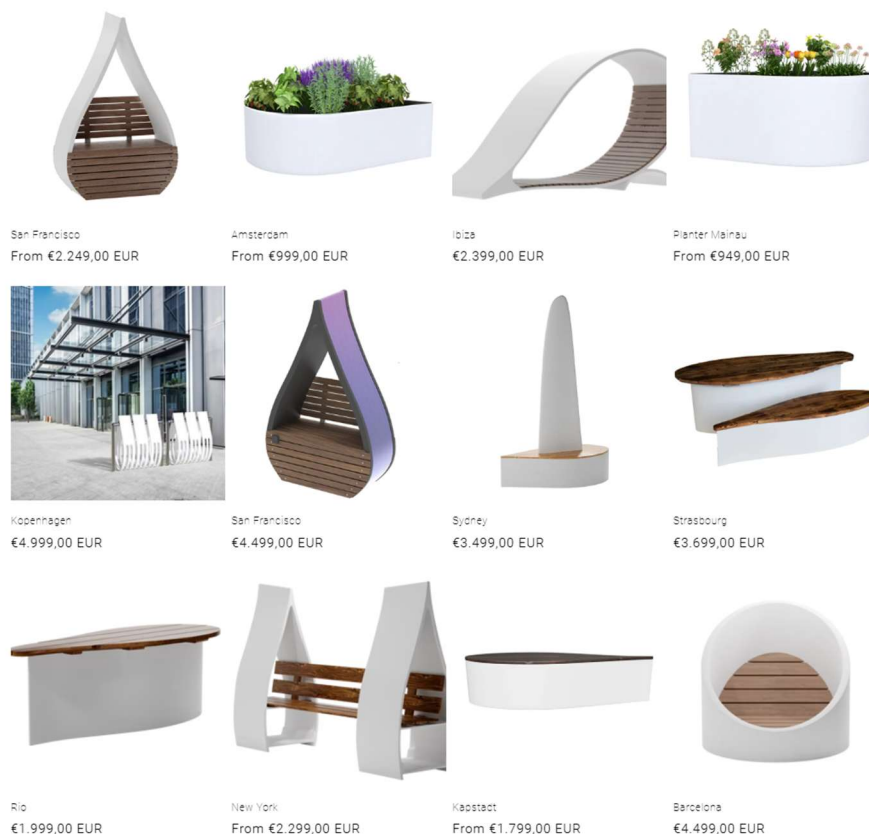
5.6. Tuulikulabadest valmistatud tooted

Tuulikulabadest valmistatud tooted ei ole jõudnud veel laialdase kommertstootmiseni, kuid mitu pilootprojekti ja ettevõtete algatust näitavad potentsiaali. Eriti paistavad silma linnaruumi arendused ja disainipõhised lahendused.

Poola tehases [Anmet](#) valmistatakse vanadest tuulikulabadest valmis tarbetooteid:

- **suuremahulisi konstruktsioone** (sillad ja jalakäijate sillad; platvormid; tõstesillad; hoonete ning rajatiste konstruktsioonipostid ja -talad; raketised; kaikohtade postid; loomade läbipääsud; vaatetornid; hoonete konstruktsioonide tugevdused (süsiniklindid))
- ning **arhitektuurseid väiksemaid tooteid** (pingid; lamamistoolid; lauad; lambid, istutuskastid; prügikastid; rattahoidjad; kiiged).

Anmeti tehases valmistatud toodete ametlikud edasimüüjad on [Wings For Living](#) ja [GP Renewables](#).



Joonis 9. Wings for Living tooted (Allikas: <https://wings-for-living.de/>).

Ka Hollandis on vanadest tuulikulabadest valmistatud linnaruumi sisustust. Nende kasutuse näiteid ja koguseid näeb tabelis 5. Projekte on arendanud Blade-Made'i arhitektuurikollektiiv Hollandis koostöös Superuse Studiosiga, kes tegeleb ringdisainiga. Ühe sellise ringdisaini näitena on Amsterdamis paiknev mänguväljak (joonis 10).

Tabel 5. Linnaruumi sisustus vanadest tuulikulabadest (allikas: <https://blade-made.com/>)

Väljund	Sisend
20 mänguväljakut	100 tuulikulaba
11 pinki	100 tuulikulaba
100 bussipeatuse ootepaviljoni	200 tuulikulaba



Joonis 10. Vanadest tuulikulabadest valmistatud mänguväljak Amsterdavis (allikas: <https://blade-made.com/>).

Vattenfall koos Norra ettevõtetega Gjenkraft ja Evi Ski on demonstreerinud, et kasutuselt kõrvaldatud tuulikulabadest saab valmistada uusi kõrgtehnoloogilisi tooteid. Hollandi Irene Vorrinki tuulepargist pärinevad labad purustati ning eraldatud klaas- ja süsinikkiude kasutati suuskade tootmiseks (joonis 11).



Joonis 11. Tuulikulabadest eraldatud klaas- ja süsinikkiududest valmistatud suusad (allikas: <https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2025/making-skis-from-old-wind-turbine-blades/>).

Taani ettevõtte **WingBeam** välja töötanud meetodi, kus vanad tuulikulabad lõigatakse kandvateks taladeks ja profiilideks, mida saab kasutada ehituses (joonis 12). Need

materjalid on korrosioonikindlad, UV- ja ilmastikukindlad ning neid saab töödelda tavapäraste tööriistadega.



Joonis 12. Tuulikulabadest kandvad talad (allikas: <https://wingbeam.com/our-mission/>).

Põhjalik ülevaade tuulikulabadele kasutatud komposiitmaterjalide ringlussevõtu olukorrast Euroopas on esitatud WindEurope'i, Ceficu ja EuCIA koostöös valminud 2020. aasta aruandes „[Accelerating Wind Turbine Blade Circularity](#)“. Dokument kaardistab ringlussevõtu, sh kasutusotstarbe muutmise ja taaskasutuse võimalusi, hindab komposiitjäätmete prognoositavat mahtu lähiaastatel ning annab ülevaate regulatiivsest raamistikust. Aruandes rõhutatakse vajadust arendada nii otse-ümberkasutust kui ka materjalipõhist ringlussevõttu, täiustada teadus- ja arendustegevust, ühtlustada Euroopa riikide praktikaid ning luua stabiilne tarneahel ringlusesse võetud materjalidele.

6. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Kliimaeesmärkide saavutamiseks suurendatakse Euroopas järjest enam tuuleenergia kasutuselevõttu, mis omakorda eeldab ka valmisolekut tuulikute lammutamisel tekkivate jäätmete keskkonnasõbralikuks käitlemiseks. Eestis prognoositakse tuulikujäätmete olulist lisandumist alates 2035. aastast, mil oma kasutustsükli lõpuni jõuab esimene tuuleenergia arenduste laine aastatest 2005–2007.

Tuulikud erinevad tavapäraest hoonetest, sest nende kasutusega on piiratud ja pärast selle lõppemist tuleb tuulikud demonteerida. Demonteerimise hetkeni käsitletakse neid ehitusseadustiku mõistes **ehitistena**. Mitmes Euroopa riigis, nt Taanis, Hollandis ja Saksamaal, määratakse demonteerimise tingimused juba (antud juhul keskkonna- või ehitus-) loa taotlemise etapis. Selline lähenemine võimaldab planeerida tuulepargi kogu kasutustsükli enne ehituse alustamist.

Eestis tuleb ehitusseadustiku kohaselt **meretuuleparkide** puhul taotleda hoonestusloa, mille kehtivus on kuni 50 aastat, misjärel rakendub kohustus rajatised veekogust eemaldada. Pädev asutus võib tähtaega pikendada, kui taotlus esitatakse vähemalt 3 kuud enne hoonestusloa kehtivuse lõppu. **Maismaatuuleparkide** puhul rakendub asjaõigusseadus, mille kohaselt võib hoonestusõigust seada ainult kindlaks tähtajaks, kuid mitte kauemaks kui 99 aastaks. Kui tähtaeg on määramata või pikem kui 99 aastat, loetakse tähtajaks 99 aastat. Seejärel tuleb rajatis eemaldada, kui maaomanik seda nõuab (sõltub lepingus kokku lepitud tingimustest). Registrite ja Infosüsteemide Keskuse andmetel on rajatud tuuleparkidele hoonestusõigust seatud enamasti 50 aastaks. Kui lepingus ei ole lühemat tähtaega määratud, siis 99 aastat on tuuleparkide kontekstis ebamõistlikult pikk aeg. Võib tekkida olukord, kus tuulikud seisavad kasutuna aastakümneid, enne kui hoonestusõigust lõpeb ja lammutamine muutub aktuaalseks. Lisaks on alates 2023. aastast võimalik ehitus- ja kasutusloas määrata lammutamise tähtaeg ning tingimused, kui need tulenevad eriseadusest või planeeringust. Praktikas ei ole seda seni veel rakendatud. **Riigimaadele** rajatavatele tuuleparkidele on Maa- ja Ruumiamet koostanud (näidis)lepingu, mis kohustab arendajat rajatised tootmise lõppedes likvideerima. **Eramaaomanike** ja arendajate vahel sõlmitud lepingud on konfidentsiaalsed ja seetõttu ei ole teada, kui hästi on kaitstud maaomanike huvid demonteerimiskohustuse ja tähtaja seadmisel.

Tuulikute ehitamisel, parandamisel ja lammutusjärgselt tekkivate **jäätmete käitlemisel** tuleb aga juhinduda jäätmeseadusest, mille kohaselt peab jäätmehoolduse kulud kandma jäätmevaldaja. Jäätmehierarhia järgi tuleb eelkõige vältida jäätmeteket, eelistada korduskasutust ja kasutusotstarbe muutmist ning seejärel materjali ringlussevõttu ja muid taaskasutamise viise. Kõrvaldamine põletamise teel ilma energia

kasutuseta või prügilasse ladestamisena peaks olema kõige vähem eelistatud tegevus. Jäätmehierarhia on küll oluline põhimõte, kuid sellest kõrvale kaldudes ei rikuta jäätmeseaduse nõudeid. Lähiajast on näide, kus ehituse käigus kahjustada saanud Sopi-Tootsi tuulepargi tuulikulaba ladestati kindlustusjuhtumi otsuse alusel 2025. aasta veebruaris ehitusjäätmetena Paikre prügilas, mida jäätmehierarhia seisukohast oleks tulnud võimalusel vältida.

Võrreldes teiste ehitus- ja lammutusjäätmetega on tuuleparkide lammutamisel tekkivad jäätmevood siiski suhteliselt väikesed. Isegi maksimaalse koormuse ajal, prognoositavalt 2056. aastal, tekiks tuulikute lammutusest pärit jäätmeid ligikaudu 28 500 tonni, mis moodustaks 2–3% ühe aasta jooksul Eestis tekkivatest ehitus- ja lammutusjäätmetest. Sellest kogusest oleks võimalik ringlusesse suunata ligikaudu 25 650 tonni. Tuulikute käitluse olulisus ei seisne aga niivõrd kogustes, vaid eelkõige jäätmete eripäras. Kui terase ja betooni jäätmed on kergesti ringlusse võetavad, siis tuulikulabade komposiitmaterjali ringlussevõtu võimalused on praegu veel üsna piiratud.

Mitu Euroopa riiki on juba rakendanud meetmeid, et **vähendada** klaas- ja süsinikkiust **komposiitmaterjalide ladestamist**. Näiteks Soomes, Saksamaal ja Hollandis on nende materjalide prügilasse ladestamine keelatud või oluliselt piiratud orgaanilise aine sisalduse tõttu. See on sundinud arendajaid ja jäätmekäitlussektorit otsima alternatiivseid lahendusi, näiteks mehaanilist purustamist ning komposiitide kasutamist tsementahjudes kütusena ja toorainena. Prantsusmaa on läinud veelgi kaugemale, seades alates 2024. aastast kohustuse, et vähemalt 55% rootorilabade massist peab olema taaskasutatud. See on Euroopa kontekstis üks ambitsioonikamaid eesmärke, kuna nõuab lahendusi, mis suudavad töödelda ja ringlusesse võtta mitte ainult väiksemaid komposiitmaterjali osi, vaid olulise osa kogu labade massist.

Tuuliku **demonteerimise hinna** määravad tuuliku suurus, konstruktsioon, asukoht ja lammutamise viis. Kulud on väiksemad, kui korraga demonteeritakse suurem hulk tuulikuid, sest rasketehnika ja logistika jaguneb mitme seadme vahel. Kulud jagunevad ettevalmistusele, torni ja labade lammutusele, rasketehnika rendile, transpordile ning vundamendi osalisele või täielikule eemaldamisele. Meretuulikute puhul lisanduvad eritehnika ja veealuste konstruktsioonide eemaldamine, mis teeb töö oluliselt kallimaks.

Soomes koostatud uuringute näitel maksab 2023. aastal 140–150 meetri kõrguse rootori maismaatuuliku **lammutamine ilma vundamendita 125 000–180 000 eurot** olenevalt tornist. Sellest umbes 12 000 eurot ehk 6–9% moodustavad tuulikulabade käitlemiskulud, mis hõlmavad Soome-siseselt süsinik- ja klaaskiudmaterjalide transporti ning töötlemist. Materjalide taaskasutus võib kulusid oluliselt vähendada: parimal juhul jääb tuuliku lammutamise netokulu (arvestades ka materjalidest saadud tulu) alla 10 000 €, halvimal juhul üle 130 000 € tuulegeneraatori kohta. Jäätmematerjalide turuhindade kõikumine mõjutab tugevalt netokulusid. 150–160 m kõrguse ja 6 MW

võimsusega tuuliku pinnasele rajatud **plaatvundamendi eemaldamise kuluks** hinnati Soomes 2024. aastal **175 000–377 000 €** (36 700–70 400 € vundamendi eemaldamine kuni 2 m sügavuseni ning 10 400–21 000 € kuni 1 m sügavuseni).

Eestis võib eeldada Soomele **sarnast või pigem kõrgemat kulutaset**, sest praegu puudub suures mahus komposiitmaterjalide jäätmete töötlemise võimekus ja laastamise vältimiseks tuleks jäätmed eksportida. Oluline on seejuures rõhutada, et **kulude hinnangud tuginevad aruannete koostamise ajal kehtinud turutingimustele** ja praktikatele. Eestis jõutakse tuulikute ulatusliku demonteerimiseni alles aastakümnete pärast, kui olemasolevad pargid oma kasutusea lõppu jõuavad. Selleks ajaks võivad märkimisväärselt olla muutunud nii tehnoloogilised lahendused kui ka materjalide ringlussevõtu võimalused, samuti regulatiivsed nõuded ja turuhinnad. Seetõttu tuleb arvestada, et pikaajalises vaates võivad kuluprognosid ja majanduslikud hinnangud oluliselt erineda. Ka tuulikutootja Nordex hinnangul on juba 2025. aastal modernsete 6–7 MW tuulikute metallikomponentide väärtus piisavalt suur, et ületada demonteerimistööde maksumus (erinevalt Soome 2023. aasta prognoosist).

Eesti suurimad tuuleenergia ettevõtted ei ole seni koostanud tuulikute demonteerimise ja jäätmekäitluse täpseid kuluprognose, kuna ükski nende park pole veel kasutustsükli lõppu jõudnud. Enefit Green AS käsitleb demonteerimist tulevase eelarvelise kuluna, mis on juba arvestatud tasandatud energiahinna sisse. OÜ Utilitas Wind rõhutab, et kulud on projektipõhised ja olenevad tuulikute tüübist, asukohast ja turuhindadest ning sageli on majanduslikult otstarbekam olemasolevad tuulikud enne kasutusea lõppu uuemate ja efektiivsematega asendada (RePowering). Seetõttu universaalset hinnangut ühe tuuliku kohta ei ole võimalik anda. Mõlemad ettevõtted peavad kohustuslikku finantstagatist ebavajalikuks, kuna demonteerimise kulud on juba finantsmudelisse sisse arvestatud ning olemasolevad õigusaktid ja maaomanike lepingud tagavad tuulikute eemaldamise ka ilma täiendava tagatiseta.

Eesti Tuuleenergia Assotsiatsiooni hinnangul ei saa demonteerimiskulusid käsitleda võrreldes seda üksnes materjalide võimaliku taaskasutusväärtusega, kuna tuulikute eemaldamise otsustusloogika hõlmab laiemat majanduslikku konteksti. **Oluline väärtus tuleneb eeskätt tuuleenergia tootmiseks sobiva ja juba loa saanud asukoha säilimisest.** Eestis on sobivaid ja kehtivate kooskõlastustega tuulepargialasid väga piiratud. Seetõttu loob olemasolevate tuulikute demonteerimine võimaluse paigaldada samale alale tänapäevasem ja oluliselt efektiivsem tootmisüksus, mis omakorda annab suurema majandusliku tulu kui amortiseerunud tuulikute püsti jätmine.

Mitmes Euroopa riigis on tuuleparkide demonteerimise ja jäätmekäitluse kulude katmiseks siiski kohustuslikud **finantstagatised** kehtestatud. Näiteks on Prantsusmaal finantstagatis tuuleparkide keskkonnavalda omajale seadusega kohustuslik, mis arvutatakse määruses esitatud valemi järgi. Saksamaal peab ehitusseadustiku kohaselt

tuuleparkide rajamiseks ehitusluba andev asutus tagama rajatise demonteerimiskohustuse täitmise, mistõttu sisaldavad tuuleparkide ehitusload tingimusi, mis nõuavad demonteerimisplaani (kulukalkulatsiooni) esitamist ja finantstagatise seadmist. Rootsis ning Taanis toimib finantsnõude rakendamine projektipõhiselt läbi lubade menetluse (Rootsis on keskkonnaluba andval asutusel õigus vajaduse korral nõuda rahalist tagatist, Taanis võib kliima-, energia- ja taristuminister väljastatavas tootmisloas (> 25 MW võimsusega projektidele) seada tingimuse, et omanik peab andma finantstagatise tuulepargi hilisemaks likvideerimiseks). Ka Hispaanias nõuavad piirkondlikud õigusaktid tegevusloa omanikult kohustuslikku finantstagatist.

Eestil on võimalus oma regulatsiooni kujundamisel tugineda Soome kogemustele ja arvestada aruteludes ilmnenu kitsaskohti. Finantstagatise nõude kehtestamine on seal jõudnud seadusloome etapini. 2024. aastal käivitati Soome Keskkonnaministeeriumi juhtimisel seadusloomeprojekt, mille raames hinnatakse õigusmuudatuste vajadust ja töötatakse välja rahastusmudeleid, et tagada lammutamis- ning taastamiskohustuste täitmine. Soome Valitsuse eelnõu on plaanis esitada parlamenti 2026. aastal.

Edaspidi peaks ka Eesti seda teemat laiemalt käsitlema, koostades praktilisi juhiseid ning tehes täiendavaid uuringuid. See aitaks hinnata erinevate lahenduste majanduslikku ja õiguslikku mõju ning kujundada Eesti oludesse sobiva raamistiku, mis määrab ühtselt demonteerimise ja jäätmekäitluse eest vastutaja, tagab vajaliku rahalise katte ning loob eeldused materjalide ringlussevõtu võime laiendamiseks. Eeltoodust lähtuvalt esitatakse järgmises peatükis ettepanekud, mis aitavad maandada riske ning tagada tuuleparkide kasutusaja lõpus keskkonna- ja majanduslikult vastutustundlik lähenemine.

7. ETTEPANEKUD

Eesti tuuleenergeetika areng on jõudmas etappi, kus tuleb ennetavalt ja süsteemselt lahendada tuulikute kasutustsükli lõppfaasiga seotud küsimused. Tuginedes Euroopa riikide praktikatele ja Eesti hetkeolukorra analüüsile, esitab Keskkonnaagentuur järgmised ettepanekud.

1. Koostada tuuleparkide demonteerimise tagamise juhend

Juhendi eesmärk oleks luua praktiline raamistik, mis aitab maaomanikel tagada, et arendaja eemaldab tuulikud ning nendega seotud rajatised nende kasutuse lõppemisel. Juhendis tuleks selgitada hoonestusõigusega seotud võimalusi ja kohustusi, sealhulgas hoonestaja vastutust ehitise eemaldamise eest hoonestusõiguse lõppemisel.

Praktikas on oluline, et hoonestusõiguse kestus ja rajatiste tulevane saatus oleksid lepingutes selgelt määratletud ning seotud konkreetsete tähtaegade ja vastutustega. See aitab vältida olukordi, kus tuulepargid või nende rajatised jäävad pärast kasutusaja lõppu hooldamata või eemaldamata.

Peale seadusandlike selgituste peaks juhend sisaldama ka praktilisi soovitusi ja näidislingu punkte, mida maaomanikud ning arendajad saavad kasutada lepingute koostamisel. Soovitustes tuleks käsitleda näiteks lammutamise vastutuse ja tähtaegade määramist, vundamentide eemaldamise või säilitamise põhimõtteid, maa taastamise nõudeid ning jäätmekäitluse korraldust. Jäätmekäitluse puhul tuleks rõhutada materjalide ringlussevõttu ja nõuetekohast käitlemist kehtivate keskkonnanõuete kohaselt, et vähendada lammutustööde keskkonnamõju ning tagada vastutustundlik ressursside ringkasutus.

2. Koostada õigusanalüüs tuuleparkide demonteerimiskohustuse regulatiivse raamistiku kohta

Õigusanalüüsi eesmärk oleks selgitada, kas tuuleparkide demonteerimiskohustuse tagamine vajab täiendavaid seadusandlikke või rakenduslikke täiendusi. Samuti tuleks analüüsis hinnata kohalike omavalitsuste võimalust selliste kohustuste määramisel planeeringutes, ehitus- või kasutuslubades. Lisaks tuleks analüüsida, kuidas tagada, et lammutamiskohustus oleks siduv kogu rajatise kasutustsükli jooksul, sh omandi või kasutusõiguse ülemineku korral.

3. Analüüsida finantstagatise rakendamise vajalikkust tuulikute demonteerimise ja jäätmekäitluse kulude katmiseks

Finantstagatise eesmärk oleks tagada tuulikute demonteerimise ja jäätmekäitluse kulude katmine. See võimaldaks vältida olukorda, kus demonteerimisega seotud kohustused jäävad maaomaniku või avaliku sektori kanda juhul, kui arendaja (tuulepargi müümisel omanik) lõpetab tegevuse või muutub maksejõuetuks. Kui arendaja täidab oma kohustused õigeaegselt, siis tagatist ei kasutata ja nt deposiidi puhul raha tagastatakse. Eestis on toimiv finantstagatise näide alates 1.01.2020. a olemas jäätmete ladustamisele (jäätmeseaduse §-ga 98³).

Praegu on riigimaade puhul näidislepingutes ette nähtud, et pärast kuni 35-aastast opereerimisperioodi peab arendaja kahe aasta jooksul tuulepargi täielikult demonteerima. Lisaks on arendajal kohustus sõlmida maaomaniku nõudmisel pangagarantii kokkulepe, mis katab ehitiste likvideerimata jätmisega kaasnevad võimalikud kulud, kahju ja leppetrahvid.

Eramaade puhul on olukord oluliselt ebaselgem. Hoonestusõiguse lepingud on valdavalt konfidentsiaalsed ning nende sisu ei ole avalikult teada, mistõttu puudub teave, kas maaomanikud on arendajatelt nõudnud finantsgarantiid demonteerimis-, jäätmekäitlus- ja muude võimalike kulude katmiseks.

Mitmes Euroopa riigis peetakse finantstagatist tõhusaks mehhanismiks arendaja kohustuste täitmise tagamiseks. Näiteks Taanis määratakse tagatise suurus projektipõhiselt, lähtudes eeldatavatest eemalduskuludest. Praktika on näidanud, et tüüpiline tagatise suurusjärk on ligikaudu 10% tuulepargi algsetest investeerimiskuludest. Prantsusmaal on rakendatud standarditud mudel, kus tagatis arvutatakse tuulikute võimsuse põhjal: 2 MW tuuliku kohta 75 000 eurot ja iga täiendava megavati eest lisandub 25 000 eurot. Lisaks korrigeeritakse tagatise suurst iga viie aasta järel ehitushindade indeksi järgi, et säilitada selle reaalne väärtus.

4. Võimalusel tuleks Riigi jäätmekavas 2028+ käsitleda tuulikutest tekkivaid jäätmeid, eelkõige tuulikulabade käitlus- ja taaskasutusvõimalusi

Tuulikulabad koosnevad peamiselt klaas- ja süsinikkiust armeeritud plastidest, mis tekitavad nende kasutusea lõppedes jäätmekäitluses probleeme. Erinevalt tuulikute muust materjalist, nt metallist või betoonist, ei ole komposiitmaterjalid lihtsasti taaskasutatavad ega ümbertöödeldavad ja nende käitlemine eeldab spetsiaalseid lahendusi.

Lähikümneanditel suureneb selliste komposiitmaterjalide jäätmevoog märkimisväärselt. Euroopa praktikas on juba mõistetud, et tuulikulabade ladestamine prügilates ei ole kestlik lahendus ja mitu riiki on seadnud eesmärgiks prügilasse ladestamise järkjärgulise

lõpetamise. Seetõttu on vajalik juba täna kavandada süsteemsed lahendused, mis tagavad nende jäätmete keskkonnasõbraliku käitluse ja maksimaalse ringlussevõtu.

Tervikliku raamistiku loomine aitaks vältida komposiitmaterjalide kuhjumist ladestusaladel, toetaks ringmajanduse põhimõtteid ning looks uusi majanduslikke võimalusi innovatsiooni ja ettevõtluse arenguks. Pikas perspektiivis vähendaks see ka Eesti sõltuvust imporditud toormest ja suurendaks kohalike ettevõtete konkurentsivõimet taastuvenergia sektoris.

5. Kaaluda piirangute kehtestamist tuulikute labade ladestamisele

Klaas- ja süsinikkiust komposiitmaterjalide, sealhulgas tuulikulabade ladestamine prügilates ei ole kestlik lahendus, kuna need materjalid on suuremahulised ning mittelagunevad. Nende käitlemine nõuab keskkonnasõbralikumaid ja ressursisäästlikumaid lahendusi.

Eestis on jäätmehoolduse aluspõhimõtteks jäätmehierarhia, mille kohaselt tuleb eelistada jäätmete vältimist, korduskasutust, ringlussevõttu ja muud taaskasutust ladestamisele. Siiski ei ole see imperatiivne säte, jäätmehierarhiast võib kõrvale kalduda ja sellele ei järgne ettekirjutusi, kui ei rikuta seadusest tulenevaid nõudeid.

Euroopa riikide praktika näitab, et tuulikulabade ladestamist on järjest enam piiratud. Saksamaal ja Soomes kehtib klaas- ja süsinikkiust komposiitmaterjalide ladestamise keeld, kuna nende orgaanilise aine sisaldus ületab kehtestatud piirväärtused. Hollandis ja Rootsis on ladestamine üldjuhul keelatud, kuid lubatud erandkorras, kui ringlussevõtt on tehniliselt väga keerukas või majanduslikult ebaproportsionaalselt koormav. Taanis ja Hispaanias ei ole küll kehtestatud otsest keeldu, kuid labade ladestamist piiravad Euroopa Liidu ringmajanduse põhimõtted ning kasvav surve suurendada materjalide taaskasutust. Kõige ambitsioonikama lähenemise on kasutusele võtnud Prantsusmaa, kus alates 2024. aastast peab 95% tuuliku konstruktsioonist, sealhulgas vähemalt 55% labade massist, olema taaskasutatav või ümbertöödeldav.

Arvestades neid arengusuundi, tuleks ka Eestis kaaluda õiguslike piirangute kehtestamist, mis välistaksid või vähemalt oluliselt piiraksid tuulikulabade ladestamist prügilates. Selline samm motiveeriks arendajaid ja jäätmekäitlussektorit investeerima ringlussevõtu lahendustesse ning looks turu innovaatilistele tehnoloogiatele, mis võimaldavad komposiitmaterjalide taaskasutamist uute toodete ja materjalidena. Lisaks tagaks piirangute kehtestamine vastavuse Euroopa Liidu ringmajanduse eesmärkidele ja vähendaks pikaajalist keskkonnakoormust.

6. Teadus- ja arenduspotentsiaali kaasamine tuulikulabade ringlussevõtu edendamiseks

Eestis puudub tänase seisuga suures mahus tekkivate klaas- ja süsinikkiust komposiitmaterjalide töötlemise võimekus. Tuulikute labad tuleb ladestamise vältimiseks eksportida riikidesse, kus on loodud vastav töötlusvõimekus. Tuulikulabadest tekkivate komposiitmaterjalide jäätmete maht hakkab kasvama tõenäoliselt alates 2035. aastast, kui umbes viie aasta jooksul tekib ligikaudu 1500 tonni, järgneva viie aasta jooksul veel ligikaudu 1700 tonni jäätmeid. Uus suurem jäätmetekke periood algab esialgsel hinnangutel 2050. a paiku.

Teadus- ja arendustegevuse rahastamise ning innovatsiooni soodustamine (sh tuulikulabade materjalidele ligipääsu tagamine, mis praegu on peamine praktiline kitsaskoht arendustegevuse jaoks) aitaks luua toimivad ja majanduslikult jätkusuutlikud lahendused komposiitmaterjalide ringlussevõtuks ning taaskasutuseks.

Samuti tuleks julgustada pilootprojekte ja ettevõtlusalgatusi, mis katsetavad komposiitmaterjalide ümbertöötlemist ning arendavad neist uusi tooteid, näiteks ehitusmaterjale, infrastruktuurikomponente või tööstuslikke pooltooteid. Innovatsiooni toetamine looks uusi äri võimalusi ning suurendaks Eesti ettevõtete konkurentsivõimet ringmajanduse ja taastuvenergia valdkonnas.

Selline lähenemine tagab, et Eesti ei jää passiivseks kõrvaltvaatajaks, vaid saab aktiivseks osalejaks ja võimaluse korral ka eestvedajaks rahvusvahelises koostöös, mille eesmärk on lahendada tuuleenergia valdkonna üks suurimaid jäätmekäitluse probleeme. Pikas perspektiivis looks see uusi töökohti, toetaks teadus- ja ettevõtlusvõimekust ning aitaks täita Euroopa Liidu ringmajanduse ja rohepöörde eesmäärke.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Acciona. Waste2Fiber. <https://www.acciona.com/updates/news/acciona-build-pioneering-wind-blade-recycling-plant-navarra>
2. Anmet. Architecture made from wind blades. <https://www.anmet.com.pl/architecture-made-from-wind-blades/?lang=en>
3. Avfallsförordningen, SFS 2020:614. (2020). Rootsi jäätmemäärus. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/avfallsforordning-2020614_sfs-2020-614/
4. Bcircular. R3Fiber. <https://www.bcircular.com/r3fiber/>
5. Belgian Offshore Wind Farms Decommissioning Costs Project. (2023). Decommissioning costs of offshore wind farms in Belgium. <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Energy/Belgium-Offshore-Wind-Farms-Decommissioning-Costs-Project.pdf>
6. Blade-Made. Blade-Made. <https://blade-made.com/>
7. Boletín Oficial del Estado (BOE). (2000). Real Decreto 1955/2000 / Hispaania kuninglik dekreet 1955/2000. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2000-24019>
8. Boletín Oficial del Estado (BOE). (2022). Ley 7/2022 / Hispaania seadus 7/2022. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-5809>
9. Boletín Oficial del Estado (BOE). (2024). Real Decreto 962/2024 / Hispaania kuninglik dekreet 962/2024. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2024-1917>
10. Bundesverband WindEnergie e. V. (BWE). (2024). Informationspapier: Überblick der landesrechtlichen Regelungen zum Rückbau von Windenergieanlagen / Ülevaade liidumaade õigussätetest seoses tuuleenergiajaamade lammutamisega. https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/02-technik-und-netze/09-rueckbau/20240201_Informationspapier_Laenderregelungen_Rueckbau.pdf
11. Composite Recycling. Composite Recycling. <https://composite-recycling.ch/>
12. Continuum. <https://www.continuum.earth/>
13. CRC. Circular Recycling Company. <https://c-r-c.nl/>
14. Dinmedia (2020). DIN SPEC 4866:2020-10 – Sustainable dismantling, disassembly, recycling and recovery of wind turbines. <https://www.dinmedia.de/en/technical-rule/din-spec-4866/328634880>
15. ECR Technology. ECR Technology. <https://ecrtechnology.com/>
16. Eduskunta. (2021). TPA 21/2021 vp – Ettepanek tuulegeneraatorite lammutamise tagatiste kehtestamiseks.

- https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/KasittelytiedotValtiopaivaasia/Sivut/TPA_21+2021.aspx
17. Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon. Tuuleenergia Eestis.
<https://tuuleenergia.ee/tuuleenergia-eestis/>
 18. Enercon. (2022). Decommissioning cost estimates for 5th generation onshore turbines. Enercon GmbH. https://www.uvp-verbund.de/documents-igc-ng/igc_ni/2AE63246-35F8-4851-8DCD-B13114A348F8/08%20Betriebseinstellung.pdf
 19. EnergyLOOP. EnergyLOOP. <https://energyloop.es/en/home-en/>
 20. Enva. (2022). Enva Launches Wind Turbine Blade Recycling Service.
<https://enva.com/news-pr/enva-launches-wind-turbine-blade-recycling-service>
 21. European Commission. (2014). Commission Regulation (EU) No 1357/2014 on waste classification / Euroopa Komisjoni määrus (EL) nr 1357/2014 jäätmete klassifitseerimise kohta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1357>
 22. Fachagentur Windenergie (2023). Rückbau und Recycling: Grundlagen, Vorgaben, Umsetzung. / Kompaktteadmised demonteerimisest ja ringlussevõtust: alused, nõuded, rakendamine. https://www.fachagentur-wind-solar.de/fileadmin/Veroeffentlichungen/Wind/Rueckbau/FA_Wind_Kompaktwissen_Rueckbau_und_Recycling_07-2023.pdf
 23. Fairmat. Fairmat. <https://www.fairmat.tech/>
 24. Genorma. (2025). IEC TS 61400-28:2025 ED1 – Wind energy generation systems – Part 28: Through-life management and life extension of wind power assets / Tuuleenergia tootmissüsteemid – Osa 28: Elukaare juhtimine ja tööea pikendamine. <https://genorma.com/en/standards/iec-ts-61400-28-ed1>
 25. Gjenkraft. <https://gjenkraft.com/>
 26. GP Renewables. GP ReBlade. <https://gp-renewables.energy/gp-reblade/>
 27. HJHansen Recycling. <https://www.hjhansen.com/>
 28. Häkkinen, E., Tuomainen, J. (2025). Maatuulivoimaloiden purkamiskustannusten ja purkamisen rahoitusmallien arviointi / Maismaatuulikute lammutuskulude ja lammutamise rahastusmudelite hindamine. Suomen ympäristökeskus (Finnish Environment Institute). https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/1e7cf532-16aa-45e9-a7da-d1c3e7714897/825f5a84-502a-407e-b2c6-5d889231c8ae/RAPORTTI_20250626104057.PDF
 29. IEC. (2025). IEC TS 61400-28:2025 ED1 – Wind energy generation systems – Part 28: Through-life management and life extension of wind power assets / Tuuleenergia tootmissüsteemid – Osa 28: Elukaare juhtimine ja tööea pikendamine. <https://genorma.com/en/standards/iec-ts-61400-28-ed1>
 30. Jätelaki 646/2011. (2011). Soome jäätmeseadus.
<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2011/646>

31. Keskkonnaportaal. Tuuleenergia.
<https://keskkonnaportaal.ee/et/teemad/taastuenergia/tuuleenergia>
32. Kuusakoski. (2024). Kuusakoski.
<https://www.kuusakoski.com/fi/finland/ajankohtaista/2024/kuusakosken-uutusuuslaitos-on-vihrean-siirtyman-puuttuva-palanen3/>
33. Lagen.nu. (2011). NJA 2011 s. 296 – Rootsi kõrgeima kohtu lahend.
<https://lagen.nu/dom/nja/2011s296>
34. LAP3. (2017). Netherlands' third national waste management plan / Hollandi kolmas riiklik jäätmekava. <https://lap3.nl/service/english/>
35. Legifrance. (2020). Arrêté du 22 juin 2020 / 22. juuni 2020 määrus tuuleenergia rajatiste kohta. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042056014>
36. Legifrance. Code de l'environnement / Prantsusmaa keskkonnaseadustik.
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGI_SCTA000033933870/?anchor=LEGIARTI000049913899
37. Librixi. <https://www.librixi.com/>
38. Maa ja Ruumiamet. (2024). Võlaõigusliku kokkuleppe ja hoonestusõiguse seadmise leping. <https://maaruum.ee/sites/default/files/documents/2024-12/V%C3%B5la%C3%B5igusliku%20kokkuleppe%20ja%20hoonestus%C3%B5iguse%20lepingu%20tingimused.pdf>
39. Maanvuokralaki 258/1966. (1966). Soome maavara rendiseadus.
<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/1966/258>
40. Miljöbalken, SFS 1998:808. (1998). Rootsi keskkonnaseadustik.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808_sfs-1998-808/#K10
41. Miljøskarm. Miljøskærm. <https://miljoskarm.dk/>
42. Neowa (2024). Rückbaurücklagen vs. wirkliche Kosten / Lammutamise reservid vs. tegelikud kulud: <https://windenergietage.de/2024/wp-content/uploads/sites/9/2018/01/Kosten-eines-Rueckbaus-JM.pdf>
43. Naturvårdsverket. (2020). NFS 2020:7 – Rootsi Keskkonnaameti määrus.
<https://www.naturvardsverket.se/4ac542/globalassets/nfs/2020/nfs-2020-7.pdf>
44. Otto, S.-J., Meyer, S., Helmes, S., Schmelting, R., Rohde, M., Rubner, P., Ziehe, M., Kraus, H., Spohn, D., Faulstich, M., Hüther, J., Joachimsthaler, C., Meyer, F., & Schnurer, H. (2023). Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen zur Sicherung einer guten Praxis bei Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen / Kontseptsiooni ja meetmete väljatöötamine hea praktika tagamiseks tuulegeneraatorite lammutamisel ja ringlussevõtul. UBA Texte 48/2023. Umweltbundesamt.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_48-

- [2023 entwicklung eines konzepts und massnahmen zur sicherung einer guten praxis bei rueckbau und recycling von windenergieanlagen.pdf](#)
45. Plastics Finland. Kimura – reitti komposiittijätteen kierrätykseen.
<https://plastics.fi/organisaatio/komposiittijaosto/kimura-reitti-komposiittijatteen-kierratykseen/>
46. Raad van State. (2020). Uitspraak 202003882/3/R3 / Hollandi Riiginõukogu otsus.
<https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/@136680/202003882-3-r3/>
47. Rakentamislaki 751/2023. (2023). Soome ehitusseadus.
<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2023/751>
48. Retsinformation. (2004). Lov om planlægning (nr 883/2004) / Taani planeerimisseadus. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2004/883>
49. Riigiteataja. (2002). Prügila rajamise, kasutamise ja sulgemise nõuded.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13204767>
50. Riigiteataja. (2013). Jäätmeseadus.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/114062013006>
51. Riigiteataja. (2014). Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus. <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032014032>
52. Riigiteataja. (2015). Ehitusseadustik.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/105032015001>
53. Riigiteataja. (2020). Jäätmete liigitamise kord ja jäätmenimistu.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/118122020026>
54. Riigiteataja. (2025). Ehitusseadustik.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/115042025002>
55. Riigiteataja. (2025). Elektrituru seadus.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/103062025024>
56. ROTH International. <https://www.roth-international.de/>
57. Stena Recycling. <https://www.stenarecycling.dk/>
58. Suomen Uusiutuvat (Renewable Energy Association). (2023). Tuulivoimalan purkamisen kustannukset.
https://suomenuusiutuvat.fi/media/tuulivoimalaraportti-9.8.2023_final-2.pdf
59. Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet. Meretuuleparkide hoonestusload:
<https://ttja.ee/ariklient/ehitised-ehitamine/meretuuleparkide-hoonestusload>
60. UComposite. <https://ucomposites.com/>
61. Vattenfall. (2025). Making skis from old wind turbine blades.
<https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2025/making-skis-from-old-wind-turbine-blades/>
62. Veolia. <https://www.veolia.com/en>
63. Vesilaki 587/2011. (2011). Soome veeseadus.
<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2011/587>

64. Viden om Vind. (2020). Juhend tuulikute planeerimise ning paigaldamiseks vajalike lubade andmise kohta. https://videnomvind.dk/wp-content/uploads/2020/07/Planl%C3%A6g_vejledning_06012015_web.pdf
65. Vindkraftskurs. (2020). Juhend tuulegeneraatorite demonteerimise kohta. <https://vindkraftskurs.se/wp-content/uploads/vagledning-nedmontering-av-vindkraftverk.pdf>
66. WindEurope. (2020). Accelerating Wind Turbine Blade Circularity. <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-Accelerating-wind-turbine-blade-circularity.pdf>
67. WindEurope. (2020). Decommissioning of onshore wind turbines. <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/decommissioning-of-onshore-wind-turbines/>
68. WindSeeG. (2016). Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See / Saksamaa merealade tuuleenergia arendamise ja edendamise seadus. <https://www.gesetze-im-internet.de/windseeg/BJNR231000016.html>
69. WingBeam. Our Mission. <https://wingbeam.com/our-mission/>
70. Ympäristöministeriö. (2023). Tuulivoimaloiden perustusten purkaminen / Tuulikute vundamentide lammutamine. <https://ym.fi/documents/1410903/163317612/Muistio,+Tuulivoimaloiden+perustusten+purkaminen.pdf/339008ff-3bff-de8a-0a45-c3b3351ac25b/Muistio,+Tuulivoimaloiden+perustusten+purkaminen.pdf>
71. Ympäristöministeriö. (2024). Käytöstä poistettujen maatuulivoimaloiden purku- ja ennallistamisvelvoitteiden lainsäädäntöhanke / Soome seadusandlik projekt maatuuleparkide lammutamise ja taastamiskohustuste kohta. <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM012:00/2024>