

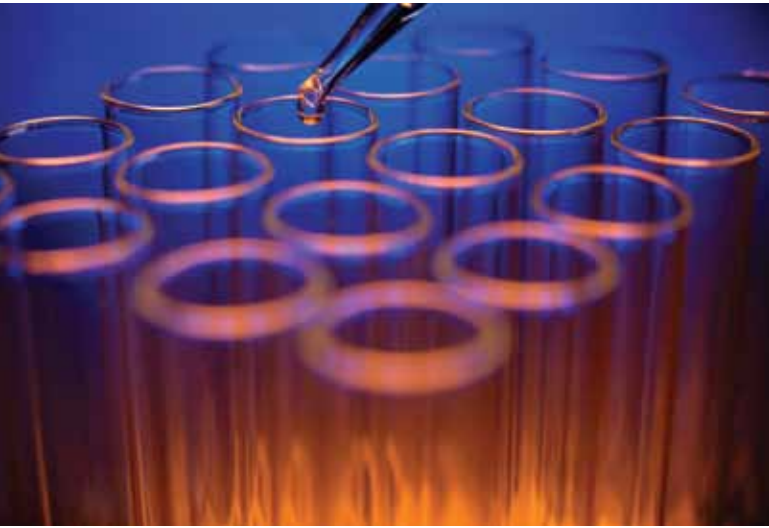
OHJELMOITAVAT MATERIAALIT
(OMA) 2012–2016

SUOMEN AKATEMIAN TUTKIMUSOHJELMA



SUOMEN AKATEMIA

OHJELMOITAVAT MATERIAALIT (OMA) 2012–2016



OMA lyhyesti

Ohjelmoitavat materiaalit muodostavat uuden, nousevan tutkimusalan, jonka kehityksessä Suomi voi toimia aloitteentekijänä. Materiaalien ohjelmoitavuus kehittyy jatkuvasti muun muassa nano- ja biotekniikan kehityksen ansiosta. Suomen Akatemian Ohjelmoitavat materiaalit (OMA) -tutkimusohjelman tavoitteena on tuottaa kansainvälisesti merkittäviä uusia avauksia ohjelmoitavien materiaalien tutkimuksessa. Suomen Akatemia rahoittaa ohjelmaa kymmenellä miljoonalla eurolla ja rahoituskausi on nelivuotinen.

Bio- ja ympäristöntutkimuksessa, luonnontieteissä ja tekniikassa sekä lääketieteissä tehtävä perustutkimus on nykyään paljon erilaisten materiaalien tutkimusta. Kokeellisesti ja laskennallisesti tehtävällä tutkimuksella pystytään luomaan monimutkaisia rakenteita, joiden avulla voidaan ymmärtää luonnon perusilmiöitä. Rajapinta perinteisen materiaalitutkimuksen ja vastaavien emotieteiden välillä on liudentumassa ja tulevaisuuden materiaalitutkimus on entistä enemmän yhteistyötä eri tieteenalojen välillä.

Uudet materiaalit ovat luonteeltaan tyypillisesti staattisia. Ne koostuvat osista, joilla on tietty funktio tai ominaisuus, mutta materiaalit eivät kokonaisuutena reagoi ympäristöönsä. Ohjelmoitavat materiaalit rakentuvat sitä vastoin komponenteista, jotka reagoivat ohjelmoidusti, halutulla tavalla, ympäristön ärsykkeisiin ja signaaleihin. Sen mukaan, mikä näiden komponenttien alkutila tai koodi on, voidaan kontrolloidusti tuottaa erilaisia monimutkaisia, jopa makroskooppisia rakenteita.

Suomen kaltaiselle korkean teknologian yhteiskunnalle materiaalitieteen ja -teknologian merkitys on suuri.

Tutkimus tukee monia teollisuudenaloja mahdollistamalla aivan uudenlaisten teknologioiden kehittämisen sovelluksiin, joita voidaan myöhemmin hyödyntää kaupallisesti. Hyvä esimerkki tästä on hiilen uudet olomuodot, nanoputket, fullereeni ja grafeeni, joiden sovellusmahdollisuuksia etsitään kuumeisesti sekä kansainvälisesti että Suomessa. Materiaalitutkimuksen merkitys teollisuudelle on kiistaton.

Prosessiteollisuudessa materiaalit ja niiden tuntemus ovat oleellisia korroosionkeston ja prosessien turvallisuuden vuoksi. Uudet kestäväen kehityksen prosessit saattavat vaatia korkeita lämpötiloja ja sitä kautta entistä kehittyneempiä materiaaleja. Materiaaleihin on aina voitava luottaa: tämä on käyttökelpoisuuden avainkysymyksiä.

Laitekehityksessä suuntauksena on juuri nyt pieni koko ja keveys. Nämä toivotut ominaisuudet saavutetaan materiaaleja kehittämällä. Materiaalien kehitys liittyy myös turvalliseen ympäristöön, esimerkkinä tästä ovat halogeenittomat palonestoaineet.





Materiaalitutkimuksella on annettavaa myös ihmiskunnan suuria haasteita ratkottaessa. Ilmaston monitorointi eri ympäristöissä, lääketieteen uudet sovellukset tai energiateknologian tarpeet edellyttävät uusien materiaalien kehittelyä ja tutkimusta.

Tutkimusohjelman tavoitteet

OMA-tutkimusohjelman tavoitteet ovat:

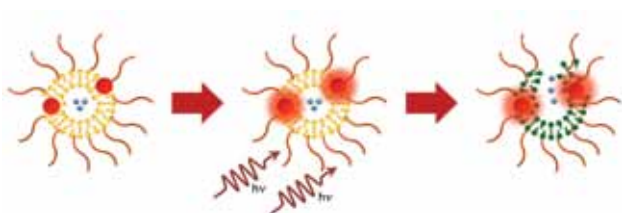
- Tuottaa kansainvälisesti merkittäviä uusia avauksia ohjelmoitavien materiaalien tutkimuksessa.
- Löytää materiaalitutkimuksen alueita, joilla Suomi voi olla maailman eturintamassa.
- Yhdistää suomalaista huippuosaamista eri tieteenaloilta korkeatasoisiksi ja monitieteisiksi tutkimusryhmiksi.

- Luoda yhteistyötä kansainvälisesti korkeatasoisimpien ryhmien kanssa ja edistää liikkuvuutta tutkimusryhmien välillä.

Tutkimusohjelman teemat

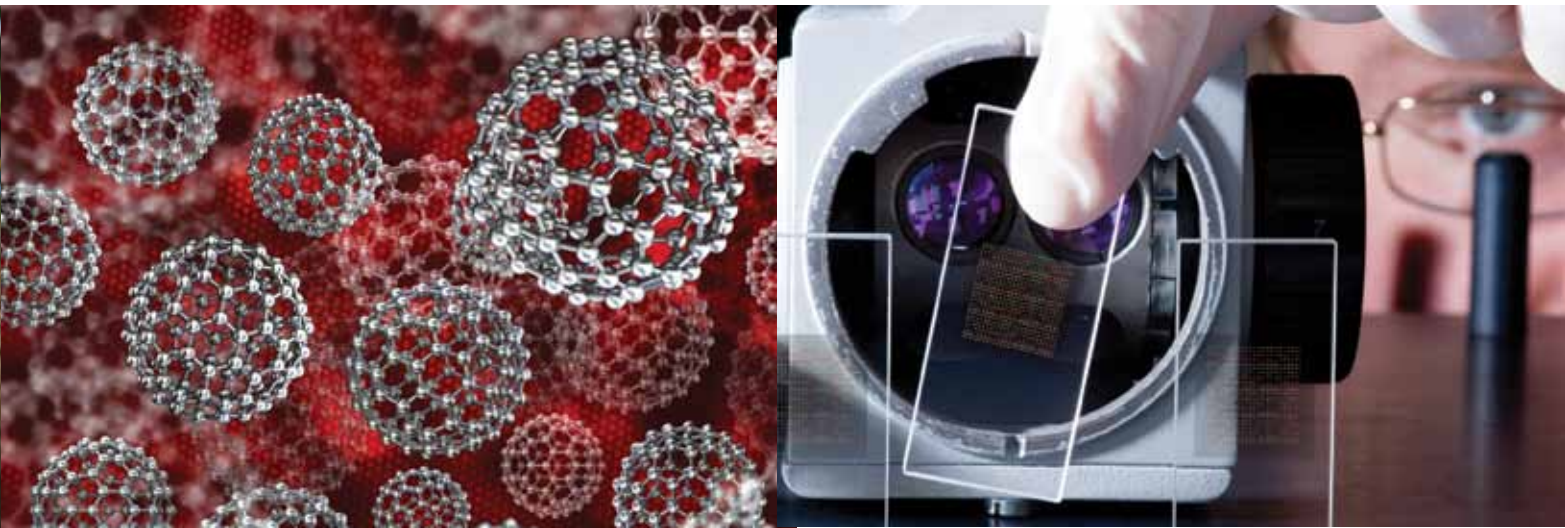
Materiaalitutkimus on kehittymässä kohti materiaalien ominaisuuksien yhä parempaa hallintaa ja ennustettavuutta. Nämä ominaisuudet voivat olla mekaanisia, itseään korjaavia tai optisia, ne voivat liittyä esimerkiksi läpäisykykyyn, reagointiin, muodon muistamiseen, tiheyteen tai sähköjohtokykyyn.

Ohjelmoitavuuden käsite materiaaleissa voidaan ymmärtää hyvin monella tavalla. Mahdollisia teemoja ja sovellusalueita ovat:



Valoherätteinen lääkkeen vapauttaminen liposomista: Nanohiukkasia kuumennetaan valolla, jolloin liposomikalvo avautuu ja sen sisällä oleva lääke vapautuu.





- Itseorganisoituvuus, joka voidaan ohjelmoida aineeseen halutun rakenteen aikaansaamiseksi.
- Sisäänrakennettu rakenteen ja toiminnan vuorovaikutus, joka antaa mahdollisuuden kytkeä pois joitain ominaisuuksia, esimerkiksi käyttämällä reagoivia elementtejä kuten molekylaarisia reseptoreita tai kytkimiä.
- Anturit tai lääketieteelliset materiaalit, joissa voidaan käyttää hyväksi ohjelmitavuutta: esimerkiksi kalliiden tai ympäristöystävällisten komponenttien toiminnan palautuminen voi olla osa ohjelmitavaa käytöstä.
- Esimerkkejä ohjelmitavuudesta voi löytää siirtäessä biologisista materiaaleista biologisia toimintoja jäljitteleviin materiaaleihin. Sovelluskohteita voivat olla ihmisen varaosat ja ympäristöön reagoivat antiseptiset tai antibakteeriset materiaalit.

Yhteistyö

Akatemia tekee ohjelmassa yhteistyötä Tekesin Toiminnalliset materiaalit -ohjelman kanssa. Tekesin ohjelman hankkeiden keskeisinä aiheina ovat materiaalien ja niiden ominaisuuksien ymmärtäminen,

hallinta ja toiminnallisuuksien räätälöinti, valmistettavuus, sovellutukset sekä materiaalien elinkaari ja sen hallinta. Ohjelmassa rakennetaan arvoketjuja kansallisen ja kansainvälisen verkottumisen avulla.

Strategisen huipputaamisen keskittymien (SHOK), erityisesti FIBIC Oy:n ja FIMECC Oy:n tutkimusstrategioissa on edistyksellisten materiaalien tutkimuksella ilmeinen rooli. Yhteistyön mahdollisuuksia myös muiden SHOK:ien kanssa selvitetään.

Suomen Akatemia ja Intian Department of Science and Technology (DST) järjestivät keväällä 2011 yhdessä haun suomalais-intialaisen nanomateriaalien tutkimuksen rahoittamiseksi. Yhteiseurooppalaisen ERA. Net RUS -hankkeen keväällä 2011 toteutettu haku ja sen kautta rahoitettavat suomalaiset hankkeet on liitetty tutkimusohjelmaan.

ISBN 978-951-715-842-8

Kuvat: istockphoto.com, LITRE-konsortio

Taitto: Sole Lähti

Unigrafia, Helsinki 2012



OHJELMOITAVAT MATERIAALIT (OMA) 2012–2016

RAHOITETTAVAT HANKKEET

Hiilinanoputkeen perustuva ohjelmoitava bioaktuaattori (BIONANOCAR)

Markus Ahlskog, Jyväskylän yliopisto
Jussi Toppari, Jyväskylän yliopisto
Ilpo Vattulainen, Tampereen teknillinen yliopisto
Vesa Hytönen, Tampereen yliopisto

Ohjelmoitava vettyminen (PROWET)

Sami Franssila, Aalto-yliopisto
Robin Ras, Aalto-yliopisto
Klas Hjort, VTT

Ohjelmoitavat polyelektrolyyttinanosäiliöt lääkeannossa (SmartDrug)

Kyösti Kontturi, Aalto-yliopisto
Arto Urtti, Helsingin yliopisto

Kaksiulotteiset ohjelmoitavat materiaalit optiikan ja elektroniikan sovellutuksiin (TODIMA)

Arkady Krasheninnikov, Aalto-yliopisto
Harri Lipsanen, Aalto-yliopisto

Fotonisesti osoitettava nollavirtalogiikkapiiri hyödyntäen funktionalisoituihin nanopartikkeleihin perustuvaa kvanttisolulaskentaa (Photonic QCAs)

Donald Lupo, Tampereen teknillinen yliopisto
Nikolai Tkachenko, Tampereen teknillinen yliopisto
Mircea Guina, Tampereen teknillinen yliopisto

Valolla aktivoitavat nanopartikkelit (LITRE)

Lasse Murtomäki, Aalto-yliopisto
Maria Sammalkorpi, Aalto-yliopisto
Arto Urtti, Helsingin yliopisto

Ohjelmoitavat perovskiitit (PROPER)

Roman Nowak, Aalto-yliopisto
Jyrki Räisänen, Helsingin yliopisto

Säädettävät kvanttimetamateriaalit

Gheorghe Sorin Paraoanu, Aalto-yliopisto

Uudet vesiliukoiset kemoresponsiiviset luminoivat materiaalit

Kari Rissanen, Jyväskylän yliopisto

Biomakromolekyylien avulla koodatut nanorakenteet magnetoplasmoniikkaan (BENMAP)

Päivi Törmä, Aalto-yliopisto
Mauri Kostianen, Aalto-yliopisto
Peter Liljeroth, Aalto-yliopisto
Olli Ikkala, Aalto-yliopisto
Sebastian van Dijken, Aalto-yliopisto

Ohjelmoitavat materiaalit silmälääkkeiden säädelyyn antoon (ModDrug)

Arto Urtti, Helsingin yliopisto
Sami Hietala, Helsingin yliopisto

Kansainväliset yhteishankkeet: ERA.Net RUS

Silikamateriaalien ja nanokomposiittien bioinspiroitu synteesi ympäristöherkkien polymeerien avulla (SILICAMPS)

Vladimir Aseyev, Helsingin yliopisto

Koordinaattori: University of Crete, Heraklion, Kreikka **Muut partnerit:** Fachrichtung Chemie und Lebensmittelchemie, TU Dresden, Saksa; Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Venäjä

Nanomittaluokan kvanttifotoniikka järjestetyissä puoli-johteisissa kvanttipistejärjestelmissä (QUADSYS)

Mircea Guina, Tampereen teknillinen yliopisto

Koordinaattori: Laboratory of Physics of Nanostructures, École Polytechnique Fédérale, Lausanne, Sveitsi **Muut partnerit:** P.N. Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moskova, Venäjä; A.F. Ioffe Physico-Technical Institute, Russian Academy of Sciences, Pietari, Venäjä

Selektiiviset radionuklidien dekontaminaatio- ja leviämisenestomateriaalit (RADCOLLS)

Risto Harjula, Helsingin yliopisto

Koordinaattori: Institute of Chemistry, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Venäjä **Muut partnerit:** Max Planck Institute of Polymer Research, Mainz, Saksa; Department of Polymer Interfaces, Leibniz Institute for Polymer Research, Saksa

Sähkökenttäavusteiseen nanoimprint-tekniikkaan ja nanokomposiittimateriaaleihin perustuvat uudet nanofotoniikan sovellukset (AN2)

Seppo Honkanen, Itä-Suomen yliopisto

Koordinaattori: Itä-Suomen yliopisto **Muut partnerit:** Theoretical and Physical Chemistry Institute, Ateena, Kreikka; St. Petersburg State Polytechnic University, Venäjä

Älykkäät materiaalit ja nanorakenteet optiseen pumpaukseen (INTENT)

Oleg Okhotnikov, Tampereen teknillinen yliopisto

Koordinaattori: Tampereen teknillinen yliopisto **Muut partnerit:** Kotelnikov Institute of Radio-Engineering and Electronics, Moskova, Venäjä; Institute of Applied Physics, Russian Academy of Sciences, Nizhnyi Novgorod, Venäjä; Institute of Photonic Technology, Jena, Saksa; Institute of Applied Optics, Friedrich-Schiller-Universität, Jena, Saksa; Optogear Oy, Nummela

Artificial Multiferroic Nanocomposites: Towards Magneto-electric Materials-by-Design (NANO-C)

Marina Tjunina, Oulun yliopisto

Koordinaattori: Laboratoire Structures, Propriétés, Modélisation des Solides, École Centrale Paris, Ranska **Muut partnerit:** A.F. Ioffe Physico-Technical Institute, Pietari, Venäjä; Institute of Electrical and Information Engineering, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Saksa



LISÄTIETOJA OHJELMASTA

SUOMEN AKATEMIA

Saila Seppo, FT, TkL
Ohjelmapäällikkö
saila.seppo@aka.fi

Sanna Hytönen
Projektisihteeri
sanna.hytonen@aka.fi

Suomen Akatemia, puh. 029 533 5000

Ohjelman verkkosivut: www.aka.fi/oma



SUOMEN AKATEMIA

Hakaniemenranta 6 • PL 131, 00531 Helsinki
Puhelin 029 533 5000

www.aka.fi