


# Tuulivoimaloiden kiertotaloudesta

2.9.2024

Kirjoittaja työskentelee SeAMKin projektissa ’Kiertotalouden monet mahdollisuudet rakentamisessa, KIMORAssa’. Lisäksi EP:n liitolla on EU:n ’Interreg Europe 2021-2027’ -ohjelman osarahoittama oma monikansallinen projektinsa ’Biowind – Increasing social acceptance for wind energy in EU regions through environmental and community based planning’, jonka ohjausryhmässä kirjoittajalla on ollut tilaisuus olla mukana. Jälkimmäisessä projektissa myös ohjausryhmän jäsenille varattiin mahdollisuus osallistua johonkin projektin osapuolien omassa maassaan järjestämistä workshopeista. Kirjoittajan valinta tässä suhteessa osui Belgian workshopiin, jossa käsiteltiin tuulivoimaloiden kiertotaloutta. Workshopin järjestäjien toivomus oli, että kaikkea siellä käsiteltävää materiaalia levitettäisiin mahdollisimman laajasti koko projektin perusidean mukaisesti tuulivoiman kiertotalouden asiaa tunnetuksi tekemällä. Näkökulmaa näihin asioihin avasi myös kirjoittajan osallistuminen paikallisen Etelä-Pohjanmaan Metsäkeskuksen järjestämään tutustumismatkaan eteläpohjalaisille ja pohjoissatakuntalaisille tuulivoimaloille ja tuulipuistoille.

Tuulivoimalat ovat valtavan kokoisia ja korkuisia laitoksia, joiden mittasuhteet ovat vuosien mittaan vähitellen kasvaneet, kun niiden lujuutta, tekniikkaa ja asennusta on opittu paremmin hallitsemaan. Nykyisin asennettavien tuulivoimaloiden siipien kärkiväli on keskimäärin 127 metriä ja konehuoneen sijaintikorkeus on keskimäärin 119 metriä. Suurin voiman tuotto on noin 3,9 MW/mylly. Nyt jo kuitenkin suunnitellaan yli 6 MW myllyjä, lähinnä merituulivoimaa varten. Kaikki myllyn osat ovat suuria, painavia ja niiden kuljettaminen ja asentaminen vaativat hyvin suurta kalustoa. Asentaminen ja huolto vaativat tekijöiltään myös taitoa, rohkeutta ja ennakkoluulottomuutta.



Kuva 1. Tuulivoiman huoltoyhtiö Ropac Oy:n työntekijä Joona Tourunen työssään. Kuva julkaistu yrityksen luvalla.





Kuva 2. Karviankylän tuulivoimala-aluetta Metsäkeskuksen retkeltä (kuvat: Jorma Tuomisto).

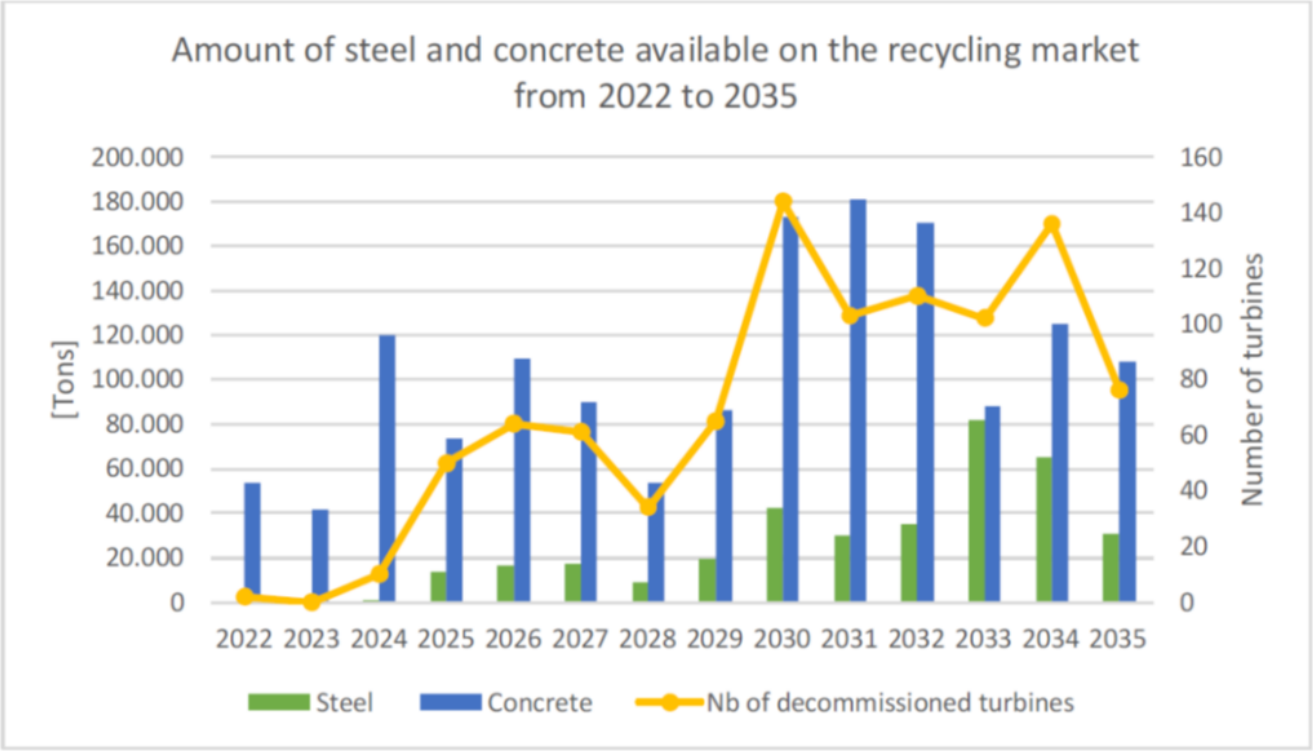
Tuulivoimalan suunniteltu käyttöikä on kaksikymmentä vuotta. Erilaiset tuet ja voimaloiden toimintavakuutukset kattavat tämän aikavälin. Käyttöikää voidaan jatkaa tästäkin ehkä noin viidestä kymmeneen vuodella, mutta tällä ajanjaksolla huolto- ja vakuutuskustannukset ovat merkittävästi suuremmat kuin alun kahdenkymmenen vuoden jaksolla, joten toiminnan kannattavuus on selvästi haasteellisempaa.



Kuva 3 ja 4. Business in Wind-Sharing Companyn tehdas Hollannissa (kuvat: Biowind-hankkeen workshop, esitysmateriaali).

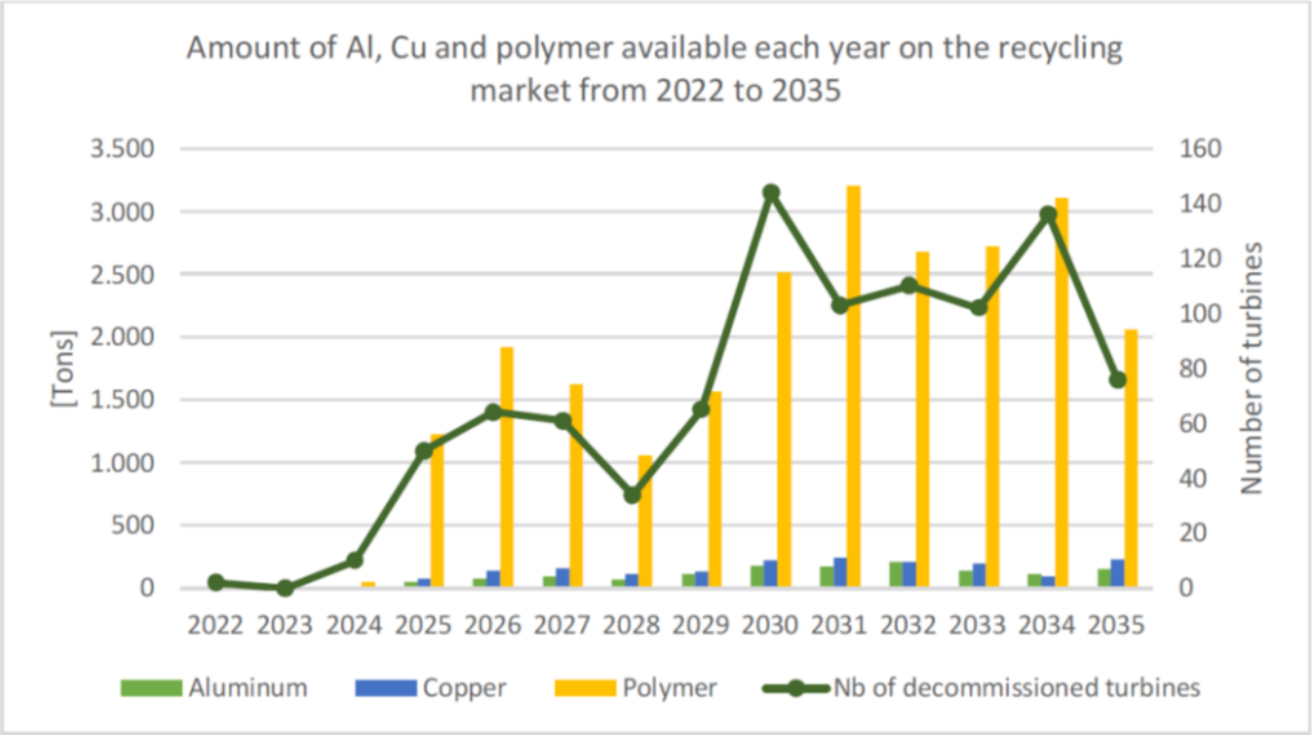
Käyttöiän jälkeen myllyt puretaan. Myllyn rungot ja koneisto voidaan kunnostaa ja ottaa uudelleen käyttöön soveltuvin osin. Tällaiselle toiminnalle löytyy jälkimarkkinoita lähinnä itäisestä Euroopasta tai Euroopan

ulkopuolelta. Tuulimyllyjen kierrätykseen on erikoistunut mm. Hollantilainen Business in Wind – Sharing Company. Jos myllyt poistetaan kokonaan kierrosta, voidaan nyt jo ennakoida Euroopan Unionin kierrätysmarkkinoille tulevan merkittäviä määriä kierrätysmateriaaleja. Biowind -projektin Belgian ryhmä on teettänyt TRACTEBEL ENGINEERING S.A.:lla selvityksen Belgian alueen tuulivoimaloista ja arvioinut kierrätysmateriaalien määriä seuraavasti.




Kuva 5. Teräksen ja betonin määrä purettavista tuulimyllyistä Belgian flaamilaisella alueella (kuva: Biowind-hankkeen workshop, tutkimusraportti).

Teräksen ja betonin lisäksi tuulivoimaloissa on merkittävästi kierrätyskelpoista alumiinia, kuparia ja monia muita metalleja sekä voimalan siivissä polymeerejä. Eri maissa tuulivoiman rakentaminen on edennyt eri tahtia, joten materiaalien kierrätysmarkkinat seuraavat myllyjen ikäjakaumaa. Belgian luvut toimivat kuitenkin suuntaa antavina lukuina. Suomessa suurin osa olemassa olevasta tuulivoimakapasiteetista on rakennettu viimeisen kymmenen vuoden aikana, joten Suomen kierrätysmarkkinat avautuvat suuremmassa määrin vuoden 2035 jälkeen. Keskisessä Euroopassa mennään 5-10 vuotta etuajassa Suomeen verrattuna.




Kuva 6. Alumiinin, kuparin ja polymeerien määrä purettavista tuulimyllyistä Belgian flaamilaisella alueella (kuva: Biowind-hankkeen workshop, tutkimusraportti).

Tuulivoiman kysyntä on koko ajan kasvamassa ja tuulivoimapuistoille soveltuvien uusien sijoituspaikkojen määrä maan pinnalla käy suppeammaksi. Sen lisäksi, että maanpinnalle sijoittuvien tuulivoimapuistojen määrää pyritään lisäämään, merkittävän potentiaalin tässä suhteessa muodostavat olemassa olevien tuulipuistojen uudelleenrakentaminen. Vanhan kierrätettävän tuulimyllyn tilalle rakennetaan esimerkiksi korkeampi, teholtaan ehkä kaksinkertainen uusi voimala. Vuosien mittaan kehitys ja myllyjen koot ovat siis kasvaneet merkittävästi. Tällainen toiminta on huomattavasti jouhevampaa kuin aivan uuden tuulipuiston perustaminen, toki kunkin maan viranomaismääräyksistä riippuen. Ympäristövaikutusten arviointi ja kaavoitus on jo kertaalleen tehty ja tässä tapauksessa ne vaativat vain uudelleen skaalausta.

Tuulivoiman rakentamisessa tullaan tulevina vuosina suuntaamaan myös merelle päin. Suomella on mahdollisuudet kasvaa merkittäväksi energian myyjäksi Euroopassa. Saksa on luopunut ydinvoimasta ja Venäjän aggressioiden vuoksi se on ollut pakotettu peruuttamaan suunnitelmansa venäläisen maakaasun käyttämisestä. Saksassa energiasta onkin jatkossa huutava pula ja suomalaiselle tuulivoimalle on selkeä markkinarako. Merituulivoiman kalleuskaan maatuulivoimaan nähden ei ole sen suhteen esteenä. YLE:n uutisoinnin mukaan merituulivoimalla tuotetun vedyn sivutuotteena syntyy merkittäviä määriä happea, jonka käyttäminen Itämeren pohjavesien lisähapettamiseen voi jatkossa muodostua merkittäväksi ympäristöteoksi Itämeren pelastamisoperaatiossa.

Metallien ja betonin kierrätys on jo varsin vakiintunutta toimintaa menetelmiltään ja infrastruktuuriltaan. Tuulivoiman suhteen uudemman haasteen muodostavat polymeereistä valmistetut tuulivoimalan siivet. Niitä on toki mahdollista murskata ja mursketta käyttää sementin valmistuksessa. Kierrätysmateriaali sekoitetaan sementin raaka-aineisiin sementtiuunissa. Tällöin siipimurske palaa osittain tuottaen runsaasti sementin poltossa tarvittavaa energiaa. Tämän energiakäytön yhteydessä osa lapamurskeesta päätyy sementin seosaineeksi. Lasikuituvahvisteisen polymeerin (GFRP = Glass Fibre Reinforced Polymer) kierrätys

betonissa on lupaava vaihtoehto, joka voi parantaa betonin mekaanisia ominaisuuksia ja kestävyyttä. Kierrätetty GFRP voi parantaa betonin puristus- ja taivutuslujuutta sekä vähentää veden imeytymistä, mikä parantaa kestävyyttä. Tämä kierrätysstrategia tukee kestävän kehityksen tavoitteita vähentämällä ympäristövaikutuksia ja edistämällä kiertotaloutta. Muoviteollisuus ry, ympäristöministeriö sekä seitsemän komposiittiteollisuusyritystä selvittivät yhdessä Kuusakoski Oy:n ja loppukäyttäjää edustavan Finnsementti Oy:n kanssa teollisuuden komposiittijätteelle keräyslogistiikkaa ja komposiitin hyödyntämistä sementin tuotannossa.

Tuulivoimaloiden lavat ovat sekoitus polymeerejä, kuten kertamuoveja, epoksia ja polyesteriä, balsapuuta, metallia sekä lasi- ja hiilikuituja. Niiden täysimittaista kierrätystä on pitkään pidetty mahdottomana. Suomessa kuitenkin orimattilalainen tuotekehitysyhtiö Conecor Oy on kierrättänyt tuulivoimalan lapojen lasikuitua komposiittilankuiksi. Conecorin kierrätysmateriaali sisältää kolmanneksen lasikuitumuovijätettä, kolmanneksen kierrätettyä muovijätettä, kuten kanistereita ja shampoopulloja, ja kolmanneksen luonnonkuitua ja apuaineita, kuten puukuitua. Valmistusmenetelmä on patentoitu ja se on termomekaaninen. Siinä käytetään lämpöä ja mekaanista voimaa leikkaamaan kuitukimput. Lämpökäsittelyn jälkeen kuidut saadaan erilleen pienellä voimalla. Prosessi on yksinkertainen ja halpa.

Vielä eräs tapa kierrättää tuulimyllyjen lapoja on käyttää niitä ympäristötaiteen ja puistojen komponentteina ja leikkipuistojen kiipeilytelineinä sekä satumaailmojen luomiseen. Workshopissa esiintynyt belgialainen Blade – Made S.A., joka on perustettu tämän idean varaan. Uusien vastaavien tuotteiden valmistaminen olisi aiheuttanut melko lailla hiilidioksidipäästöjä. Tämä käyttötapa edellyttää lähinnä maisema-arkkitehtien luovuutta ja tilaajan ennakkoluulottomuutta.




Kuva 7. Belgialaisen Blade-Made S.A:n ideoimia kierrätysmahdollisuuksia tuulimyllyjen siiville (kuva: Biowind-hankkeen workshop, esitysmateriaali).

Kiertotalouden monet mahdollisuudet rakentamisessa (KIMORA) -hanke on Euroopan unionin

osarahoittama.

Lue lisää hankkeen verkkosivuilta.**Jorma Tuomisto**
TKI-asiantuntija
Digitaaliset ja Älykkäät Teknologiat
SeAMK

# Lähteet

Background Study on sustainable approaches to wind turbine decommissioning, Tractebel Engineering S.A., May 2024, Biowind-hankkeen workshop, Leuven, Belgia

Tekniikka&Talous 39/2019, Conecor lupaa ratkaista tuulivoiman jäteongelman

Y. Tao, S.A. Hadigheh, Y. Wei,Recycling of glass fibre reinforced polymer (GFRP) composite wastes in concrete: A critical review and cost benefit analysis,Structures,Volume 53,2023 https://wings-for-living.com/https://blade-made.com/https://businessinwind.com/https://yle.fi/a/3-12634893