

Tuulimyllyn taival päät

■ Tuulivoimaloiden käytöstä poistuneet lavat voidaan nyt hyödyntää sementinvalmistuksessa. Uusi komposiittimateriaalien kierrätysmalli rakennettiin monen alan toimijoiden yhteishankkeessa.

EEVA PITKÄLÄ

Komposiittimuovit ovat tähän asti päätyneet elinkaarensa lopussa jätteenpolttolaitoksiin, joille muovimateriaali on kuitenkin haaste. Komposiitilla on huono lämpöarvo, ja sen polttamisesta syntyy runsaasti tuhkaa.

Ongelmasta päästään eroon, kun komposiittijätteen käyttää sementtitehdas, joka hyödyntää sen sekä energiana että raaka-aineena.

Jätteen muoviosia toimii fossiilisten polttoaineiden korvaajana ja lujitteet sementtiklinkkerin aineksina. Koko materiaali hyötykäytetään, eikä läjitettävän tuhkan ongelmaa tule.

Konsepti rakennettiin hiljattain päättyneessä Kimura-hankkeessa, joka toteutettiin Muoviteollisuus ry:n komposiittijaoston aloitteesta.

Komposiittituotteiden valmistajien, loppukäyttäjien, kiertotaloustoimijoiden ja uusiokäyttäjien luomaa toimintamallia voidaan soveltaa muun muassa tuulivoimaloiden lapoljen kierrättämiseen.

Suomen tuulivoimayhdistys ry oli mukana hankkeen ohjausryhmässä.

Ympäristöministeriön tukemassa hankkeessa ideoitiin myös tarvittavat lajittelujärjestelyt sekä pilotoitiin komposiittijätteen logistiikka keräilyasemille ja loppukäyttöön.

Viimeinen lenkki sulkee ketjun

Ketjun viimeisenä lenkinä toimii sementtiteollisuus, jonka tehtävänä on siis toteuttaa komposiittijätteen hyötykäyttö.

Teollisuus on sopinut murskatun komposiittijätteen laatuvaatimuksista yhdessä kierrätysyhtiö Kuusakosken kanssa.

”Lujitemuovia murskattaessa muodostuu välillä tikkumaista jaetta. Tämä asettaa haasteita loppukäyttäjälle”, kertoo Finnsementti Oy:n kestävä kehityksen päällikkö Ursula Kääntee.

”Prosessin siirtokuljettimet saattavat

tyy sementtitehtaaseen



Suomen Hyötytuuli Oy:n vuonna 1999 Porin Reposaaren rakentamat kolme tuulivoimalaa tulivat teknisen elinkaarensa loppuun ja purettiin toukokuussa 2022.

Suomen tuulivoimayhdistys

tukkeutua niin, ettei materiaalia saada siirrettyä klinkkeriuuniin. Siksi on tärkeää, että Kuusakoski toimittaa meille sovitun kokoista materiaalia.”

Komposiittimuovin murskaamisessa syntyy myös lasikuitupölyä, joka on puolestaan terveydelle haitallista. Kuusakosken Kimura-työn keskiössä oli siksi murskauspölyn hallinta.

Lujitemuovi on lasikuitua, epäorgaanista palamatonta materiaalia, joka käytetään itse sementin valmistukseen. Polttoaineena toimivat komposiitin hartsit ja liimat.

”Kimura-projektissa käytetyssä lujitemuovimurskeessa on runsaat 50 prosenttia kuitua, loppuosa liimoja ja

hartseja.”

Sementin valmistusprosessin sydän on uuni, jossa poltetaan klinkkeri, sementin välituote. Sementin pääraaka-aine on louhittu kalkkikivi eli kalsiumkarbonaatti. Lisäksi klinkkeriin tulee piitä, rautaa ja alumiinia sisältäviä muita raaka-aineita.

Murskatut kiviainekset syötetään yhdessä muiden raaka-aineiden kanssa raakamylyyn, jossa tapahtuu raakajauhatus.

”Klinkkeriuuniin syötettävän lujitemuovimurskeen kemian on oltava tiedossa, jotta se voidaan sovittaa yhteen raakajauheen kanssa. Näin varmistetaan, että valmistettava klinkkeri on

aina tasalaatuista”, Kääntee kuvailee.

Valmis raakajauhe jatkaa homogenointisiilojen kautta uunin esilämmitysjärjestelmään, joka muodostuu syk-loneista sekä nousuputkesta tai kalsi-naattorista.

Siellä jauhe sekoittuu poltosta tuleviin savukaasuihin ja kuumenee nopeasti, jolloin kalkkikiven kalsiumkarbonaatti hajoaa kalsiumoksidiksi ja hiilidioksidiksi.

Varsinainen sementtiklinkkerin poltto tapahtuu kiertouunissa, jossa lämpötila nostetaan hitaasti noin 1 450 celsiusasteeseen. Raakajauheen sisältämät pii-, alumiini- ja rautayhdisteet sintraantuvat eli puristuvat klinkkerik-

Tuulivoima myötätulessa

Suomeen rakennetaan uusia tuulivoimaloita ennätystahtia.

Vuonna 2021 voimaloita nousi meille 141. Tänä vuonna niitä oli jo kesäkuuhun mennessä pystytetty 154, ja lisää tulee koko ajan. Vuoden 2022 lopulla ylittyy tuhannen voimalan raja, kertoo Suomen tuulivoimayhdistys.

Muutaman vuoden kuluttua tuulivoima kattaa jo neljänneksen kaikes-ta Suomessa kulutetusta sähköstä.

Samaan aikaan tuulivoimalat kasvavat myös kokoa. Kun lapojen mitat venyvät, tulee puolestaan lisää tehoa. Vanhimmat myllyt tuottivat energiaa vain kolmanneksen siitä, mitä nykyiset.

Uusimpien voimaloiden lavat voivat olla yli sadan metrin pituisia, yhtä pitkiä kuin jalkapallokentät.

Kun lapojen paino kasvaa, lisääntyvät myös niissä käytettäville materiaaleille asetettavat vaatimukset. Lapojen materiaaleina hyödynnetään muovikomposiitteja, koska ne ovat keveitä, lujia ja pitkäikäisiä.

Muovikomposiitteja käytetään myös veneissä, autoissa, lentokoneissa, urheiluvälineissä ja monissa muissa kuluttajatuotteissa.

Tuulimyllyjen lapojen valmistus jakautunut laajalle eri puolille maailmaa. Valmistajia on paljon, samoin materiaaleja. Valmiit lavat ovat yleisimmin sekoitus polymeerejä, kertamuoveja, epoksihartseja ja polyestereitä, puuta, metallia sekä lasi- ja hiili-

kuituja.

Valmistusprosessissa lasikuiduilla vuorattuihin lapamuotteihin ruiskutetaan paineella erilaisia epoksihartseja. Lavat myös pinnoitetaan, jotta ne kestävät polypartikkeleita ja vesipisaroita.

Kierrätys ajankohtaista jo vuosikymmenessä

Suomen tuulivoimalakanta on vielä nuorta. Yli 95 prosenttia voimaloista on alle kymmenen vuoden ikäisiä.

Jo kymmenen vuoden kuluttua tuulivoimaloiden ja niiden materiaalien kierrättäminen on Suomen tuulivoimayhdistyksen mukaan kuitenkin erittäin ajankohtaista meilläkin.

Voimaloiden tiettyjen osien kierrätys onnistuu jo nyt ongelmitta, mutta komposiittimateriaaleille ei ole ollut yhtenäistä jätteenkäsittelymallia.

Yrityksissä syntyvä muovikomposiittijäte on mennyt joko sekajätteen mukana poltettavaksi tai määräaikaisella poikkeusluvalla kaatopaikalle. Osa jätteenpolttolaitoksista on lisäksi voinut ottaa vastaan rajattuja eriä komposiittituotteita.

Orgaanisen jätteen loppusijoittaminen kaatopaikalle on ollut Suomessa kiellettyä vuodesta 2016. Euroopan tuulivoima-ala on puolestaan asettanut itse itselleen lapojen kaatopaikkakiellon, jota se alkaa noudattaa vuonna 2025.

>>>

si omaa sulamispistettään alemmassa lämpötilassa.

”Klinkkeriuunissa kaikki materiaalit yhdistyvät klinkkerimineraaleiksi. Tasalaatuinen klinkkeri on tae sementtien tasalaatuisuudelle”, Kääntee selvittää.

Poltossa muodostuvat klinkkerimineraalit ovat aliitti eli trikalsiumsilikaatti, beliitti eli dikalsiumsilikaatti, aluminaatti eli trikalsiumaluminaatti ja ferriitti eli tetrakalsiumaluminaatti-ferriitti.

Lopuksi klinkkeri jauhetaan yhdessä kipsin ja erilaisten seosaineiden kanssa sementiksi. Jokaisella sementtilaadulla on oma reseptinsä.

Prosessin pahiksena on kloori

Pvc-muovin eli polyvinyylidikloridin ja siten kloorin määrä muovikomposiiteissa on kasvanut. Sementinvalmistuksessa tämä voi muodostua ongelmaksi.

”Klooria sisältävä pvc-vahto on ollut muovikomposiiteissa yleinen ydinmateriaali edullisuutensa vuoksi”, kertoo asiantuntija **Pirjo Pietikäinen** Muoviteollisuus ry:stä.

Pietikäinen toimi yhtenä Kimura-hankkeen koordinaattoreista.

Hänen mukaansa on mahdotonta sanoa, minkä tahojen valmistamissa tuulivoimaloiden lavoissa materiaalia on käytössä.



Suomen Hyötytuuli jätti joitakin osia purkamistaan voimaloista omaan varaosakäyttöön. Varastoon meni esimerkiksi konehuoneita, sähkökeskuksia, elektroniikkaa ja kaapeleita.

”Kyseessä on usein valmistajan tuotesalaisuus”, Pietikäinen toteaa.

Finnsementin prosessille pvc:n sisältämä kloori on haaste, Ursula Kääntee sanoo. Kaikki raaka-aine-erät, joiden koostumusta ei tunneta, analysoidaan



Kuvat: Suomen tuulivoimayhdistys



Tuulivoimaloiden purkaminen on yhtä tarkkaa työtä kuin niiden pystyttäminen. Reposaaren purettujen voimaloiden tärkeiset tornilohkot lähtivät kierrätysyhtiö Kuusakosken käsiteltäviksi, samoin komposiittimateriaalista tehdyt lavat.

Sementin hiilijälki pienenee

Sementin valmistaminen aiheuttaa peräti seitsemän prosenttia maailman hiilidioksidipäästöistä. EU-tasolla ala tuottaa 2,7 prosenttia unionin päästöistä.

Sementintuotannon hiilipäästöt syntyvät kalkkikiven polttamisesta ja kalsinoitumisesta vapautuvasta hiilidioksidista.

Suomen hiilidioksidipäästöistä sementtiteollisuuden osuus on tätä nykyä 1,9 prosenttia.

Sementinvalmistuksen päästöjä on onnistuttu vähentämään 24 prosenttia vertailuvuoden 1990 tasosta.

Tämän on mahdollistanut muun muassa kierrätyspolttoaineiden hyödyntäminen ja valmistusprosessin tarkempi hallinta. Hiilidioksidipäästöjä voidaan leikata korvaamalla kalkkikiveä, parantamalla uunien energiatehokkuutta ja lisäämällä sementtien seostamista.

Suomalainen Finnsementti on vuosia pienentänyt sekä hiilidioksidipäästöjään että tuotannon muita ympäristövaikutuksia, kuten puhtaan veden käyttöä. Käyttöveden sementtiteollisuus puhdistaa nykyään itse.

sen takia huolellisesti.

Käänteeseen mukaan kloori on uuniprosessin kannalta hankala aine silloin, kun sitä esiintyy suuria määriä esimerkiksi polttoaineissa. Se yhdistyy kaasumuodossa helposti alkaleiden ja kalsiumin kanssa polttoprosessin eri vaiheissa.

Kun lämpötila kaasukanavissa laskee, klooriyhdisteet muodostavat niiden seinämille kasvannaisia, ja järjes-

telmä voi jopa mennä tukkoon.

”Pahimmillaan uhkana on, että jouduimme pysäyttämään koko prosessin.”

Käänteeseen mukaan on myös prosesseja, joissa kloori käsitellään niin, että pvc ei aiheuta ongelmaa. Sellainen prosessi on Euroopassa käytössä sveitsiläisellä rakennusmateriaalien valmistajalla Holcimilla.

Tuulivoimaloiden lapamateriaalia on Kimura-hankkeen puitteissa käsitelty nyt joitakin satoja tonneja. Pilotti on kuitenkin vasta alkua.

Kun muovikomposiittijätettä alkaa tulevaisuudessa saapua Kuusakoskelle ja edelleen Finnsementin hyödynnettäväksi säännöllisenä virtana, materiaalien tarkan koostumuksen olisi hyvä olla selvillä.

”Me luotamme siihen, että valmistajat tietävät, minkälaisia massoja ne ovat tuotannossaan käyttäneet”, Ursula Käänteeseen sanoo.

”Jos materiaalin klooripitoisuus on alhainen, tilanne on hallittavissa, mutta korkeita pitoisuuksia ei sementinvalmistukseen haluta. Tahdomme pitää tuotteen priimana.”

Tavoitetta tukee Kimura-hankkeessa laadittu, tuulivoimaloiden lapojen valmistajille suunnattu kierrätysopas. Opas valistaa valmistajia myös ei-toivotuista aineista.

”Haasteita on vielä, mutta tästä on hyvä jatkaa.” □

Kirjoittaja on tiedetoimittaja.