



## - GeoMaterials –

Geopolymeerit - ja geomateriaalipohjaiset side- ja adsorbenttimateriaalit

Toteutusaika: 4.10.2013–31.12.2014

Projektin päärahoittajana on Kainuun Liitto ja kokonaisbudjetti on 380 000 €

Projektin taustaa

Puhuttaessa vihreästä kaivosteollisuudesta (Green Mining), energiatehokkuudesta ja päästöistä (CLEEN) sekä nolla-jätetasosta (zero-waste) tulevaisuudessa merkittäväksi tutkimusalueeksi tulee nousemaan geopolymeerien käyttäminen kaivannaisteollisuuden- ja prosessointijätteiden sekä muun teollisuuden sivuvirtojen ohella valmistusprosessissa, jossa jätteet voidaan muuttaa hyödyllisiksi tuotteiksi kuten betoni (green concrete), tulenkestävät materiaalit, kaivostäytöt, maanstabilointi, penkereet, vedenpuhdistuksen materiaalit, raskasmetallien kapselointi jne.

Geopolymerointi on geosynteesi, jossa eri mineraalit liitetään kemiallisesti toisiinsa. Synteesiin tarvitaan esim. luonnossa esiintyvää alumiinisilikaattia, metakaoliniittia. Lopputuotteena saadaan uusia rakenteellisesti ja kemiallisesti kestäviä materiaaleja, joista valmistetaan uuden sukupolven tuotteita. Näiden valmistuksessa kaoliinilla ja yleensä alumiinisilikaatteja sisältävillä materiaaleilla, mukaan lukien jätteet, on ratkaiseva merkitys.

Ympäristön suojeleminen on kasvava ala. Metakaoliinin avulla valmistettuja materiaaleja voidaan käyttää myrkyllisten ja vaarallisten raskasmetallien sitomiseen sekä enemmän ympäristörasitusta aiheuttavien raaka-aineiden korvaamiseen. Menetelmän uskotaan olevan valmistusteknisesti kilpailukykyinen. Tällä tavoin estetään myös menetelmän raaka-aineiden, kuonien ja vastaavien materiaalien käyttö pelkästään maa-aineksen täytemateriaalina.

Projektissa tutkitaan ja prosessoidaan Kainuussa olevia mineraalivarantoja (metakaoliniittia) ja teollisuuden sekä voimalaitosten (lentotuhka) yhteydessä syntyviä sivuvirtoja ja poisteita. Tavoitteena on uusien menetelmien kehittäminen, jotta teollisten sivuvirtojen hyötykäyttöpotentiaalia saadaan parannettua

uusina tuotteina ja käsittelytapoina. Projektin tuotekehityksen kohteena ovat ympäristöystävälliset betonisovellukset, maanstabilointi/vedenhallinta -ratkaisut ja vedenpuhdistustuotteet.

Projekti pohjautuu päättyneeseen Kainuun mineraalivarantojen tuotteistaminen ja jalostuksen kehittäminen –hankkeeseen (1.3.2012- 31.8.2013), jossa on tutkittu ja prosessoitu Kainuussa olevia mineraalivarantoja ja kaivosteollisuuden yhteydessä syntyviä poisteita. Kainuun mineraalivarannot - hankkeessa saavutetut tulokset olivat lupaavia vedenpuhdistuksessa ja betonin sideainesovelluksissa, joten tarve jatkohankkeelle koettiin tarpeelliseksi. Aikaisemman hankkeen tutkimustoiminnan tulokset ovat pohjatietona nyt alkavaan hankkeeseen.

Projekti toteutetaan yhteistyössä Kajaanin ammattikorkeakoulun, Cemis Oulun ja Kainuun Etu Oy:n ja niiden yhteistyökumppanien kanssa. Mukaan lupautuneita yrityksiä ovat Stora Enson Oyj Oulun tehdas, Kainuun Voima Oy, Consolis Technology Ab, Aquaminerals Finland Oy, Rudus Oy, Oulu Water Alliance Ltd, Ekokymppi, Pielisen Betoni Oy, Juuan Dolomiittikalkki Oy ja Suomen Valugrilli Oy

Projektin tavoitteena on kehittää tuotantomenetelmiä ja uusia tuotekonsepteja siten, että valmistavilla yrityksillä on parhaat mahdollisuudet tehokkaiden teknologisten ratkaisujen ja kustannustehokkaan tuotannon järjestämiseen. Hyötyjinä ovat myös ne teollisuuden yritykset, joiden sivu- ja jätevirroista tutkitaan ja valmistetaan tulevaisuuden geopolymeeripohjaisia tuotteita.

Projektin tuotekehitystoiminnan painopisteitä ovat:

### **1. Geopolymeeripohjaisten sideaineiden soveltaminen ja käytön optimointi betoniteollisuudessa.**

Tavoitteena on tutkia ja kehittää (tuotteistaa) geopolymeeritekniikkaan pohjautuvia uusia tuotteita ja luoda näin uusia korkean teknologian liiketoimintamahdollisuuksia. Tavoitteena on mm. tuotteistaa täysin ilman kalkkipohjaista sementtiä toimiva sideaine. Raaka-aineiden jalostaminen ja teknologia (betonin valmistusprosessi) kaipaavat vielä kehitystyötä, joten näihin asioihin tarvitaan vielä päämäärätietoista tutkimusta.

### **2. Haitallisia aineita adsorboivat rakeistetut tuotteet**

Tavoitteena uusi kilpailukykyinen adsorptiotuote sulfaateille ja ammoniumtyypelle määritetyssä käyttöolosuhteessa. Raaka-aineina ovat lentotuhkat, muut teolliset sivuvirrat ja (paikalliset) mineraalit sellaisenaan sekä modifioituna. Aiemmin on suoritettu runsaasti kokeita mm. fosforin ja raskasmetallien suhteen adsorptiokyvyn määrittämiseksi. Tutkituille materiaaleille määritettiin maksimaalisia adsorptiokapasiteetteja fosforille, sinkille, kadmiumille, kuparille, arseenille, lyijylle, nikkeliille ja kromille eri materiaaleille eri olosuhteissa. Tutkimukset tehtiin synteettisillä jätevesillä. Tulokset olivat lupaavia. Osassa testeistä jopa ylitettiin vastaavien kaupallisten aineiden adsorptioteho.

### 3. Nopeaa stabilointia ja vedenhallintaa edellyttävät kohteet.

Projektissa toteutetaan vähintään yksi suuren mittakaavan pilotointi. Kohteen valinnassa huomioidaan ensisijaisesti mukana olevien yritysten toiveet. Ensisijaisena kohdevaihtoehtoina ovat joko kaatopaikkojen pintarakenteet tai vanhan tierakenteen stabilointi. Kysymykseen voi tulla vaihtoehtoisesti myös erinäisten altaiden pinta- ja pohjamateriaalit, veden läpäisemättömät kerrokset, kaivosten tukitoimenpiteet, kaivosten vedenhallinta, kaivostäytöt, kaivosten ajorampit, yms.

#### Hyödyt

Geopolymerointi avaa uusia sovelluksia muutettaessa teollisuuden muuten hyödyttämättömiä jätteitä (tuhkia ja kuonia) hyödyllisiksi tuotteiksi. Merkittävä mahdollisuus hiilidioksidipäästöjen alentamiseen on sementin osittainen tai täydellinen korvaaminen geopolymeerituotteilla, joiden valmistuksessa käytetään raaka-aineina mm. metakaoliiniittia ja muita pozzolaanisia materiaaleja (kuten modifioitua lentotuhkaa). Näin ollen geopolymeerituotteet tulisivat edesauttamaan sementtiteollisuuden pyrkimyksiä pienentää hiilijalanjälkeä. CO<sub>2</sub>-päästöt laskevat sementin valmistukseen verrattuna jopa tasolle 1/10.

Lisäksi lentotuhkaan pohjautuvat geopolymeerit adsorboivat vesiliuksissa erityyppisiä kationeja, anioneja ja kompleksi-ioneja. Niiden tehokkuutta vedenpuhdistuksessa on testattu aiemmissa tutkimushankkeissa menestyksellisesti.

Projektissa kehitetään valmistustekniikkaa, jonka tuloksena on:

- sementin korvaaminen geopolymeerisementillä potentiaalisissa sovelluskohteissa:
  - kestävän kehityksen mukaiset vihreät tuotteet (betonit, laastit)
  - Portlandsementin korvaaminen
- energia-, kaivos-, ja paperiteollisuuden sivutuotteiden käyttö kaatopaikkojen pinta- ja pohjamateriaaleina, metsäautoteissä, kaivostäytöissä sekä liikennealueiden rakennekerrosten stabiloinnin sideaineena yhdessä metakaoliiniitin kanssa.
- geosynteesitekniikalla valmistetut adsorbentit raskasmetalleille ja fosforille. Lisäksi selvitetään geopolymeerien soveltuvuutta muiden haitta-aineiden poistamiseen mukaan lukien orgaaniset yhdisteet. Projektissa kehitetään edelleen vedenpuhdistusmateriaalien rakeistamistekniikkaa.
- kapselointimenetelmä raskasmetallipitoisten aineksien sitomiseen ja stabiloimiseen liukenemattomaan muotoon synteettiseen verkkosilikaattirakenteeseen.

Projektissa arvioidaan saavutettujen tuotteiden laatua sekä teknisestä että ympäristönäkökulmasta.