

# Sovelluslähtöinen materiaalitutkimus uudistaa metalli- ja koneteollisuutta

**- Teollisuusvetoisten DIMECC-ohjelmien fokuksessa ovat hybridimateriaalit ja sekä läpimurtoteräket ja niiden sovellukset -**

**Markku Heino**

Valmistavaa teollisuutta uudistavaa ja digitalisoivaa tutkimusyhteistyötä tehdään aktiivisesti DIMECCin materiaalitutkimusohjelmissa. Vuoden 2014 alussa käynnistyneet tutkimusohjelmat, Läpimurtoteräket ja niiden sovellukset (Breakthrough Steels and Applications, DIMECC BSA) ja Hybridimateriaalit (Hybrid Materials, DIMECC HYBRIDS) ratkovat teollisuuden kriittisiä tutkimuskysymyksiä sovellus- ja tarvelähtöisesti modernin materiaalitieteen keinoin.

Ohjelmien monialaiset tutkimuskonsortiot kokoavat yhteen alan keskeiset tutkimusryhmät sekä laajan joukon suomalaisia materiaalitutkimusta tekeviä ja soveltavia yrityksiä eri teollisuuden alueilta (mm. metalli, koneet, cleantech, energia, biotalous ja kuljetusvälineet). Kaikkiaan yhteistyössä on mukana yli 60 yritystä, jotka kattavat useita nykyisiä arvoketjuja ja rakentavat uusia.

BSA- ja HYBRIDS- ohjelmat toteuttavat ainutlaatuista tutkimusyhteistyökonseptia, jossa kansainvälisen tason huippututkimus ja teollisuuden konkreettiset tarpeet yhdistyvät tehokkaalla tavalla. Merkittävässä roolissa tässä on ohjelmien sisään rakennettu yli 30-paikkainen DIMECC Breakthrough Materials -tohtorikoulu, jolla rakennetaan pitkällä tähtäyksellä merkittävää uutta osaamis pohjaa Suomeen. Samalla luodaan uusia, kilpailukykyisiä ja kestävän kehityksen mukaisia materiaali- ja energiatehokkaita ratkaisuja suomalaiselle vientiteollisuudelle jo nyt.

## Poikkialainen yhteistyö tuo ratkaisuja teollisuuden konkreettisiin tarpeisiin

DIMECCissä on jo ennen kesällä 2016 tapahtunutta Fimecc Oy:n ja Digile Oy:n fuusioitumista johdettu kaksi viisivuotista materiaali-tekniikkaan painottunutta tutkimusohjelmaa (Demanding Applications, DEMAPP sekä Light and Efficient Solutions, LIGHT; 2009-2014). Näissä on luotu vahvaa pohjaa sekä teknologiamielessä että myös yhdessä tekemisen meininkiä käytännössä. Yritysten todellisten tarpeiden pohjalta systemaattisesti rakennetut uuden sukupolven yritysveitoiset tutkimusohjelmat DIMECC BSA ja HYBRIDS luovat uutta osaamista Suomen teollisuuden pitkän ajan kriittisiin tarpeisiin.

BSA- ja HYBRIDS-ohjelmiin on rakennettu monialaisia projekteja, joissa haetaan ratkaisuja yritysten tulevaisuuden tarpeisiin ja alan keskeisiin tutkimushaasteisiin. Mukana on iso joukko pk-yrityksiä sekä toisaalta materiaalien käyttäjiä ja soveltajia useilta eri aloilta. Näiden kautta tuloksia viedään aktiivisesti ja

nopeutetusti käytäntöön pohjustamaan uutta liiketoimintaa. Ohjelmien sovelluslähtöiseen materiaalikehitykseen kuuluu olennaisena osana myös valmistustekniikoiden kehitys. Molemmissa teemoissa tämä "materiaalit/valmistus/sovellukset"- kolminaisuus on tärkeässä asemassa. Tutkimustyö lähtee sovelluskohteiden tarpeiden ja haasteiden ymmärtämisestä ja sisältää mm. kokeellista materiaalien ja niiden valmistustekniikoiden kehitystä, tuotevalmistuksen kehitystä mallintamista ja simulointia hyödyntäen, monipuolista karakterisointia, tuotannon digitalisointia ja uusia sovelluskonsepteja. Tavoitteena ovat uudenlaiset ominaisuudet ja ominaisuusyhdistelmät, joilla saavutetaan kustannustehokkaasti ratkaisuvia etuja eri teollisuusalojen sovelluksissa. Potentiaalisia sovellusaloja ovat mm. koneenrakennus-, rakennus-, energia-, kuljetusväline-, elektroniikka-, metsä-, prosessi- ja kemianteollisuus.

BSA- ja HYBRIDS- ohjelmat ovat itsenäisiä ja erillisiä, mutta toisiaan erinomaisesti tukevia tutkimusohjelmia. Ohjelmat liittyvät tutkimuksellisesti toisiinsa erityisesti mallinnuksen sekä tavoitteellisen, sovellusläh-

töisen materiaalikehityksen toimintamallin osalta. Yhteinen ohjelmanhallinta, useat yhteiset tapahtumat, yhteinen tohtorikoulu workshoppeineen ym. takaavat, että tuloksia jaetaan ja haasteita ratkotaan laajasti myös yli projekti- ja ohjelmarajojen. Tämä taas tuo uutta virtaa mukana oleville yrityksille ja tutkimusryhmille.

## BSA – teräksenkovaa osaamista perusilmiöistä uusiin sovelluksiin

Läpimurtoterästen yhteydessä keskeisiä asioita ovat esimerkiksi lujuus, sitkeys ja rakenteiden keveys yhdistettynä mm. kulumisen, korroosion ja korkeiden lämpötilojen kestoon sekä kitkan hallintaan. Tutkimusohjelma Läpimurtoteräket ja niiden sovellukset (DIMECC BSA) tuo yhteen suomalaisen terästeollisuuden ja terästä käyttävän konepajateollisuuden yritykset sekä kaikki alan merkittävät tutkimusryhmät. Ohjelman

tavoitteena on terästä valmistavan ja käyttävän teollisuuden kilpailukyvyyn ja kasvun sekä uudistumisen turvaaminen. Sitä tavoitellaan kehittämällä uusia materiaaliratkaisuja kasvavien teknologia-alojen (esim. bioenergia, arktiset teknologiat ja kuljetusvälineet) tarpeisiin. Modernien korkealujuusterästen, valumateriaalien ja ruostumattomien terästen käytettävyyttä, pitkäaikaisominaisuuksia sekä suunnittelumenetelmiä ja -normeja kehittämällä pyritään edistämään uusien elinkaarihokkaiden erikoisterästen ja materiaalien laajempaa käyttöä.

Tämä pioneerityö edellyttää myös standardien ja normien uusimista, mihin ohjelman tutkimustyö luo vankan pohjan. Uusia materiaalikonsepteja kehittämällä tavoitellaan korkeamman jalostusasteen erikoistuotteiden osuuden kasvua ja vähäisempää riippuvuutta kalliista ja niukalti saatavissa olevista raaka-aineista. Kaiken tämän perustana on perusilmioiden syvälinen hallinta sekä modernien kokeellisten tutkimusmenetelmien ja mallinnustyökalujen kehittäminen ja soveltaminen.

### Hybridimateriaaleilla täsmäominaisuuksia resurssitehokkaasti

Maailmassa on paljon hyviä materiaaleja, mutta usein törmätään tilanteeseen, jossa yksi materiaali ei ominaisuuksiltaan vastaa käyttökohteen tarpeita. Hybridimateriaaleilla haetaan täysin uudenlaisia ominaisuusyhdistelmiä yhdistämällä erilaisia materiaaleja (metallit, keraamit, polymeerit) tai elementtejä hallitusti yhteen joko yhdeksi materiaaliksi tai toimiviksi rakenteiksi. Esimerkkeinä ovat mm. kerrosrakenteet, pinnoitteet sekä makro-, mikro- tai nanotason komposiitit, joilla voidaan saavuttaa spesifisiä ominaisuuksia materiaali-, energia- ja kustannustehokkaasti. Yhteisenä tutkimushaasteena näille on tyypillisesti eri materiaalikomponenttien rajapintojen hallinta, optimaalinen valmistus/liittäminen ja kierrätettävyys. Näiden hallinta tuo yrityksillemme kilpailuetua, jota on vaikea nopeasti kuroa.

HYBRIDS-ohjelma onkin koonnut systemaattisesti yhteen uudenlaisen monialaisen osaamisverkoston toteuttamaan yhteistä, strategisesti tärkeää ja kunnianhimoista tutkimusagenda. Yrityskonsortiossa on mukana mm. materiaalien valmistajia (metallit, muovit, komposiitit, erikois-/nanomateriaalit) sekä pinnoitusteknologian, valmistustekniikoiden, suunnittelun, mittauksen ja instrumentoinnin erikoisosaajia sekä laaja joukko lopputuotteiden valmistajia, jotka edustavat useita eri arvoketjuja. Ohjelman tavoitteena on lisätä Suomen teollisuuden kilpailukykyä tietointensivisten korkean teknologian materiaaliratkaisujen avulla ja rakentaa uutta syvälistä ja monialaista osaamista. Ohjelmassa on kehitetty mm. merkittäviä uusia

pinnoitteita ja niihin liittyviä menetelmiä tuomaan tarttumattomuutta, kulutuksen ja korroosion kestoa ja muuta toiminnallisuutta, uusia kitkaa alentavia ratkaisuja liikkuviin koneen osiin sekä aistivia tai esim. ääntä vaimentavia kerrosrakenteita.

### Teollisuuden tohtorikoululla kansainvälistä huippututkimusta ja uutta osaamista

Molemmat ohjelmat koostuvat useasta teollisuusvetoisesta projekti-kokonaisuudesta. Niitä sitoo yhteen perustutkimukseen painottuva Fundamentals and Modeling, FUNMODE- projektikokonaisuus, joka keskittyy kriittisten perusilmiöiden ymmärtämiseen sekä materiaaliominaisuuksien mallintamiseen ja simulointiin. Tämä tuo ohjelmiin mukaan vahvan tieteellisen perustan ja kansainvälisen huipputason tutkimusyhteistyön. Se varmistaa myös toimintamallin, jossa uusin tutkimustieto, menetelmät ja mallinnustyökalut tuodaan projektien ja yritysten aktiiviseen käyttöön. Keskeisessä osassa on ns. digitaalinen materiaalikehitys, jonka elementtejä ohjelmissa on rakennettu systemaattisesti yhdistäen mikrotason ilmiöiden hallinta tuotteen valmistukseen ja elinkaaren hallintaan. Tämä konsepti, joka mahdollistaa jopa tuotekehitysajan puoliintumisen ja merkittävästi paremman ennustettavuuden materiaalien luotettavuudelle hankalissa käyttökohteissa, on tuotu palvelemaan käytännön ongelmanratkaisua BSA- ja HYBRIDS-projekteissa.

Merkittävä osa tutkimustyöstä tehdään yhteensä yli 30 väitöskirjatyon muodossa. Niissä tutkijat pureutuvat teollisuuskumppanien kanssa yhdessä määriteltyihin, tutkimuksellisesti haastaviin ja kriittisiin ongelmiin yhteistyössä alansa johtavien kansainvälisten tutkimuskumppanien kanssa. Nämä väitöskirjatyt ja niiden toteuttajat ja ohjaajat muodostavat vahvan poikkialaisen tutkimusyhteisön kumpaankin ohjelmaan. Lisäksi BSA- ja HYBRIDS- ohjelmien FUNMODE-projektit on linkitetty toisiinsa, mikä lisää entisestään tutkimusyhteisön moninaisuutta ja kriittistä massaa.

FUNMODE-aktiiviteetti muodostaa DIMECC Breakthrough Materials -tohtorikoulun, jossa tutkijat työskentelevät yritysten haasteellisten ja merkityksellisten tutkimuskysymysten parissa. Kolmen vuoden aikana on syntynyt jo lukuisia uusia ratkaisuja ja yli 100 tieteellistä julkaisua materiaalitekniikan alalla. Tohtorikoulu muodostaa myös olennaisen osan ohjelmien kansainvälisestä ulottuvuudesta, koska väitöskirjaopiskelijat suorittavat osan tutkimuksestaan alan johtavissa yliopistoissa tai tutkimuslaitoksissa. Tämä varmistaa proaktiivisesti, että Suomeen saadaan tulevaisuudessa oikeanlaisia monialaisia osaajia, mikä on eräs tärkeimmistä kilpailukykytekijöistä Suomen teollisuudelle.

### Breakthrough Steels and Applications, DIMECC BSA

- kesto 01.01.2014 – 30.6.2017
- mukana 31 yritystä ja 7 tutkimuslaitosta
- 4 laajaa projektikokonaisuutta:
  - P1. Material challenges from emerging processes and applications
  - P2. Design beyond present codes
  - P3. Novel steel concepts
  - P4. Fundamentals and modelling (FunMode)
- kokonaisvolyyymi n. 27 miljoonaa euroa

### Hybrid Materials, DIMECC HYBRIDS

- kesto 01.01.2014 – 30.6.2017
- mukana 38 yritystä ja 7 tutkimuslaitosta
- 5 laajaa projektikokonaisuutta:
  - P1. Multifunctional thin coatings
  - P2. Multifunctional thick coatings and composites
  - P3. Light multifunctional hybrid structures
  - P4. Polymer multifunctional sliding materials
  - P5. Fundamentals and modelling (FunMode)
- kokonaisvolyyymi n. 20 miljoonaa euroa

**Markku Heino, TKT, Dosentti**  
**DIMECC BSA- ja HYBRIDS- ohjelmien ohjelmajohtaja**  
**Spinverse Oy**  
**markku.heino@spinverse.com**

### Lisätietoja:

DIMECC BSA:  
<http://www.dimecc.com/dimecc-services/bsa-breakthrough-steels-applications/>

DIMECC HYBRIDS:  
<http://www.dimecc.com/dimecc-services/hybrids-hybrid-materials/>

Tohtorikoulu:  
<http://www.dimecc.com/dimecc-services/dimecc-breakthrough-materials-doctoral-school/>