

Suomen yliopistot ry  
*Finlands universitet rf*



Strategia- ja vaikuttavuushanke:  
Luonnontieteellisen alan koulutuksen ja  
tutkimuksen rakenteellinen kehittäminen ja  
profilointi

Työryhmän loppuraportti

27.2.2015

# Sisällysluettelo

Esipuhe .....	3
1 Toimeksianto ja työryhmän työskentely .....	4
2 Työryhmän suositukset .....	6
2.1 Luonnontieteen koulutuksen kehittäminen .....	6
2.2 Luonnontieteen tutkimusympäristöjen kehittäminen.....	9
2.3 Alueellinen yhteistyö ja työnjako .....	10
2.3.1 Pääkaupunkiseutu .....	10
2.3.2 Turku .....	11
2.3.3 Tampere .....	11
2.3.4 Itä-, Keski- ja Pohjois-Suomi .....	11
2.4 Kansallinen yhteistyö ja työnjako.....	12
3 Yhteenveto.....	14
LIITE 1. Yliopistojen kuvaukset rakenteellisen kehittämisen toimenpiteistä luonnontieteissä 2011-2014 .	16
LIITE 2. Luonnontieteen alojen profiloituminen suomalaisissa yliopistoissa .....	29

## Esipuhe

Suomen yliopistot UNIFI ry:n toimesta asetettiin vuonna 2014 työryhmä selvittämään luonnontieteiden koulutuksen ja tutkimuksen kansallista profilointia, yhteistyötä ja työnjakoa osana yliopistojen laajempaa strategia- ja vaikuttavuushanketta. Työryhmän työskentelyyn osallistuivat edustajat Aalto-yliopistosta, Helsingin yliopistosta, Itä-Suomen yliopistosta, Jyväskylän yliopistosta, Oulun yliopistosta, Tampereen yliopistosta, Tampereen teknillisestä yliopistosta, Turun yliopistosta ja Åbo Akademiasta. Työryhmän työ oli jatkoa Luonnontieteellisen koulutusalan työryhmälle (Luonnontieteellisen koulutusalan työryhmän Loppuraportti 2011), jonka jälkeen kaikissa yliopistoissa on tapahtunut yliopistojen sekä sisäistä kehittämistä luonnontieteiden aloilla että jonkin verran myös yliopistojen keskinäisen yhteistyön lisääntymistä. Yliopistojen yhteistyö, työnjako ja profilointi ovat kuitenkin edenneet hitaasti. Luonnontieteiden alan koulutus lähtien peruskoulusta ja lukiosta aina maisteri- ja tohtoritutkintoon yliopistoissa muodostaa Suomen tieteen ja sen sovelluksien kannalta kansallisesti perustavaa laatua olevan vahvuuden maamme menestymiseksi. Tämän vuoksi luonnontieteiden koulutuksen ja tutkimuksen kehittämistyöllä on kauaskantoiset vaikutukset Suomessa. Alan kehittämistä onkin tarkasteltava ensisijaisesti kansallisen menestymisen pohjalta. Suomalaisen tieteellisen tutkimuksen kansainvälinen läpäisevyys on viimeisten vuosien aikana heikentynyt suhteessa Suomen verrokkimaihin. Yliopistouudistus, jota yliopistot olivat vahvasti tukemassa, ei ole toistaiseksi näkynyt suomalaisen tieteellisen tutkimuksen tai taloudellisen hyvinvoinnin kehittymisenä. Joillakin luonnontieteiden aloilla koulutuksen ongelmana ovat pitkät valmistumisaikat ja heikko läpäisyaste. Luonnontieteiden alan vetovoimaisuutta voidaan parantaa ainoastaan alan koulutuksen uudistumisen kautta. Samoin luonnontieteiden asema ja annettava opetus lukioissa ja alan opettajakoulutus edellyttävät uudistumista.

Työryhmä kokosi varsin kattavasti taustamateriaalia työnsä tueksi ja kuuli useita asiantuntijoita sekä antoi väliraportin kesäkuussa 2014 UNIFI:n hallitukselle työn etenemisestä. Työryhmän työskentely tapahtui pääasiassa intensiivisissä ryhmätapaamisissa, joissa toistuvasti kannustettiin yliopistoja uusiin, kansallisesti merkittäviin avauksiin. Teknillisten yliopistojen osallistuminen työskentelyyn koettiin myönteisenä, ja työryhmä piti niiden yhteistyömallia hyvänä myös luonnontieteiden yhteistyön ja työnjaon kehittämisen kannalta. Työryhmän työskentelyn erityisenä vaikeutena oli pientenkin koulutus- ja tutkimusalojen kansallinen keskittäminen. Työryhmän esitykset voidaan jakaa kansallisiin, alueellisesti tärkeisiin ja paikallisiin, joilla voi olla kuitenkin laaja kansallinen merkitys. Työryhmä näkee kehitystyön myös prosessina. Työryhmä pitää tärkeänä Kemia Suomi -hankkeen etenemistä ja esittää sille erillistä selvitysmiestä. Samoin tutkimusasemien ja -laitoksien (soveltuvin osin) tulevat tehtävät, yhteistyömahdollisuudet ja merkitys edellyttävät erillistä selvitysmiestyötä. Pääkaupunkiseudulla Aalto-yliopiston ja Helsingin yliopiston yhteistyön eteneminen luonnontieteiden alalla (ICT-alueen toimintakeskus, Helsinki Institute for Information Technology, Life science yhteistyö) voi toimia primus motorina yhteistyön ja työnjaon kannalta myös kansallisesti. Turussa Turun yliopiston ja Åbo Akademin yhteistyö ja työnjako sisältää useita uusia avauksia koulutuksen ja tutkimuksen aloilla käsittäen muun muassa Geotalon, jonne geologia ja arkeologia keskittyvät ja tiiviin yhteistyön lääkekehityksen, diagnostiikan ja kuvantamisen aloilla. Työryhmä tukee Tampereen yliopiston, Tampereen teknillisen yliopiston ja Tampereen ammattikorkeakoulun yhteistyön tiivistämistä. Jyväskylän yliopiston ja Itä-Suomen yliopiston yhteistyön ja työnjaon syventäminen on myös nähtävä selvänä edistysaskeleena, ja suunnitellut ehdotukset tulee saattaa toimeen. Oulun yliopiston merkitys paitsi Suomen myös koko Pohjoiskalotin kehittymiselle on tärkeää ja yliopiston profiloitumista tulee tehostaa.

Kiitän aktiivisesti työskennellyttä luonnontieteen rakenteellisen kehittämisen työryhmää ja sen sihteeriä Anu Liikasta erinomaisesta työstä.

Matti Uusitupa, LKT, Emeritusprofessori, Itä-Suomen yliopisto, työryhmän puheenjohtaja

# 1 Toimeksianto ja työryhmän työskentely

UNIFI, Suomen yliopistot ry, asetti keväällä 2014 Strategia- vaikuttavuushankkeen selvittämään luonnontieteellisen alan koulutuksen ja tutkimuksen rakenteellista kehittämistä ja profilointia. Hankkeen puitteissa yliopistoille annettiin tehtäväksi tarkastella omista lähtökohdistaan käsin luonnontieteellisen alan koulutusta ja tutkimusta valtakunnallisena kokonaisuutena. Toimeksiannossaan UNIFI linjasi, että 'Luonnontieteellisen koulutuksen ja tutkimuksen tulee muodostaa laadun ja kansainvälisen kiinnostavuuden kannalta riittävän suuria kokonaisuuksia.'

Työryhmän tavoitteeksi asetettiin etsiä keinoja, joilla luonnontieteellisen alan koulutuksen ja tutkimuksen laatua voidaan parantaa. Työryhmältä odotettiin ehdotuksia yliopistojen profiloitumiseen ja yliopistojen välisen työnjaon selkeyttämiseen. Asetettuihin tavoitteisiin pääseminen edellyttää yliopistojen sitoutuneisuutta. Työryhmä esittää raportissaan ainoastaan ne suositukset, joihin yliopistot ovat valmiita sitoutumaan ja jotka tukevat yliopistolaitoksen rakenteellista kehittämistä ja toimintaedellytyksiä.

UNIFI:n toimeksiannossa työryhmän edellytettiin tarkastelevan seuraavia asioita:

- millainen oppiainevalikoima luonnontieteellisellä alalla tarvitaan yksittäisissä yliopistoissa ja valtakunnallisesti?
- mikä on riittävä maisteri- ja tohtorikoulutuksen mitoitus?
- tuleeko jokaisella alalla, jolla voi suorittaa maisteritutkinnon olla myös tohtorikoulutusta?
- millaisia uusia koulutus- ja tutkimustarpeita ennakoidaan tarvittavan tulevaisuudessa?
- miten yliopistojen välillä sovitaan profiloitumisesta ja johtavan aseman ottamisesta?
- miten ohjataan kehitystä suurempiin osaamiskokonaisuuksiin ja vahvoihin, profiloituneisiin tutkimuskeskeisiin?
- miten vähenevät resurssit voidaan jakaa paremmin ja muodostaa kansainvälisesti kilpailukykyisempiä yksiköitä?
- mihin suuntaan suomalaista luonnontieteen opetusta ja tutkimusta tulisi suunnata ja millaisia haasteita suomalaisella osaamisella tulee ratkaista?
- miten huolehditaan luonnontieteellisen alan opettajankoulutuksen erityistarpeista ja sen alueellisesta saatavuudesta?

Vastaava rakenteellisen kehittämisen hanke tehtiin jo vuonna 2011. Hankeen suositukset johtivat moniin uudistuksiin yliopistoissa, mutta yliopistot eivät olleet sitoutuneita laajamittaisempaan toimintojen uudelleen arviointiin tai kehittämiseen. Vuonna 2014 perustetun työryhmän päätehtäväksi tuli tarkastella luonnontieteiden koulutuksen ja tutkimuksen kehittämistä osaamisperustaisen tulevaisuuden näkökulmasta. Työryhmää laajennettiin niin, että mukaan kutsuttiin myös teknisten yliopistojen edustajat. Työryhmässä olivat edustajat niistä korkeakouluista, joissa annetaan luonnontieteen koulutusta.

Työryhmän kokoonpano:

- Puheenjohtaja, emeritus-professori Matti Uusitupa
- Aalto-yliopisto: provosti Ilkka Niemelä ja vararehtori Tuija Pulkkinen
- Helsingin yliopisto: vararehtori Keijo Hämäläinen
- Itä-Suomen yliopisto: akateeminen rehtori Jukka Mönkkönen
- Jyväskylän yliopisto: vararehtori Kaisa Miettinen, varajäsen dekaani Henrik Kunttu
- Oulun yliopisto: tutkimusrehtori Taina Pihlajaniemi, varajäsen dekaani Jouni Pursiainen
- Tampereen yliopisto: varajohtaja, professori Anne Kallioniemi
- Tampereen teknillinen yliopisto: dekaani Martti Kauranen, varajäsen professori Ilpo Vattulainen

- Turun yliopisto: vararehtori Kalle-Antti Suominen, varajäsen dekaani Reijo Lahti
- Åbo Akademi: rehtori Mikko Hupa ja dekaani Tapio Salmi, varajäsen Johan Werkelin
- UNIFI: Toiminnanjohtaja Leena Treuthardt
- sihteeri, tutkimuksen kehittämisspäällikkö Anu Liikanen, Itä-Suomen yliopisto

Työryhmä kokoontui vuonna 2014 viisi kertaa ja kerran vuonna 2015. Lisäksi se kuuli laaja-alaisesti eri sidosryhmien näkemyksiä. Työryhmä kuuli mm. Opetus- ja kulttuuriministeriön Korkeakoulu- ja tiedepolitiikan osaston virkamiehiä, Suomen Akatemian laatiman Suomen tieteen tila -raportin tekijöitä, Luonnontieteiden Akateemisten edustajia sekä yliopistojen eri tieteenalojen työryhmien näkemyksiä luonnontieteen koulutusalojen kehittämisestä (kemian ja kemian tekniikan laitosten työryhmä, matematiikan ja luonnontieteiden opettajankoulutuksen asiantuntijoiden työryhmä ja tilastotieteen opetuksen työryhmä). Työryhmä on raportoinut kehittämis ehdotuksistaan UNIFI:n hallitukselle 12.6.2014, UNIFI:n valtuutetuille 20.11.2014 sekä OKM:n edustajille ja yliopistojen johdolle 11.11.2014.

Työryhmä käytti työssään useita eri aineistoja ja lähteitä liittyen yliopistojen luonnontieteiden koulutukseen ja tutkimukseen:

- UNIFI. 2011. Luonnontieteellisen koulutusalan työryhmän loppuraportti.
- Yliopistojen luonnontieteen koulutukseen ja tutkimukseen indikaattoritiedot vuosilta 2011-2013 (jatkumo RAKE-hankkeen vuonna 2011 keräämälle aineistolle) Tiedot kerättiin yliopistoista seuraavien indikaattoreiden osalta: perusopiskelijoiden sisäänotto, aloittaneet perustutkinto-opiskelijat, maisterintutkinnot, tohtorintutkinnot, 55 op suorittaneiden määrä, opetus- ja tutkimushenkilöstön määrä, kokonaisrahoitus, tutkimusrahoitus rahoittajatahoittain, tieteelliset julkaisut.
- OKM:n tiedonkeruussa tuotetut aineistot luonnontieteen koulutuksen hakupaineesta, opintonsa aloittavista opiskelijoista, 55 op suorittaneista opiskelijoista, korkeakoulututkinnoista ja työllistymisestä.
- OKM: Suomalaisen yliopistotutkimuksen tuottavuus ja vaikuttavuus. Opetus- ja kulttuuriministeriön profiiliryhmän raportti. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisu 2015:5. Raporttiin liittyvät indikaattoritiedot yliopistojen julkaisutoiminnasta.
- Suomen tieteen tila 2014 -raportin aineistot.
- NordForsk. 2014. Policy Paper 2 – 2014: Comparing Research at Nordic Universities using Bibliometric Indicators
- Opetushallitus. 2013. Opettajat Suomessa 2013. Toim. Timo Kumpulainen. Koulutuksen seurantaraportti 2014:8.

Jatkotoimenpiteenä työryhmä esittää, että luonnontieteiden dekaanikokous (yhteistyöelin) seuraa työryhmän suositusten täytäntöönpanoa suomalaisissa yliopistoissa ja raportoi edistymisestä UNIFI:lle kesällä 2016.

## 2 Työryhmän suositukset

Työryhmän suositukset lähtevät tehtäväksi annosta huomioiden arvioidut koulutustarpeet eri luonnontieteiden aloilla, suomalaisen tieteellisen tutkimuksen kehittämistarpeet ja kansallisen yhteistyön ja työnjaon. Erityisen vaikeaksi työryhmä näkee pienten koulutus- ja tutkimusalojen tulevaisuuden useissa yliopistoissa, joita profiloitumisen ohella voitaisiin keskittää. Työryhmä esittää myös kemian alalle valtakunnallista selvitysmiestä. Samoin tutkimus- ja kenttäasemien tuleva yhteistyö, työnjako ja tehtävät tulisi arvioida kansallisesti selvitysmiehen toimesta. Seuraavassa kuvataan lyhyesti kehittämissesityksien tausta ja työryhmän suositukset/esitykset.

### 2.1 Luonnontieteen koulutuksen kehittäminen

Yliopistoissa on 2010-luvulla tehty useita rakenteellisen kehittämisen toimenpiteitä luonnontieteiden aloilla. Vuoden 2011 tilanne on kuvattu edellisen luonnontieteen RAKE-ryhmän raportissa (UNIFI, 2011). Yliopistojen kuvaukset luonnontieteissä vuosina 2011-2014 tehdyistä rakenteellisen kehittämisen toimenpiteistä on kuvattu liitteessä 1.

Vaikkakin merkittäviä rakenteellisia uudistuksia eri yliopistoissa ja eri aloilla on luonnontieteissä jo tehty, eivät tehdyt muutokset ole ratkaisseet luonnontieteen alojen keskeisiä ongelmia: joidenkin alojen heikkoa houkuttelevuutta (kuvat 1 ja 2) ja koulutuksen läpäisevyyttä (kuva 3). Yliopistoilla on vaikeuksia täyttää aloituspaikkoja perusluonnontieteisiin, fysiikkaan, kemiaan ja matematiikkaan. Lisäksi monet opiskelijoista, jotka aloittavat opintonsa edellä mainituilla aloilla, eivät suorita tutkintoa vaan siirtyvät suorittamaan opintoja muille koulutusaloille. Luonnontieteen opintoja tulisi kehittää houkuttelevimmiksi ja opiskelijat pitäisi sitouttaa luonnontieteen opintoihin heti opintojen alkuvaiheessa.

Muuttuva korkeakoulujen opiskelijavalinta tuo muutoksia myös luonnontieteen opiskelijavalinnan ja opintojen läpäisevyyden dynamiikkaan. Yhteishaku, yhden opiskelupaikan vastaanoton periaate ja ensikertalaisten hakukiintiöt tulevat vaikuttamaan luonnontieteen alojen hakuaktiivisuuteen ja opiskelijavalintaan. Nykyisten tilastojen valossa moni luonnontieteen koulutuspaikka on otettu vastaan sillä ajatuksella, että opiskelija siirtyy myöhemmin opiskelemaan siihen koulutuspaikkaan, johon on ensisijaisesti halunnut. Jatkossa opiskelupaikan vaihtaminen vaikeutuu. Tällöin opiskelupaikka, joka ei ole ollut alun perin hakijan ensisijainen valintakohde, voi jäädä valitsematta. Toisaalta suosittujen koulutuspaikkojen määrä ei tulevaisuudessa lisääny, eikä sisäänpääsy suosittuihin hakukohteisiin helpotu. Uudistuvan opiskelijavalinnan vaikutuksia luonnontieteen aloille on vaikea ennakoida. Uudet opiskelijavalinnan periaatteet voivat ratkaista luonnontieteen koulutuspaikkojen täyttämiseen liittyviä ongelmia, mutta voivat myös pahentaa niitä.

Muuttuva toimintaympäristö haastaa luonnontieteen aloja luomaan houkuttelevampia hakukohteita ja koulutusohjelmia. Luonnontieteen hakukohteiden on tulevaisuudessa oltava nykyistä laaja-alaisempia. Laaja-alainen kandidaattiohjelma on opiskelijoille houkuttelevampi hakukohde kuin erilliset suppeat hakukohteet, ja se tarjoaa opiskelijoille perusvalmiudet ymmärtää luonnontieteitä laaja-alaisesti. Koulutus voidaan rakentaa laaja-alaisessa kandidaattiohjelmassa opiskelijan tavoitteiden mukaan. Jatkossa koulutus profiloituu tutkinto-ohjelmien (maisteri- ja tohtoriohjelmien) kautta. Yliopistojen tutkinto-ohjelmat tulee profiloita yliopistojen tutkimuksen vahvuuksiin. Profiloidut tutkinto-ohjelmat edistävät luonnontieteiden kansallista työjakoa ja yliopistojen profiloitumista.

Kansainvälisen opiskelijarekrytoinnin kautta houkutellaan opiskelijoita englanninkielisiin tutkinto-ohjelmiin. Tarkoituksenmukaista on jatkaa englanninkielisiä tutkinto-ohjelmia niillä aloilla, joilla koulutus on

kansainvälisesti vetovoimaista. Tämä tukee koulutusvientiä ja vahvistaa suomalaisten yliopistojen roolia ja profiilia myös kansainvälisessä toimintaympäristössä.

Vastaavasti luonnontieteiden aineenopettajankoulutusta tulee kehittää houkuttelevammaksi opintokokonaisuudeksi. Luonnontieteiden aineenopettajankoulutukseen tulee luoda yhteiset kansalliset kriteerit. Yliopistojen tulisi hyödyntää profiloitumistaan myös antamassaan aineenopettajakoulutuksessa ja tehdä yhteistyötä tarjoamalla profiilinsa mukaista koulutuskokonaisuutta toisten yliopistojen käyttöön. Kaikissa yliopistoissa ei ole tarpeen ylläpitää kaikkia luonnontieteen aloja vain aineenopettajankoulutuksen tarpeisiin. Yliopistojen yhteistyön kautta voidaan poistaa yliopistojen profiloitumista jarruttavia tekijöitä.

Toisilla luonnontieteen aloilla, biologiassa, biotieteissä ja ympäristötieteissä, joiden hakukohteet ovat suosittuja ja opintojen läpäisevyys parempi, on työmarkkinoilla ylitarjontaa osaajista. Bio- ja ympäristötieteissä koulutusvolyymit ovat yhteiskunnan tarpeisiin nähden liian suuret. Yliopistojen tulee supistaa näiden alojen sisäänottoa ja keskittää koulutusta harvempiin yksiköihin.

Luonnontieteen alojen tohtorikoulutusta tulee kehittää vastaamaan paremmin elinkeinoelämän tarpeita. Luonnontieteen alan tohtoreilla on osaamista, jota tulisi tunnistaa ja hyödyntää suomalaisessa elinkeinoelämässä nykyistä paremmin. Koulutustason nostaminen parantaa osaamistasoa ja synnyttää uusia innovaatioita. Perusluonnontieteissä tohtorin tutkinnon suorittaneiden määrää tulee lisätä maisterin tutkinnon suorittaneiden määrään nähden lisäämättä perusopiskelijoiden sisäänottoa.

Suositus 1. Yliopistot luovat laaja-alaiset hakukohteet luonnontieteiden kandidaattiohjelmiin, erityisesti perusluonnontieteisiin, fysiikkaan, matematiikkaan ja kemiaan. Myös muille luonnontieteen aloille luodaan tarkoituksenmukaiset laajat hakukohteet.

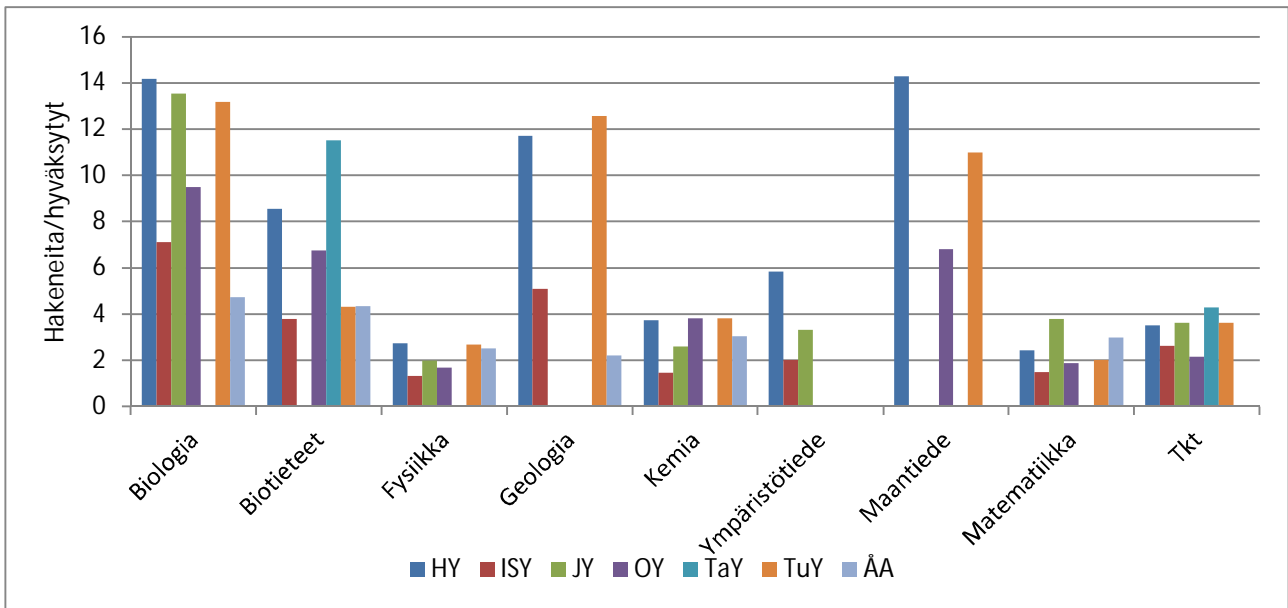
Suositus 2. Yliopistot profiloivat luonnontieteen koulutusta yliopiston tutkimusprofiilin mukaisiksi tutkinto-ohjelmiksi (maisteri- ja tohtoriohjelmat).

Suositus 3. Yliopistot arvioivat luonnontieteen alan kansainväliset tutkinto-ohjelmat, profiloivat ja kehittävät ohjelmia nykyistä vetovoimaisemmiksi ohjelmiksi.

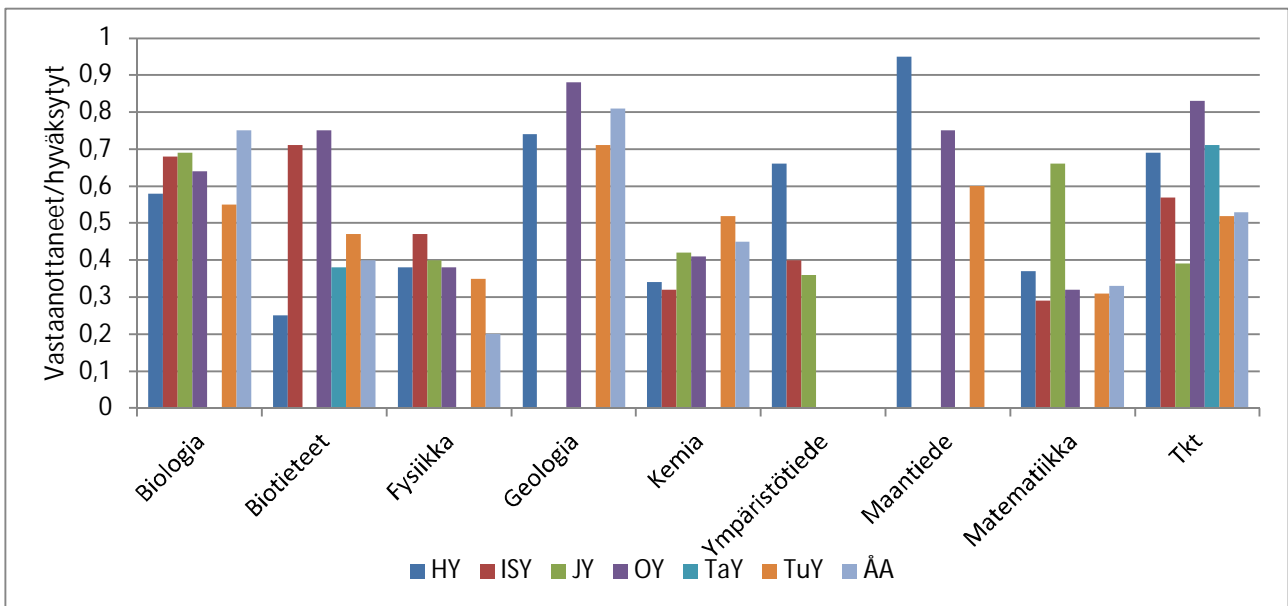
Suositus 4. Luonnontieteiden aineenopettajankoulutukselle luodaan yhteiset kansalliset laatukriteerit ja yliopistojen koulutusyhteistyötä aineenopettajankoulutuksessa vahvistetaan.

Suositus 5. Yliopistot sopivat bio- ja ympäristötieteiden koulutuksen kansallisesta työnjaosta ja vähentävät koulutusvolyymejä.

Suositus 6. Yliopistot nostavat tohtorin tutkinnon suorittaneiden määrää suhteessa maisterin tutkinnon suorittaneiden määrään erityisesti fysiikassa ja kemiassa. Luonnontieteiden tohtorikoulutusta kehitetään vastaamaan elinkeinoelämän tarpeita.

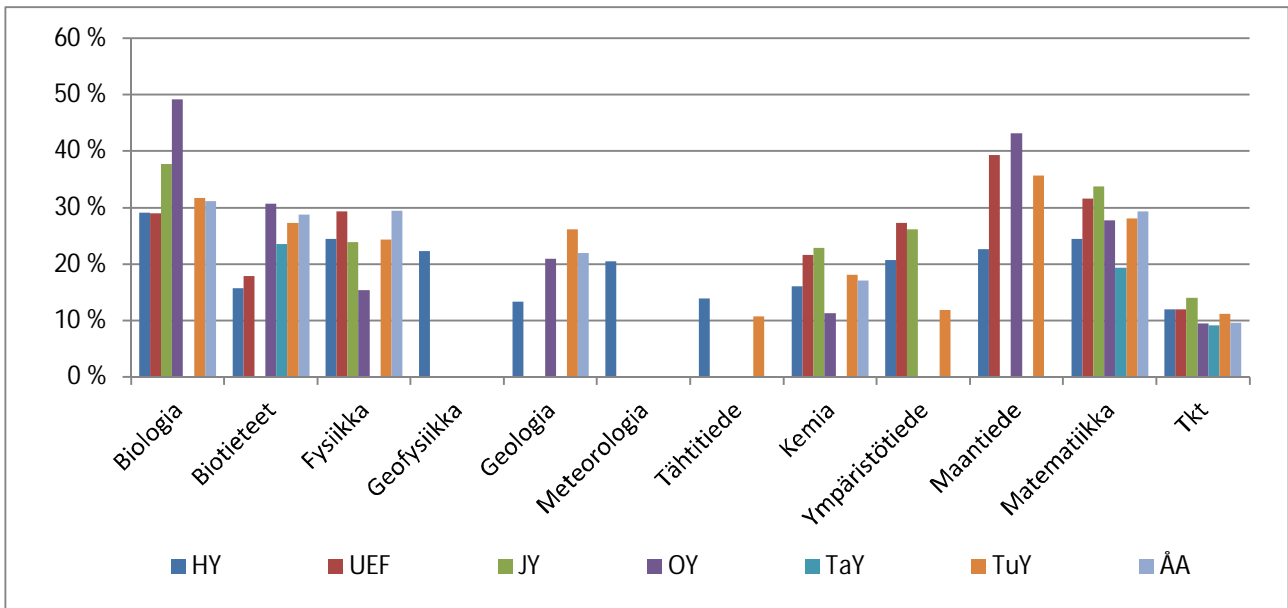


Kuva 1. Opiskelupaikkaa hakeneiden määrä suhteessa hyväksytyjen opiskelijoiden määrään luonnontieteiden aloilla 2011.

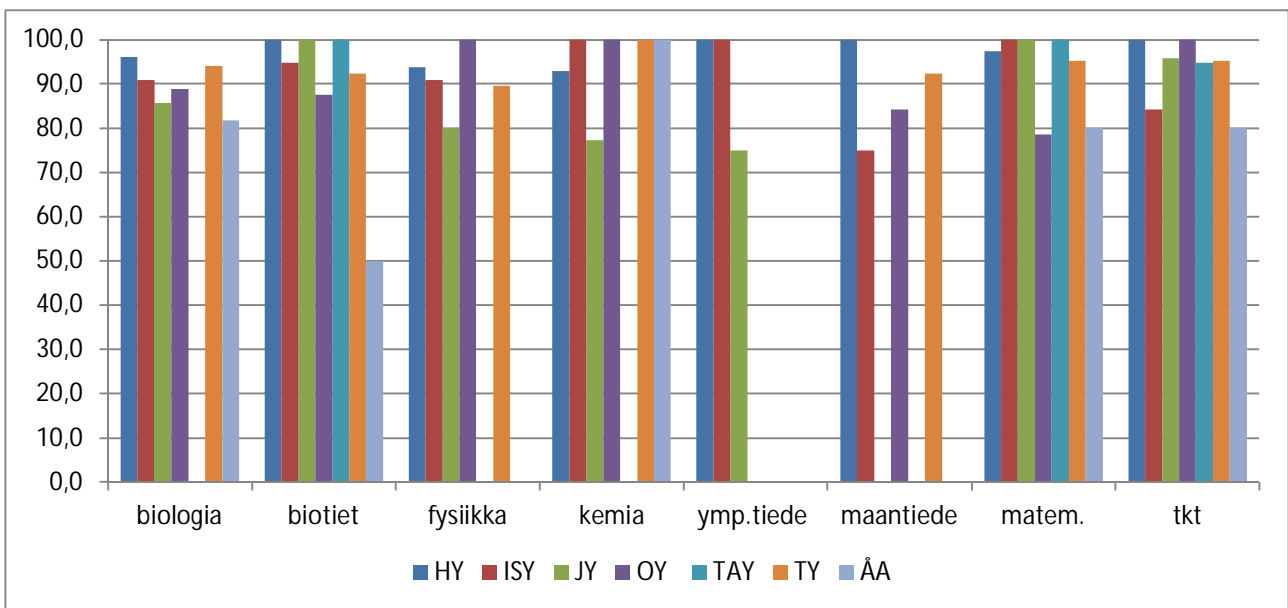


Kuva 2. Opiskelupaikan vastaanottaneiden opiskelijoiden määrä suhteessa hyväksytyjen opiskelijoiden määrään luonnontieteiden aloilla 2011.





Kuva 3. 55 opintopistettä suorittaneiden opiskelijoiden osuus luonnontieteiden aloilla 2011.



Kuva 4. Luonnontieteen aloilta valmistuneiden opiskelijoiden työllistyminen 2010.

## 2.2 Luonnontieteen tutkimusympäristöjen kehittäminen

Suomalaisissa yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa on paljon merkittäviä ja kalliita kansallisia ja kansainvälisiä luonnontieteiden hyödyntämiä tutkimuksen infrastruktuureita. Infrastruktuureiden yhteiskäyttöä tulisi tehostaa ja työnjakoa koordinoita. Kansallisesti rahoitetun tutkimusinfrastruktuurin pitäisi olla kansallisella tasolla tehokkaasti yhteiskäytössä yhteisillä pelisäännöillä. Kansallisen infrastruktuurin lisäksi yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa on paljon paikallisia infrastruktuureita, joiden rahoitusmekanismit tulisi rakentaa paikallisesti. Biokeskus Suomi -verkosto koordinoi jo biotieteiden ja biolääketieteen tutkimusinfrastruktuuria. Luonnontieteen dekaanikokouksen (yhteistyöelin) tulisi vastaavasti koordinoita luonnontieteen tutkimuksen infrastruktuuria.

Suomessa on myös merkittäviä kansainvälisiä tutkimusinfrastruktuureita. Yliopistojen tulee olla aktiivisesti mukana hyödyntämässä näitä kansainvälisiä infrastruktuureja täysimääräisesti.

Yliopistoilla ja sektoritutkimuslaitoksilla on useita tutkimuksen kenttäasemia. Kenttäasemien yhteiskäyttöä tulisi tehostaa ja asemien toimintaa profiloida. Pyrkimyksenä tulisi olla kenttäasemien laajamittainen yhteiskäyttö organisaatioiden välillä sekä nykyistä tiiviimpi kenttäasemien verkosto. Suomalaista kenttäasemaverkostoa on mahdollisuus selvittää laajemminkin pohjoismaisena yhteistyönä.

Suositus 7. Yliopistojen ja tutkimuslaitosten kenttäasemista, niiden kehittämisestä, yhteistyöstä ja työnjaosta, tulee tehdä perusteellinen kansallinen selvitys yhdessä sektoritutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa. Tehtävään esitetään erillistä selvitysmiestä.

## 2.3 Alueellinen yhteistyö ja työnjako

Luonnontieteiden kansallista profilointia tulee kehittää yhteistyössä yliopistojen kanssa. Tavoitteena tulee olla vahvat kansallisesti merkittävät mutta profiloituneet osaamiskeskittymät luonnontieteiden alalla. Koulutusta ja tutkimusta tulee kehittää myös alueellisesti kumppanuusyliopistojen kanssa. Luonnontieteen tutkimusta voidaan profiloida alueellisesti ja tehdä koulutusyhteistyötä maantieteellisesti lähekkäin sijaitsevien yliopistojen kesken.

Suositus 8. Luonnontieteissä vahvistetaan yliopistojen alueellista yhteistyötä ja työnjakoa.

### 2.3.1 Pääkaupunkiseutu

Tietojenkäsittelytiede. Aalto-yliopiston ja Helsingin yliopisto tavoitteena on kehittää pääkaupunkiseudulle vahva, kansainvälisesti merkittävä ICT-alueen toimintakeskus. Yhteistyö toteutetaan pääasiassa yhteisen tietotekniikan tutkimuslaitoksen (HIIT, Helsinki Institute for Information Technology) puitteissa. Koneoppiminen ja tiedonlouhinta ovat yhteisiä vahvuusalueita, joilla tehtävä yhteistyö kasvattaa tutkimusympäristön laajuutta ja elinvoimaa. Toisaalta molemmat organisaatiot keskittyvät vahvistamaan painoalojensa tutkimuskärkeä. Yliopistojen yhteinen tutkijakoulu HICT ja yhteinen post-doc rekrytointi HIIT:n puitteissa vahvistaa pääkaupunkiseudun noin 120 professorin vahvuisen ICT-osaamiskeskittymän kansainvälistä näkyvyyttä.

Fysiikka. Yhteisen vahvuusalueen materiaalitutkimuksen alueella Helsingin yliopisto profiloituu suurten eurooppalaisten materiaalitutkimuksen infrastruktuurien (ESRF, MAX-IV ja XFEL) hyödyntämiseen säteilyn ja materian vuorovaikutusten tutkimuksessa, Aalto-yliopisto painottaa tiiviin aineen materiaalfysiikkaa, matalien lämpötilojen kvantti-ilmiöitä sekä mikro- ja nanoteknologioita. Yhteistyötä tehdään erityisesti Micronovan puhdistilainfrastruktuurin puitteissa. Suomen CERN-jäsenyyteen liittyvä kiinteän aineen fysiikan tutkimusyhteistyö toteutetaan fysiikan tutkimuslaitoksen (HIP) puitteissa siten, että HY vastaa hiukkasfysiikan tutkimuksesta (kokeellinen alkeisfysiikka) kun taas Aalto-yliopiston painopiste on teknologiakehityksessä. Avaruus- ja tähtitieteessä Helsingin yliopistolla on kattava ohjelma, johon Aalto-yliopisto osallistuu Kumpulan avaruuskeskuksen puitteissa tehtävänä yhteistyönä aurinkokunnan tutkimuksen, radioastronomian ja avaruusteknologian osalta.

Matematiikka. Aalto-yliopisto jatkaa profiloitumista tutkimuksen painoalueilleen operaatiotutkimuksen, tilastotieteen, stokastiikan sekä diskreetin matematiikan alueilla. HY:n matematiikan tutkimus on laaja-alaista. Erityistä osaamista on sekä suomalaisen matematiikan perinteisellä alalla analyysissa että

sovelletussa matematiikassa (inversio-ongelmat, biomatematiikka) ja logiikassa. Tilastotieteen erityisvahvuuksia ovat biometria, ekonometria sekä laskennallinen tilastotiede. Pääkaupunkiseudun opetusyhteistyötä tiivistetään jatkossa.

Kemian profilointia jatketaan osana kansallista profilointikeskustelua. Aalto-yliopisto ja HY muodostavat pääkaupunkiseudulle vahvan kokonaisuuden, jossa molemmat keskittyvät vahvuuksiinsa välttäen päällekkäisiä toimintoja. Pääkaupunkiseudun opetusyhteistyötä tiivistetään.

### 2.3.2 Turku

Turun yliopiston ja Åbo Akademin yhteistyö eri tieteenaloilla on mittavaa ja sillä on pitkä historia. Merkittävimmät toiminnot ovat Biocity Turku -katto-organisaatio bioalan tutkimusyhteistyölle, yhteiset erillislaitokset Biotekniikan keskus, PET-keskus ja tietotekniikan alan TUCS Turku Center for Computer Science, sekä Kemian laitekeskus. Tällä hetkellä myös molempien yliopistojen Informaatiotekniikan laitokset ovat samassa rakennuksessa ja kiinteässä yhteistyössä keskenään. Toinen merkittävä yhteistyöala on biokuvantaminen, jossa on yhteinen maisteriohjelma.

Yliopistojen välinen infrastruktuuriyhteistyö on mittavaa ja sitä toteutetaan erityisesti yhteisten erillislaitosten ja muiden organisaatioiden kautta. Esimerkkejä: PET-keskukseen hankitaan uusi syklotroni radionuklidien tuottamiseen yliopistojen yhteisesti 2013 saamalla FIRI-rahoituksella, kustannusarvio 1,6 M€. Yliopistot sijoittavat yhdessä 1,5 M€ Kemian laitekeskuksen laitekannan uusimiseen (NMR- ja massaspektrometrilaitteita).

Yliopistoilla on yhteistyössä rakenteilla lääkekehityksen, diagnostiikan ja kuvantamisen monitieteinen profiili, joka koostuu sekä yhteistyöstä että työnjaosta lääke- ja biotieteiden mutta myös farmasian, fysiikan ja kemian aloilla. Yhteistyötä ja työnjakoa kehitetään edelleen materiaalien tutkimuksessa. Molempien yliopistojen geologia sekä Turun yliopiston arkeologia sijoitetaan Åbo Akademin säätiön omistamaan Geotaloon, ja samalla aloitetaan geologiassa yhteinen englanninkielinen maisteriohjelma. Turun yliopiston maantieteen ja arkeologian sekä molempien yliopistojen geologian ja biologian yhteistyönä on tarkoitus rakentaa geospaatialisen tutkimuksen ja koulutuksen profiili, johon sisältyy yhteistyötä ja työnjakoa.

### 2.3.3 Tampere

Tamperelaisten yliopistojen yhteistyösuunnitelmat liittyvät vuonna 2014 aloitettuun Tampere3 -hankkeeseen, jonka puitteissa on tarkoitus lisätä TTY:n, TaY:n ja Tampereen ammattikorkeakoulun yhteistyötä. Hanketta viedään eteenpäin lisäämällä substanssiin perustuvaa yhteistyötä, työryhmän saaman tiedon mukaan ei nopealla hallinnollisella yhdistymisellä. Luonnontieteiden alalla keskeinen kohde on jo vuosia jatkunut BioMediTech-yhteistyö, jossa yhdistyvät TTY:n osaaminen biolääketieteen tekniikassa ja TaY:n osaaminen bioteknologiassa. Tämän lisäksi TTY:n ja TaY:n informaatiotieteiden, tilastotieteiden ja matematiikan tutkimusalat täydentävät toisiaan hyvin ja yhteistyötä tullaan tiivistämään edelleen.

### 2.3.4 Itä-, Keski- ja Pohjois-Suomi

Kumppanuusyliopistot hakevat konkreettisia toimintamalleja työnjaon ja toisiaan täydentävien profilaatioiden kehittämiseksi. UEF jatkaa Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunnan rakenteellisia uudistuksia sekä profiloi tutkimusta ja koulutusta poikkitieteellisille UEF:n vahvuusaloille.

Bio- ja ympäristötieteet. Yhteistyön ja profilaation kehittäminen koetaan tärkeäksi. JY:ssä ympäristötiede on perinteisesti keskittynyt ihmisen toiminnan ympäristövaikutuksiin (ekotoksikologia, ympäristövaikutusten arviointi, ympäristöteknologia), UEF:ssä ympäristötieteiden fokus on kohdistunut

ihmisen ja ympäristön vuorovaikutusten tarkasteluun, etenkin ympäristöterveyden kysymyksiin ja ihmiselle haitallisten ympäristömuutosten tarkasteluun. UEF:n panostukset ympäristötieteisiin ovat merkittävästi suurempia kuin Jyväskylässä. Biologia-ympäristötieteissä JY:n painopiste on selkeästi enemmän biologian puolella kuin UEF:n.

Painotuseroja kirkastetaan edelleen mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- JY painottaa biologisesti suuntautuvaa ympäristötiedettä omassa toiminnassaan ja luopuu samalla ympäristöteknologiasta. Ympäristövaikutusten arviointi sisällytetään muihin opintoihin ja alan tutkimuksellinen merkitys pienenee.
- JY integroi ekotoksikologian ja ympäristömikrobiologian tutkimuksen ja koulutuksen osaksi monitieteellistä uusiutuvat luonnonvarat ja elinympäristön kemia –vahvuusaluetta. JY luopuu samalla ympäristötieteen erillisestä sisäänotosta.
- JY ja ISY profiloituvat bio- ja ympäristötieteissä selkeästi omiin vahvuusalueisiinsa pyrkien luomaan yhteistyön kautta vahvan kokonaisuuden.
- JY luopuu biologian aineenopettajakoulutuksesta. UEF hyödyntää omassa toiminnassaan JY:n osaamista aineenopettajakoulutuksessa.
- Yliopistot laativat puitesopimuksen Konneveden tutkimusaseman yhteiskäytöstä. Yhteinen kurssitoiminta alkaa ekologian kenttäkurssilla kesällä 2015 ja aseman toimintaa sekä yhteistä koulutustarjontaa kehitetään yhdessä saatujen kokemusten perusteella.
- UEF vahvistaa ympäristötieteen koulutusta ja integroi siihen osia biologian koulutuksesta muodostaen nykyistä laajemman hakukohteen.
- UEF vähentää nykymuotoisen biologian koulutuksen sisäänottoa ja keskittyy jatkossa ensisijaisesti biologian aineenopettajien koulutukseen
- UEF kehittää organisaattiorakennettaan koulutusrakenteiden uudistumista tukevaksi

OY:n profiili luonnontieteissä eroaa em. yliopistoista. Biologian alalla OY:n profiili painottuu jatkossa populaatiogenetiikkaan ja -genomiikkaan sekä yhteisöekologiaan. OY ei jatkossa panosta ympäristötieteen kehittämiseen.

Fysiikka. Tutkimus on molemmissa yliopistoissa korkeatasoista, profiilit poikkeavat selvästi eikä päällekkäisyyksiä ole.

Kemia. Tutkimus UEF:ssa suuntautuu vahvasti yliopiston strategisia poikkitieteellisiä vahvuusaloja tukevaksi, huomioiden myös kemian alan valtakunnalliset linjaukset. Yliopistojen profiilit eriytyvät kemian alalla entisestään ja kehittäminen tapahtuu ennen kaikkea nykyisten organisaatioiden puitteissa ja Kemia Suomi -hankkeessa.

## 2.4 Kansallinen yhteistyö ja työnjako

Edellinen luonnontieteen koulutuksen rakenteellista kehittämistä pohtinut työryhmä selvitti yliopistojen profiloitumista eri luonnontieteen aloilla ja antoi joitakin suosituksia yhteistyöstä ja työnajosta (UNIFI, 2011). Annetut suositukset eivät ole laajamittaisesti toteutuneet ja keskustelut työnajosta yliopistojen välillä edellisten RAKE-ryhmien jälkeen eivät ole jatkuneet. Liitteessä 2 on kuvattu yliopistojen tämän hetkinen tutkimusprofiili luonnontieteen aloilla (liite 2).

Työryhmä näkee, että yliopistojen profilointi ja työnjako on jatkuva prosessi, ei erillinen kertaluontoinen projekti. Työryhmä piti erinomaisena teknillisten yliopistojen toimintamallia, jossa profiloitumisesta ja työnajosta sovitaan säännöllisesti teknillisten yliopistojen yhteistyöryhmässä. Luonnontieteenalan dekaaneiden kokous (yhteistyöelin) voisi ottaa koordinaativastuun luonnontieteiden kansallisesta

profiloitumisesta, mukaan lukien henkilöstörekrytoinnit ja tutkimusinfrastruktuurit. Profiloinnin tueksi yliopistojen tulee tehdä omat arvionsa vahvuuksistaan, suhteutettuna käytettyihin panoksiin ja saavutettuihin tuloksiin koulutuksessa ja tutkimuksessa.

Suositus 9. Yliopistot sopivat luonnontieteen koulutuksen ja tutkimuksen profiloitumisesta (ml. tutkimusinfrastruktuurit) ja työnjaosta jatkuvana prosessina teknillisten yliopistojen toimintamallin mukaisesti. Perustetaan dekaanikokouksen päätöksenteon vahvistamiseksi yhteistyöelin.

Osa luonnontieteen tutkimuksesta on jo varsin hyvin profiloitunutta, kuten esimerkiksi Biokeskus yhteistyössä sekä fysiikan ja geotieteiden aloilla. Osa aloista on heikosti profiloitunut ja työnjakoon liittyvät keskustelut yliopistojen välillä ovat vasta käynnistyneet. Erityisesti kemiassa sekä bio- ja ympäristötieteissä yliopistojen tutkimuksen profilointia ja työnjakoa tulisi kehittää. Suomen yliopistojen kemian ja kemian tekniikan laitokset aloittivat kansalliset neuvottelut tutkimuksen ja koulutuksen tehostamiseksi syyskuussa 2014 ja käynnistivät Kemia Suomi -hankkeen. Hankkeessa on kartoitettu eri yliopistojen tutkimuksen painoalueet. Merkittävä osa Suomen kemian tutkimuksesta kuuluu neljään pääteemaan: (i) ihmisen ja hyvinvoinnin kemia, (ii) kestävä kemia, (iii) energian tuotantoon ja varastointiin liittyvä kemia, sekä (iv) materiaalikemia. Neuvotteluja tulee jatkaa kemian profiloinnista ja työnjaosta huomioiden kemian suuri kansallinen merkitys vientialana.

Suositus 10. Käynnistetään erillinen selvitys kemian tutkimuksen profiloitumisesta ja työnjaosta. Kemian alan koulutusta tulee uudistaa vastaamaan tulevaisuuden haasteita. Tehtävään esitetään erillistä selvitysmiestä.

Volyymiltään pienillä luonnontieteen aloilla, kuten tähti- ja avaruustieteissä, koulutusyhteistyötä yliopistojen välillä tulee tiivistää. Pienille aloille ei ole tarpeen rekrytoida omia professuureja jokaiseen yliopistoon. Tähtitiede, avaruustutkimus ja geofysiikka tulee nähdä yksittäisiä pääaineita laajempuna kokonaisuutena, jossa kullakin yliopistolla (OY, HY, TuY, Aalto) on omat profiilinsa.

### 3 Yhteenveto

Suositus	Aikataulu	Vaikuttavuus	Kommentit
Vetovoimainen koulutus			
Laaja-alaiset hakukohteet kandidaattiohjelmiin (esim. fys. mat. kem.)	Yliopistokohtaisesti 2015-2017	Vetovoimaiset hakukohteet, joustavat opintopolut, opiskelijoiden sitoutuminen luonnontieteisiin, antaa vahvan pohjan kansalliselle profiloinnille	Muuttuvan opiskelijavalinnan vaikutukset luonnontieteisiin epävarmat
Yliopiston profiiliin mukaiset temaattiset tutkinto-ohjelmat	Yliopistokohtaisesti 2015-2018	Vahvistaa yliopistojen tutkimuksen profiloitumista	
Kansainvälisten tutkinto-ohjelmien arviointi, profilointi ja kehittäminen	Yliopistokohtaisesti 2015-2018	Vetovoimainen kansainvälinen koulutus, tukee koulutusvientiä, vahvistaa yliopistojen profiloitumista	Kansallinen yhteistyö ja työnjako
Aineenopettajakoulutuksen kansalliset laatukriteerit ja yliopistojen koulutusyhteistyö	Kansalliset laatukriteerit 2016	Houkuttelevampi hakukohde, koulutusyhteistyö mahdollistaa yliopistojen profiloitumista	
Koulusvolyyymien vähentäminen biologiassa, biotieteissä ja ympäristötieteissä	Työnjako ja riittävän suuret koulutusyksiköt, koulutuksen sisällön kohdentaminen yhteiskunnan tarpeisiin	Parempi työllisyys, yliopistojen profiloituminen	Vahva yliopistojenvälinen yhteistyö ja työnjako
Nostetaan tohtorintutkintojen määrää suhteessa	2015-2020	Osaamistaso työmarkkinoilla paranee,	Kiinnitettävä huomiota tohtoreiden työllistymiseen ja

maisterintutkintojen määrään erityisesti fysiikassa ja kemiassa, tohtorikoulutusta kehitetään vastaamaan työelämän tarpeita		tutkimuksen taso ja Suomen kilpailukyky vahvistuvat	työelämätaitoihin
Tutkimusedellytysten parantaminen			
Kenttäasemien selvitys	Selvitysmiestyö 2015, toteutus 2016-2020	Kenttäasemien profilointi ja yhteistyö ja lakkauttaminen, mikäli perusteet tähän ovat olemassa	Yhteistyössä sektoritutkimuslaitosten kanssa, mahdollisuus pohjoismaiseen yhteistyöhön, selvityksen rahoitus
Luonnontieteiden kansallinen profilointi			
Luonnontieteiden profilointi jatkuvana prosessina	Dekaanikokous 2015 alkaen, dekaanikokouksen roolin vahvistaminen (yhteistyöelin), dekaanikokous raportoi suosituksen toteutumisesta UNIFI:n hallitukselle kesällä 2016	Parantaa työnjakoa ja yhteistyötä, koordinoi infrastruktuureita, yliopistot raportoivat suositusten toteutumisesta UNIFI:lle	Yliopistojen sitoutuneisuus tärkeä, luonnontieteiden dekaanikokouksen yhteistyöelimen otettava enemmän vastuuta profiloinnista
Alueellinen työnjako ja yhteistyö - Pääkaupunkiseutu: Life Science ja ICT - Tampere 3: BioMediTech - Turku: IT, BioCity, geotieteet - Itä-, Keski- ja Pohjois-Suomi: biologia ja ympäristötiede	2015 alkaen	Alueellinen yhteistyö ja työnjako vahvistuvat sovitun ohjelman mukaan	
Kemia Suomi -hanke	Selvitysmiestyö 2015, toteutus 2016-2020	Koulutuksen ja tutkimuksen uudistus, työnjako, vahvistaa kansallista osaamista ja elinkeinoelämän uudistumista	Yliopistojen sitoutuneisuus tärkeä, hyvä pohjasuunnitelma on jo olemassa, selvitystyön rahoitus

# LIITE 1. Yliopistojen kuvaukset rakenteellisen kehittämisen toimenpiteistä luonnontieteissä 2011-2014

## 1. Aalto-yliopisto

Aalto-yliopisto ei varsinaisesti toimi luonnontieteellisellä koulutusalueella mutta erityisesti yliopiston teknistieteellisen alan tutkimus kytkeytyy läheisesti luonnontieteelliseen perustutkimukseen. Läheisimmät kytkennät ovat matematiikassa (ml. tilastotiede), teknillisessä fysiikassa, kemian tekniikassa (ml. biokemia ja biotieteet) ja ICT:ssä (ml. tietojenkäsittelytieteet ja informaatiotekniikka). Sisällöllisesti luonnontieteellinen perustutkimus painottuu alueille, jotka tukevat yliopiston seitsemää tutkimuksen painoaluetta: ICT ja digitalisaatio, materiaalit ja kestävä luonnonvarojen käyttö, taiteen ja designin tiedonmuodostus, liiketoiminta muuttuvassa kansainvälisessä ympäristössä, edistyneet energiaratkaisut, ihmiskeskäinen elinympäristö, terveys ja hyvinvointi.

Aalto-yliopiston keskeiset matematiikan tutkimusalueet ovat operaatiotutkimus, stokastiikka, tilastotiede ja diskreetti matematiikka sekä muu tekniikan tutkimusta tukeva matematiikka. Yritysten ja julkisen sektorin tarpeisiin vastaava operaatiotutkimus ja sen vahva opetus ovat kansallisesti ainutlaatuisia. Myös stokastiikka ja tilastotiede ovat kasvualueita, jotka hyödyttävät erityisesti data-analytiikkaa ja tiedon louhintaa. Diskreetin matematiikan merkitys kasvaa erityisesti ICT-alueen, signaalinkäsittelyn ja laskennallisten tieteiden tarpeista lähtien. Näille matematiikan alueille on suunnattu useita professuureja.

Fysikaalisten tieteiden tutkimuksessa Aalto-yliopisto keskittyy erityisesti materiaalitutkimukseen ja energiatieteisiin. Materiaalitutkimus on Aalto-yliopiston vahvuusalue, jota tehdään monitieteisenä yhteistyönä kaikissa Aalto-yliopiston tekniikan korkeakouluissa. Kiinteän aineen tutkimuksen erityisinä painoaloina ovat matalien lämpötilojen kvantti-ilmiöt, mikro- ja nanoteknologiat sekä teoreettinen ja laskennallinen materiaalfysiikka. Kokeellisen tutkimuksen vahvistamiseksi Micronovan Nanofab, nanomikroskopiakeskus sekä OV Lounasmaa-laboratorion kryohallit on organisoitu yhdeksi OtaNano - tutkimusinfrastruktuuriksi, joka on myös kansallisella infrastruktuurien tiekartalla. Materiaalitieteiden painoaloille on suunnattu 45 uutta professuuria, mikä on noin puolet alan professorivahvuudesta Aalto-yliopistossa.

Energiatutkimus on Aalto-yliopiston monitieteinen painoalue, jonka toimintaa tukemaan on perustettu sekä yliopistonlaajuinen energiaplattform että erityisesti energiatehokkuuteen profiloituva tutkimusohjelma. Energiatutkimus kattaa myös energian varastoinnin, fissio- ja fuusiotutkimuksen sekä poikkitieteellisen ydin- ja säteilyturvallisuuden edellyttämän tutkimuksen sekä ympäristön monitoroinnin ja ympäristöystävällisten teknologioiden kehittämisen. Energiatutkimusta on vahvistettu lähes 20 uudella professuurilla.

Kemian tutkimus fokuoitetu kemian tekniikkaan, funktionaalisiin materiaaleihin, prosessitekniikkaan (erityisesti digitalisaation ja automaation hyödyntäminen prosesseissa), puunjalostuksen kemiaan sekä biotekniikan ja biotalouden tutkimukseen. Materiaalikemian osalta Aalto-yliopistossa tehtävä perustutkimus keskittyy energiaan liittyviin materiaaleihin, epäorgaaniseen materiaalikemiaan, polymeeritekniikkaan sekä synteettiseen orgaaniseen kemiaan. Nouseva painoalue biotalous yhdistää kemian, puunjalostustekniikan, kemian tekniikan ja teollisen biotekniikan tutkimuksen. Biotalouteen tarvittava kokeellinen tutkimusympäristö on koottu merkittäväksi kokonaisuudeksi, joka on myös kansallisella tiekartalla. Jo tehdyillä ratkaisuilla Aalto-yliopiston tutkimus kaivannaisteollisuuden ja vuorikemian alueilla siirtyy mineraalien ja metallien tutkimuksesta pääosin uusien funktionaalisten materiaalien tutkimukseen ja materiaalien kestävään kehitykseen perustuvaan prosessointiin. Puunjalostustekniikan alueella tutkimus on siirtynyt paperi- ja puutekniikatutkimuksesta metsäpohjaiseen



biojalostamotutkimukseen sekä geneeriseen biomateriaalitutkimukseen. Aktiivisiin, funktionaalisiin ja biomateriaaleihin, edistyneisiin prosessiteknologioihin sekä teolliseen biotekniikkaan on suunnattu useita professuureja.

Aalto-yliopisto on merkittävä toimija ICT:n ja sen sovellusten alueella. Tutkimuksen vahvuuksia ovat ICT-alueen perusteknologiat, laskenta ja mallinnus, uusi media, systeemitason osaaminen sekä digitalisaatio ja sen sovellukset.

Sovellusalueet mukaan lukien ICT-sektorilla toimii noin 100 professoria, joista noin 50 on rekrytoitu vuoden 2011 jälkeen. Aalto-yliopisto osallistuu aktiivisesti Tieteen tietotekniikan keskuksen CSC:n toimintaan, mutta on lisäksi investoinut merkittävästi oman laskentaympäristön SCIENCE-IT:n kehittämiseen sekä digitaalisten tuotantoteknologioiden kehittämiseen. ICT-alueen profiloinnista ja kehittämisestä on keskusteltu laajasti sekä tekniikan yliopistojen välisissä työnjakokeskusteluissa että yliopiston sisällä, mikä on johtanut uuden laaja-alaisen ICT-maisteriohjelman perustamiseen sekä toimintojen uudelleenorganisoimiseen Aalto-yliopistossa. Yhteistyö Helsingin yliopiston kanssa toteutetaan yhteisen Tietotekniikan tutkimuslaitos HIIT:n sekä aktiivisesti toimivan tohtorikoulutusverkoston kautta. Viimeisimmät yli 10 professuuria on suunnattu bioinformatiikkaan, tietokonegrafiikkaan, pelien tutkimukseen, ohjelmistotekniikkaan, ihminen-kone-vuorovaikutukseen, stokastiseen mallintamiseen sekä tieto- ja viestintätieteiden eri alueille.

## 2. Helsingin yliopisto

Geologia. Kansainvälisen tason tutkimuksen vahvistamiseksi ja profiloimiseksi geotieteiden ja maantieteen laitoksen osastorakenne erotetaan oppiaineista ja muutetaan tutkimusperusteiseksi vuoden 2015 alusta lähtien. Geologia profiloituu kahden osaston alle, joiden työniminä ovat "maankuoren kehitys ja luonnonvarat" sekä "biogeotiede". Biogeotieteen osaston keskeistä tutkimusta on ympäristön muuttuminen nyt ja menneisytydessä. Molempien osastojen tutkimus perustuu voimakkaasti eksakteihin luonnontieteisiin. Geofysiikan opetusta ja tutkimusta on vahvistettu geofysiikan lehtoraatilla ja geodynamisen mallinnuksen apulaisprofessorilla. Geologialla ja fysiikalla on yhteinen erikoistumislinja syksystä 2014 alkaen.

Maantiede. Kansainvälisen tason tutkimuksen vahvistamiseksi ja profiloimiseksi geotieteiden ja maantieteen laitoksen osastorakenne erotetaan oppiaineista ja muutetaan tutkimusperusteiseksi vuoden 2015 alussa. Uudessa rakenteessa luonnonmaantieteen ja kaukokartoituksen merkitystä vahvistetaan sijoittamalla ne uuteen "biogeotieteen" -osastoon yhdessä aihetta tutkivien geologien kanssa. Biogeotieteen osaston keskeisiin tutkimuskysymyksiin kuuluu ympäristön muuttuminen nyt ja menneisytydessä. Lisäksi luonnonmaantieteeseen on rekrytoitu uusi fysikaalisen maantieteen professori vuonna 2013. Ihmismaantiede ja aluetiede muodostavat oman osastonsa, jonka profiloitumisessa painotetaan suunnittelumaantiedettä, aluetiedettä sekä tutkimusta ihmisen toiminnan ympäristövaikutusten alueella.

Biokemia. Molekyylibiotieteiden koulutusohjelma aloitti toimintansa 2011 sisäisen päällekkäisen koulutuksen vähentämiseksi. Ohjelmassa ovat mukana biokemia, biotekniikka, perinnöllisyystiede ja yleinen mikrobiologia. Kandidivaiheessa koulutusohjelma on laaja-alainen (ei pääaineita). Bio- ja ympäristötieteellisen sekä maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan yhteinen molekyylibiotieteiden kandidaattiohjelma on perustettu v. 2014 ja ensimmäiset opiskelijat otetaan v. 2015 päävalinnassa.

Biologia. Ekologiaan ja evoluutiobiologiaan profiloitumista on vahvistettu (ekologian ja evoluutiobiologian professuuri ja ekologisen ja evolutiivisen genomiikan apulaisprofessuuri). Neurobiologian alalla yhteistyötä Aalto-yliopiston kanssa on tiivistetty mm. yhteisen tohtoriohjelman myötä. Mikrobiologian alalle on perustettu professuuri prokaryoottien solu- ja molekyylibiologiaan. Lisäksi vahvistetaan bioinformatiikan ja tilastotieteen osaamista (apulaisprofessuurit).

Ympäristötieteessä on vahvistettu ja vahvistetaan kaupunkitutkimusta ja -opetusta: 1) Kaupunkiekosysteemitutkimuksen professuuri 2013, 2) Kaupunkiympäristöpolitiikan apulaisprofessori 2012 3) kaupunkitutkimuksen yliopistonlehtori 2015, 4) Kaupunkiakatemia-sivuainekokonaisuus perustettiin ja käynnistettiin v. 2014 yhteistyössä matemaattis-luonnontieteellisen ja valtiotieteellisen tiedekunnan sekä Aalto-yliopiston kanssa. Lisäksi vesien tutkimusta profiloidaan akvaattisten biogeokemiallisiin kiertojen tutkimukseen (apulaisprofessorin yhteisrahoitus Vesijärvisäätio ja HY, 2015).

Matematiikka. Tietokoneavusteisen matematiikan tutkimus lopetetaan ja opetus on integroitu teollisuusmatematiikkaan. Topologisten transformaatioryhmien tutkimus on lopetettu. Näin vapautuneet varat suunnataan laitoksen vahvuusalueille kutsumalla harmonisen analyysin asiantuntija professoriksi. Harmoninen analyysi tukee vahvasti laitoksen molempia huippuyksiköjä.

Tilastotiede. Tilastotieteen lehtoraatti on lakkautettu. Sen sijaan on perustettu kolme uutta tenure-track-tehtävää, kaksi yhdessä lääketieteellisen tiedekunnan ja yksi biotieteellisen tiedekunnan kanssa tulemaan tilastotieteen tutkimusta ja opetusta HY:n profiloitua alueilla.

Tietojenkäsittelytiede. Tietojenkäsittelytieteessä painoalojen profiilia on vahvistettu vuosina 2011-2014 seuraavilla toimenpiteillä: 1) algoritmien ja koneoppimisen osaamista vahvistettu (2 apulaisprofessoria), 2) hajautettujen järjestelmien ja tietoliikenteen erikoistumislinjalla on vahvistettu tietoturvan aluetta (professuuri ja teollisuuden rahoittama tutkimuslaboratorio), 3) ohjelmistojärjestelmien erikoistumislinjan osaamista vahvistettu (professuuri ja määräaikainen kansainvälinen FiDiPro-professori).

Englanninkielistä koulutusta ja kansainvälistymistä on tuettu FiDiPro-professorin lisäksi mm. toteuttamalla ohjelmistojärjestelmiä lukuun ottamatta laitoksen koko maisteri- ja tohtorikoulutus englannin kielellä. Lisäksi haetaan tiedonhallinnan apulaisprofessoria kansainvälisellä rekrytoinnilla.

Laitos vetäytyi vuonna 2012 pienimuotoiseksi jääneestä, kolmen venäläisen ja neljän suomalaisen yliopiston yhteisestä ICT-alueen Cross-Border University -maisteriohjelmasta. Laitos on vakiinnuttanut tutkimuksellisesti vahvaa bioinformatiikan profiiliaan muuttamalla vuonna 2014 monitieteisen bioinformatiikan maisteriohjelman algoritmisen bioinformatiikan erikoistumislinjaksi saaden siitä samalla neljännen tutkimuksensa ja opetuksensa painoalan. Laitos on lisäksi täyttämässä painoalalle yhteistyössä bio- ja ympäristötieteellisen tiedekunnan ja biotekniikan instituutin kanssa vakinaistamispolun apulaisprofessorin tai professorin tehtävää.

Laitos on kompensoinut vuosina 2007-2008 tehtyä sisäänoton supistamista ja siitä aiheutuvaa tutkintomäärien vähentymistä ryhtymällä käyttämään vuodesta 2012 lähtien verkossa toimivaa MOOC-ohjelmointikurssiaan (Massive Open Online Course) kandidaattivaiheen erillisenä valintaväylänä.

Kemian laitoksen tutkimus profiloituu kahteen painoalaan: materiaalikemia ja kestävä kemia. Näiden vahvistamiseksi on tehty aloitteet vesikemian, radiolääkeainekemian ja synteetikemian professuureista. Laitoksella toimii maamme ainoa radiokemian laboratorio, joka on merkittävä kansainväliselläkin tasolla sekä kemiallisen asean kieltosopimuksen instituutti VERIFIN. HY:n kemian laitoksen LuK-tutkinnon

tutkintovaatimukset ja opetusohjelma on uudistettu entistä virtaviivaisemmaksi ja tavoiteaikataulun mukaista etenemistä tukevaksi.

Fysiikka. Fysiikan maisteriohjelmien rakennetta on uusittu. Pieniin erillisiin maisteriohjelmiin ei oteta uusia opiskelijoita vaan opiskelijat otetaan fysikaalisten tieteiden maisteriohjelmaan. Kiinteän maan geofysiikassa 2014 käynnistyi geologian ja fysiikan oppiaineiden yhteinen kiinteän maan geofysiikan suuntautumisvaihtoehto. Samalla lopetettiin erillinen kandidaattipääaine. Samanlainen järjestely toteutetaan vesivaipan fysiikan osalta fysiikan ja meteorologian yhteisenä suuntautumisvaihtoehtona syksystä 2016 alkaen.

Fysiikan laitoksen priorisointeja ja strategisia linjauksia on toteutettu professuurien ja tenure-track-apulaisprofessuurien suuntaamisella. 2011-2014: astrofysiikkaan uusi tenure-track -apulaisprofessori, tähtitieteen professuuri suunnattu havaitsevaan tähtitieteeseen (tukemaan Suomen ESO-jäsenyyttä), geofysiikan professuuri suunnattu kiinteän maan fysiikkaan, teoreettisen fysiikan professuuri suunnattu heikkojen vuorovaikutusten teoriaan, uusi tenure-track -apulaisprofessori tutkameteorologiaan, meteorologian professuuri suunnattu dynaamiseen meteorologiaan, uusi kokeellisen ilmakehätieteen professuuri, vakinaistettu planetaarisen tähtitieteen ja geodesian professori (yhteinen geodeettisen laitoksen kanssa), vakinaistettu aerosolifysiikan professori, vakinaistettu osa-aikainen lääketieteellisen fysiikan professori (yhteistyö HUS:in kanssa).

Fysiikan tutkimuksen profilointia jatketaan 2015: fysiikan aineenopettajakoulutuksesta vastaava professuuri, meteorologian professuuri kasvihuonekaasujen ja biogeokemiallisten kiertojen tutkimukseen, aiempi sovelletun fysiikan professuuri tenure-track -apulaisprofessorina ionisäteilyn ja materian vuorovaikutuksiin (profilointi Aallon kanssa), uusi tenure-track-apulaisprofessori kokeellisen alkeishiukkasfysiikkaan (tukee Suomen CERN-jäsenyyttä, profilointi Aallon kanssa), uusi tenure-track -apulaisprofessori avaruusfysiikkaan (tukee Suomen ESA-jäsenyyttä), uusi tenure-track -apulaisprofessori kokeelliseen aerosolifysiikkaan. Fysiikan laitoksessa tähtitiede kuuluu yhteiseen strategiseen painoalaan alkeishiukkasfysiikan, kosmologian ja avaruusfysiikan kanssa. Painoalan tutkimus muodostaa jatkumon: kokeellinen ja teoreettinen alkeishiukkasfysiikka, teoreettinen hiukkaskosmologia, havaitseva (tähtitieteellinen) kosmologia, astrofysiikka, aurinkokunnan fysiikka ja avaruusfysiikka.

Materiaalifysiikan osalta jo toteutuneita poisvalintoja HY:ssä ovat olleet luopuminen ydinfysiikasta, optiikasta ja fotonikasta sekä timanttipinnoitteiden valmistuksesta.

### 3. Itä-Suomen yliopisto

Itä-Suomen yliopiston (UEF) Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta (LuMet) muodostettiin aiempien Joensuun ja Kuopion yliopistojen matemaattis-luonnontieteiden, bio- ja ympäristötieteiden tai metsätieteiden alalla toimineista tiedekunnista, laitoksista sekä niiden erillisyyksiköistä. Toimintojen tarkastelu sekä systemaattinen rakenteellinen kehittäminen aloitettiin välittömästi. Ensimmäisessä vaiheessa on keskitytty organisaation selkeyttämiseen alayksiköitä vähentämällä, siirtämällä toimintojen tehostuessa vapautuvia hallinto- ja tukipalveluresursseja tutkimukseen ja opetukseen sekä karsimalla päällekkäisiä ja/tai vajaakäyttöisiä tutkimusympäristöjä sekä niiden oheistoimintoja. Arvioidut kustannussäästöt ovat nyt yli 4 M€ vuodessa ja kehittämisen seurauksena hallinto- ja tukihenkilöstön määrä on vähentynyt noin 67 htv (2011-2014). Lisäksi aktiivisella tilaohjelmalla on saavutettu merkittäviä tilasäästöjä (2011-2015 yli 1 M€).

Keskeisimpiä rakenteellisen kehittämisen toimenpiteitä 2011-2014 ovat olleet: 1) Ekologian tutkimusinstituutin sulautus biologian laitokseen (2011), 2) Biotieteiden laitoksen Kalantutkimusyksikön

lakkautus (2011), 3) Mikkelissä sijaitsevan Ympäristökemian laboratorion (ml. henkilöstö ja laitteisto) luovutus Lappeenrannan teknilliselle yliopistolle (2011), 4) Biotieteiden laitoksen lakkauttaminen (osa Biologian laitokselle, osa Terveystieteiden tiedekuntaan) ja biotieteiden opiskelijoiden sisäänoton lopetus (2011), 5) Tilastotieteen pääaineopetuksen lakkautus (2012), 6) Luopuminen Joensuun kasvitieteellisestä puutarhasta (2012) ja Kuopion tutkimuspuutarhasta (2014) ja 7) Majoitus- ja ravitsemusliiketoiminnan lopetus Mekrijärven tutkimusasemalla (2014).

UEF:n tutkimuksen vahvuusalat 2010-2015 ovat olleet 1) metsä ja ympäristö, 2) terveys ja hyvinvointi sekä 3) uudet teknologiat ja materiaalit, joille LuMet-tiedekunnan toiminta strategisesti hyvin asettuu. UEF:n tutkimuksen kansainvälisen evaluaation suositukset, mm. kritiikki eräiden LuMetin yksiköiden tutkimuksen sirpaloitumisesta, ovat kuitenkin tehostaneet entisestään yksiköiden tutkimuksen profiloitua ja tutkimusta on fokusoitu yliopiston/tiedekunnan/yksikön määrittelemille painoaloille. Esimerkiksi optisen sensoriteknikan tutkimus lakkautettiin (2014) Kuopion kampuksella keskittäen optiikan tutkimus kokonaan Joensuun kampukselle. Tiedekunnan vahvimmat poikkitieteelliset tutkimusalat ovat nousseet UEF-strategiassa kansainvälisen huipputason tutkimusalueiksi (Aerosolit, ilmastonmuutos ja ihmisen terveys; Metsät, globaalimuutos ja biotalous) ja kehittyneiksi, vahvoiksi tutkimusalueiksi (Fotoniikka – teoria, materiaalit ja sovellukset; Tuki- ja liikuntaelinsairaudet). Tiedekunnan ja yksiköiden strategiatyö 2014-2015 tähtää entistä selkeämmin UEF-strategiassa määriteltyjen poikkitieteellisten tutkimusalojen kehittämiseen.

#### 4. Jyväskylän yliopisto

Jyväskylän yliopistoon (JY) on pitkäjänteisen kehittämisen kautta muodostunut vahvoja luonnontieteellisiä tutkimuskeskittymiä. Tarkastelujaksona 2011–2014 aikana näitä on edelleen vahvistettu strategisten rekrytointien ja infrastruktuuri-investointien kautta. Samanaikaisesti matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta on luopunut kokonaan kemian, fysiikan ja ympäristötieteen yhteisestä uusiutuvaan energiaan liittyvästä opetus- ja tutkimusohjelmasta. JY:n osaaminen energiateknologian osalta siirtyi Tampereen teknilliseen yliopistoon, johon muodostui alan merkittävä tutkimus- ja koulutusyksikkö.

Solu- ja molekyylibiologiaa on profiloitu osaksi nanotiedekeskusta. Makromolekyylien NMR rakennetutkimusta vahvistettiin perustamalla kemian ja bio- ja ympäristötieteen laitosten yhteinen professorin tehtävä, joka täytettiin vuonna 2014. Hankkeeseen liittyy ultra-korkean kentän (800 MHz) NMR laitteen hankinta. Bio- ja ympäristötieteen laitos on uudistanut perusopintojaan yhdeksi bio- ja ympäristötieteiden kokonaisuudeksi.

Kemian laitos on luopunut perinteisestä oppiainerakenteesta ja ryhmitellyt toimintansa neljään vahvuusalueeseen (rakennekemia ja syntetiikka, uusiutuvat luonnonvarat ja elinympäristön kemia, laskennallinen kemia ja spektroskopia sekä kemian opetus). Vahvuusalueiden kehittämiseen on ohjattu merkittäviä henkilöstö- ja laiteresursseja. Kemian tutkimuksen tieteellinen vaikuttavuus on kehittynyt hyvin positiivisesti useita vuosia (Tieteen tila 2014 -raportti). Kemia on keskeinen toimija Jyväskylän nanotieteen tutkimuksessa.

Fysiikan laitos on suurin subatomaarisen fysiikan tutkimusyksikkö Suomessa (10 professoria, 21 senioritutkijaa). Vahvuusaluetta kehitettiin vuosina 2011-2014 merkittävällä ydinfysiikkaan, hiukkasfysiikkaan sekä kosmologiaan suunnatuilla rekrytoinneilla. Kiihdytinlaboratorion uusi syklotronilaitteisto otettiin käyttöön vuonna 2013. JY:n materiaalfysiikan tutkimus on profiloitunut voimakkaasti nanotieteeseen, jossa tutkimus on poikkitieteellistä ilman laitosrajoja. JY:n fysiikan tutkimus edustaa vaikuttavuudeltaan maamme huippua (Tieteen tila 2014).

Matematiikan tutkimusta on vahvistettu erityisesti matemaattisen analyysin sekä analyysiin liittyvän inversiotutkimuksen alueilla. JY:n matematiikan tutkimus on kansainvälisesti arvostettua. Tilastotieteen

pääainekoulutusta jatketaan ja tilastotieteen tutkimus suuntautuu vahvemmin bayesiläiseen tilastotieteeseen sekä aivotutkimuksen tilasto-ongelmiin.

Informaatioteknologian tiedekunnassa tietojenkäsittelyn alalla (tietotekniikka, tietojenkäsittelytiede, kognitiotiede) maisterikoulutusta on suunnattu uudelleen Ala-Pietilän ICT 2015 -työryhmän suositusten mukaisesti. Lisäksi laskennallisten tieteiden maisterikoulutusta on suunnattu data-analyysiin (yhteistyössä matematiikan ja tilastotieteen laitoksen kanssa) sekä optimointiin ja päätöksentekoon. Informaatioturvallisuuden maisterikoulutus on käynnistetty. Mobiiliteknologian englanninkielinen maisterikoulutus on suunnattu uudelleen älykkäisiin verkkopalveluihin. Tietotekniikan aineopettajakoulutusta on kehitetty huomioimaan koulumaailmassa tapahtuva digitalisoituminen ja OPS 2016 -uudistus. Tutkimustoimintaa on lisäksi profiloitu data-analyysiin, kyberturvallisuuteen sekä näiden alojen käytännön sovelluksiin sekä smart education –alalle.

Informaatioteknologian tiedekunta on toimittanut elokuussa 2014 OKM:lle profilointisuunnitelman osana ICT-alan valtakunnallista profilointia.

## 5. Oulun yliopisto

Oulun yliopisto on muuttanut tiedekuntien rakennetta ja organisoitumista 2014 ja tällä on merkittäviä vaikutuksia luonnontieteen alan profiloitumiseen. Osana tätä rakenteellista kehittämistä biokemia on yhdistetty lääketieteellisen biokemian ja molekyylibiologian kanssa uudeksi Biokemian ja molekyyllilääketieteen tiedekunnaksi. Uusi tiedekunta on aloittanut toimintansa 1.1.2014 ja kesällä 2014 toteutettiin biokemistien muutto Linnanmaan kampukselta Kontinkankaan kampukselle. Uusi tiedekunta on Suomen suurin biokemian alan yksikkö ja biokemistien lääketieteelliselle kampukselle siirtymisen myötä profiili painottuu biokemian lisäksi molekyyllilääketieteeseen. Uusi tiedekunta kouluttaa biokemian kandidaatteja ja maistereita, mukaan lukien kansainvälinen maisteriohjelma "Protein science and biotechnology" sekä osallistuu lääketieteen lisensiaattien, hammaslääkäreiden ja lääketieteen tekniikan koulutukseen.

Luonnontieteelliseen tiedekuntaan lukeutunut Tietojenkäsittelytieteiden laitos sekä tekniseen tiedekuntaan lukeutuneet Tietotekniikan, Tietoliikennetekniikan ja Elektroniikan ja optiikan osastot on yhdistetty uudeksi Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunnaksi (1.1.2014-). Muutoksella haetaan synergiaetuja tietojärjestelmien ja ohjelmistotuotannon koulutuksessa ja tutkimuksessa luonnontieteellisen ja teknisen lähestymistavan yhdistämisestä.

Kaivannaisalan toiminnot on yhdistetty yliopiston sisällä 1.8.2014 alkaen Vuori- ja kaivannaisalan tiedekunnaksi (Oulu Mining School). Luonnontieteistä tämä koskee geotieteitä ja geofysiikkaa, mutta pitää sisällään myös tekniikan alan, kuten rikastustekniikan ja kaivostekniikan. Tämän myötä Oulun yliopisto profiloituu kansallisesti johtavaksi tutkimus- ja koulutusyksiköksi kaivannaisalalla. Profiloitumiseen liittyy vahva yhteistyö ja työnjako maan muiden yliopistojen sekä tutkimuslaitosten kanssa.

Luonnontieteellisen tiedekunnan tieteenalat ovat jatkossa biologia, fysiikka, kemia, maantiede ja matematiikka. Tiedekunta luopui laitosrakenteesta ja organisoitui 1.1.2015 tutkimusyksiköiksi, joiden ytimenä ovat tutkimuksen vahvuudet perustuen huippuyksiköihin, RAE2013:n tuloksiin ja tieteenalojen kansallisiin arvioihin.

Avaruusinstituutissa tutkimuksen profiilialoja ja -toimintoja ovat avaruusfysiikka (Aurinko-Maa -fysiikka, erityisesti avaruusilmasto ja ionosfäärifysiikka), tähtitiede (gravitaatiodynamiikka) ja Sodankylän geofysiikan observatorio. Eiscat\_3D sirontatutkainfrastruktuurin rakentaminen on tähän aiheeseen liittyvä ajankohtainen suuren mittakaavan yhteispohjoismaisen hanke. Fysiikan tutkimus painottuu jatkossa molekyyllimateriaaleihin (NMR- ja synkrotronisäteilyyn liittyvä spektroskopia, laskennallinen ja teoreettinen materiaalfysiikka,

neurobiofysiikka). Fysiikkaan liittyy merkittävä paikallinen NMR-laitteiden infrastruktuuri, osallisuus kansalliseen klusterilaskentaan (FGCI) sekä kansallinen koordinaatiovastuu Suomen osallisuudesta ruotsalaiseen Max IV –synkrotonisäteilytutkimuslaitokseen. Fysiikkaan kuuluu myös yhdessä Jyväskylän yliopiston kanssa tehtävä neutriinon ja kosmisen säteilyn tutkimus Pyhäsalmen kaivoksessa (liittyy suunniteltuun yhteiseurooppalaiseen Laguna-hankkeeseen). Kemian tutkimus fokusoituu molekyyli materiaaleihin (kalkogeenit) sekä kestävään kemiaan (yhteistyössä tekniikan kanssa).

Biologiassa yliopisto on luopunut ympäristötieteen koulutuksesta ja tutkimuksesta 2013. Jatkossa biologian kahden tutkimusyksikön profiili koostuu populaatiogenetiikasta ja –genomiikasta sekä yhteisöekologiasta. Oulun yliopisto on 2014 luopunut osasta Oulangan tutkimusaseman laboratoriotiloista ja noin puolesta majoitustiloista sekä modernisoinut jäljelle jääneet laboratoriotilat. Oulun yliopisto on sopinut Kuusamon kaupungin kanssa yhteistyöstä Oulangan tutkimusaseman toimitilojen ja palveluiden käytöstä. Oulangan asema on ainoa Suomen tutkimusasemista, joka keskittyy voimakkaasti sisävesien, erityisesti jokien, ekologiseen tutkimukseen.

Maantiede on vahvasti ja omaleimaisesti profiloitunut ihmismaantieteeseen.

Tieto- ja sähkötekniikan osana oleva Matematiikan jaos on siirretty osaksi Luonnontieteellisen tiedekunnan Matematiikan yksikköä 1.1.2015 alkaen, mikä poistaa rakenteellisia päällekkäisyyksiä ja vahvistaa kriittistä massaa. Matematiikassa profiloitutaan seuraaviin aiheisiin: 1. Matemaattinen analyysi ja sen lähialat; 2. Matematiikan didaktiikka, sekä 3. Tieteidenväliset matematiikan sovellukset, mukaan lukien tilastotiede. Seuraavat aiheet lakkaavat: Teoreettinen tilastotiede, numeerinen sovellettu matematiikka ja diskreetti matematiikka.

## 6. Tampereen yliopisto

Tampereen yliopistossa luonnontieteellistä tutkimusta ja opetusta toteutetaan BioMediTech-yksikössä (biotieteet) ja informaatiotieteiden yksikössä (matematiikka, tilastotiede, tietojenkäsittelytiede ja informaatiotutkimus). Koulutuksessa on profiloitunut TaY:n strategian mukaisesti ja yksiköiden tutkimuksen kannalta vahvoihin osa-alueisiin (Liite 1). Koulutus uudistuu, jossa luotiin laaja-alaiset kandidaattiohjelmat ja niihin pohjautuvat maisteriohjelmat, on toteutettu ja uudet tutkinto-ohjelmat (bioteknologia, informaatiotutkimus ja interaktiivinen media, matematiikka ja tilastotiede sekä tietojenkäsittelytiede) käynnistyivät 1.8.2012. Bioteknologian koulutus toteutetaan tiiviissä yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) kanssa. TaY:n ja TTY:n yhteinen maisteriohjelma Ihmisen ja teknologian vuorovaikutus (Human Technology Interaction) yhdistää molempien yliopistojen tarjonnan koulutukseen, jossa käyttäjäkokemuksen ja suunnittelun ja vuorovaikutuksen sekä teknologian yhdistelmä tarjoaa ainutlaatuisen koulutuskokonaisuuden.

Tohtorikoulutus on TaY:ssä organisoitu laajoihin tohtoriohjelmiin ja luonnontieteen alalla toimii 4 tohtoriohjelmaa (Bioteknologian, Informaation ja järjestelmien, Informaatiotutkimuksen ja interaktiivisen median ja Vuorovaikutteisen teknologian tohtoriohjelmat).

Tilastotieteeseen on perustettu tilastotieteen keskus, jonka tehtävänä on koordinoita koko Tampereen yliopistossa toteutettavaa tilastotieteen ja määrällisten menetelmien opetusta, jatkokoulutusta, konsultointia ja tutkimusta. Keskus yhdistää tilastotieteen osaamista Informaatiotieteiden, Terveystieteiden ja Yhteiskuntatieteiden yksiköistä. Lisäksi tilastotieteen osaaminen on vahvaa myös soveltavien alojen osaamisprofiileissa Yhteiskuntatieteissä, Johtamiskorkeakoulussa (ekonometria) ja Terveystieteissä. Biostatistiikka on tilastotieteen ala, joka kehittää tilastollisia menetelmiä erilaisten biotieteiden tarpeisiin. Erityisenä menetelmäkehityksen haasteena ovat usein hyvin monimutkaiset koeasetelmat tiedon hankkimiseksi sekä mitattavien muuttujien kompleksisuus (vasteena käyrät, kuvat, geeniekspressio-

aineistot). Biostatistikko poikkitieteellisen tutkimusryhmän jäsenenä osallistuu empiirisen tiedonhankinnan suunnitteluun.

Pääosa BioMediTechissä ja Informaatiotieteiden yksikössä tehtävästä tutkimuksesta osuu yliopiston strategian keskiöön eli yhteiskunnan ja terveyden tutkimukseen. TaY:n ja TTY:n yhteinen BioMediTech-instituutti on perustettu edistämään poikkitieteellistä tutkimusta biotieteiden ja lääketieteellisen teknologian aloilla.

## 7. Tampereen teknillinen yliopisto

Tampereen teknillisellä yliopistolla (TTY) luonnontieteisiin liittyvää tutkimusta ja opetusta tehdään monella eri laitoksella. Luonnontieteiden tiedekunnan laitokset edustavat luonnontieteiden pääaloja, mutta myös joidenkin tekniikan alojen laitosten toiminnassa luonnontieteet ovat tärkeässä roolissa. Luonnontieteet ovat myös välttämätön osa tekniikan alojen koulutusta. Lähes kaikelle tehtävälle työlle on yhteistä, että se on sovelluslähtöistä erottuen siten monien muiden yliopistojen profiilista.

Fysiikan laitos on tehnyt strategisen valinnan, että se toimii vain kolmella alalla. Aerosolifysiikan tutkimus keskittyy nanohiukkasten ja nanorakenteiden tuottamiseen, hiukkasmittausmenetelmiin sekä hiukkaspäästöjen syntyyn ja leviämiseen. Tutkimus täydentää HY:n ja UEF:n tutkimusta, joka on ilmakehä- ja terveysvaikutuslähtöistä. Laskennallisen fysiikan tutkimuksen painopisteet ovat biologisessa fysiikassa ja uusien materiaalien mallinnuksessa. Aloja yhdistää tutkittavien materiaalirakenteiden ja ilmiöiden kompleksisuus. Uusissa materiaaleissa kiinnostavat erityisesti niiden elektronitason mallinnus sekä optiset ja sähköiset ominaisuudet. Optiikan tutkimus keskittyy epälineaaristen ja ultranopeiden ilmiöiden tutkimukseen sekä optisen spektroskopian sovelluksiin. TTY:n lisäksi UEF:ssä tehdään laaja-alaisesti optiikan ja fotonikan tutkimusta, ja yliopistojen välillä on hyvin toisiaan täydentävää yhteistyötä.

Optoelektronikan tutkimuskeskus (ORC) on optoelektronikan ja fotonikan huippututkimukseen keskittyvä TTY:n yksikkö. ORC:n painopiste on uusien puolijohderakenteiden ja niihin perustuvien valonlähteiden ja aurinkokennojen tutkimuksessa sekä niiden teknologisissa sovelluksissa. ORC:ssä tehdään myös pintatieteen tutkimusta, joka on keskeisessä roolissa mm. ORC:n puolijohderakenteiden karakterisoinnissa sekä TTY:n muiden materiaalitutkimukseen keskittyvien laitoksien tutkimusyhteistyössä.

Kemian ja biotekniikan laitoksen tutkimuksessa korostuvat kestävä kehityksen teemat. Kemian tutkimuksen painopiste on funktionaalisissa materiaaleissa, ja tämän alan osaamista laajennetaan meneillään olevalla rekrytoinnilla. Keskeisiä kohteita ovat fotoaktiiviset molekyylit ja supramolekylaariset rakenteet, joilla on sovelluksia mm. aurinkoenergiassa ja fotokatalyyseissä. Tämän lisäksi tärkeässä roolissa ovat biologiset ja kemialliset merkkiaineet, biopoltoaineiden karakterisointi ja biojalostuksen kemia. Biotekniikan tutkimus liittyy laajasti ympäristökysymyksiin ja raaka-ainevirtojen hallintaan. Keskeisiä tutkimuskohteita ovat bioprosessit energiantuotannossa ja resurssitehokkuudessa, solujen aineenvaihdunnan muokaus, synteettinen biotekniikka sekä biokonversiot molekyyliden valmistuksessa. Kemian ja biotekniikan alojen tutkimusprofiili yhdistettynä laitoksen laitetekniikan tutkimukseen on poikkeuksellisen laaja-alainen pohja esimerkiksi biotalouden prosessien ja tuotteiden kehittämiseen sekä energiatekniikan kannalta.

Matematiikan laitos on tehnyt strategisen valinnan, että se keskittyy jatkossa soveltavaan, erityisesti teollisuuden piiristä nousevien ilmiöiden matematiikkaan. Laitoksen profiili poikkeaa siksi muista suomalaisten yliopistojen matematiikan laitoksista, joiden tutkimuksessa korostuu puhdas matematiikka. Laitoksen strategian toteutus on aloitettu tehdyillä ja meneillään olevilla rekrytoinneilla ja saatetaan päätökseen tulevana vuosina tapahtuvien eläköitymisten myötä. Keskeisiä tutkimuskohteita ovat inversio-

ongelmien matematiikka (osa kansallista huippuyksikköä), sovellettu logiikka ja algebra sekä teoreettinen tietojenkäsittelytiede. Näiden alojen menetelmiä sovelletaan tiedon mallintamisessa ja louhinnassa, tehokkaiden ja luotettavien tietokoneohjelmien toteutuksessa sekä matematiikan tietokoneavusteisessa opetuksessa.

Luonnontieteiden tiedekunnan ulkopuolisilla laitoksilla alaan liittyvä tutkimus liittyy pääosin biotieteisiin. Tärkeitä tutkimuskohteita ovat kudosteknologia, biolääketieteen kuvantamismenetelmät ja kuvien analysointi, biolääketieteen mittausten menetelmät sekä laskennallinen systeemibiologia. Tämä tutkimus tehdään tiiviissä yhteistyössä Tampereen yliopiston kanssa. Tämän lisäksi systeemi- ja säätötekniikan tutkimus perustuu vahvasti tilastotieteellisiin menetelmiin.

Yliopistotasolla "optiikka ja fotonikka" sekä "biomallinnus" on määritelty TTY:n strategisiksi kärkialueiksi, joita on kaikkiaan viisi.

## 8. Turun yliopisto

Turun yliopiston ja Turun kauppakorkeakoulun yhdistymiseen 2010 sisältyi paljon rakenteellisia muutoksia kuten tutkijakollegiumien perustaminen, laitosten yhdistämistä suuremmiksi kokonaisuuksiksi, tenure track -järjestelmän käyttöönotto ja laitosten sisäistä profiloitumista omilla tieteenaloillaan. Myös laitostyöskirjat lopetettiin ja kaikki kirjastotoiminta keskitettiin kuuteen toimipisteeseen. Vuosina 2011-2014 painopiste on ollut näiden muutosten sisärajassa. Vuonna 2016 valmistuva koko yliopiston kattava tutkimuksen arviointi selvittää tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta ja pohjustaa jatkotoimenpiteitä.

Biokemian laitoksella aloitettiin vuonna 2014 uusi kansainvälinen maisteriohjelma Molecular Systems Biology, ja lääketieteellisen tiedekunnan kanssa aloitetaan kansainvälinen maisteriohjelma, M.Sc. degree in Biomedical sciences, joka sisältää Drug development-, Bioimaging- ja Diagnostics-ohjelmat liittyen yliopistotason profiloitumiseen. Laitokselle perustettiin vuonna 2013 Suomalais-intialainen diagnostiikan tutkimuskeskus. Syksyllä 2014 solmittiin Turun yliopiston ja kiinalaisen Jiangnanin yliopiston välillä tekniikan alan kaksoistutkintosopimus elintarvikekehityksessä. Molekulaarista kasvibiologiaa vahvistettiin uudella tenure track-professorilla vuonna 2012 sekä muulla tuella strategisen rahoituksen kautta. Molekulaariset biotieteet ovat yksi yliopiston strategiassa määritellyistä vahvuusaloista. Laitoksessa tehtävä tutkimus sekä laitoksen kaksi akatemiaprofessoria ja osallistuminen kahteen Akatemian huippuyksikköön ovat merkittävä osa vahvuusalan toimintaa. Tutkimus- ja infrastruktuuriyhteistyö Biotekniikan keskuksen kanssa on kehittynyt edelleen.

Biologian laitos on profiloitunut ekologisten vuorovaikutussuhteiden ja ekologisen genetiikan tutkimukseen, jossa sillä on merkittävä ja kansainvälisesti näkyvä asema, ja ala on yksi yliopiston strategiassa määritellyistä vahvuusaloista. Sitä on viime vuosina vahvistettu strategisella rahoituksella ja vuonna 2012 siihen suunnattiin uusi tenure track -professori. Lisäksi täytössä on eläinfysiologian tenure track -professori. Vuonna 2011 aloitti toimintansa pohjoismainen tutkimuksen huippuyksikkö Nordic Centre of Excellence Tundra, jossa laitos on keskeinen toimija. Biologia on mukana myös monitieteisessä geospaatialisen tutkimuksen yliopistotason profilaatiossa.

Fysiikan ja tähtitieteen laitos on valinnut profiloitumisaloikseen kvanttifysiikan, materiaalitutkimuksen sekä tähtitieteen ja avaruustutkimuksen. Vuosina 2012-2014 laitokselle nimitettiin 5 professoria (kokonaisvahvuus 9) näille aloille; optiikan ja spektroskopian tutkimus että epälineaaristen ilmiöiden tutkimus loppuivat suunnitellusti 2013. Materiaalitutkimukseen liittyvä farmaseuttinen fysiikka on mukana lääkekehityksen yliopistotason profilaatiossa. Fysiikassa ja kemiassa perustettiin 2014 yhteinen



materiaalitieteen kansainvälinen maisteriohjelma. Tähtitieteen ja avaruusfysiikan tutkimusta tehdään yhteistyössä Suomen ESO-keskuksen kanssa (European Southern Observatory). Parhaillaan täytössä on tähtitieteen tenure track -professori suunnattuna painoalaksi valittuun suurenergia-astrofysiikkaan.

Geologian ja maantieteen laitokset yhdistettiin vuoden 2011 alussa Maantieteen ja geologian laitokseksi. Turun yliopiston ja Åbo Akademin geologian oppiaineet vahvistavat yhteistyötään opetuksessa ja tutkimuksessa: molemmat oppiaineet muuttavat vuonna 2016 yhteisiin tiloihin, Geotaloon, yhdessä humanistisen tiedekunnan arkeologian oppiaineen kanssa. Merkittävä askel profiloitumiseen on suunnitelma monitieteisen geospaatialisen tutkimusprofiilin rakentamisesta maantieteen, geologian, arkeologian ja biologian temaattisena yhteistyönä (yliopistotason profilaatio). Laitoksella on 2015 avattu tenure-track professuurihaku tällä painotuksella.

Informaatioteknologian laitoksen opetuksessa ja tutkimuksessa tukeudutaan matematiikkaan, luonnontieteisiin ja lääketieteeseen sekä yhteiskunta- ja kauppatieteisiin, ja tuetaan Turun yliopiston monitieteistä profiilia. Laitos koordinoi myös bioinformatiikan opetusta kansainvälisen maisteriohjelman kautta. Vuonna 2013 alkoi kansainvälinen kaksoistutkintokoulutus kiinalaisen Fudanin yliopiston kanssa ICT-alalla. Parhaillaan on täyttöprosessissa kolme laitoksen tutkimuksellisia vahvuuksia korostavaa tenure track -professuuria, aloina koneoppiminen, kieliteknologia ja vuorovaikutussuunnittelu. Tekniikan alan tutkimusta ja teknologiahankkeita toteutetaan myös yliopiston Brahea-keskuksen Technology Research Centerissä (TRC), joka perustettiin 2014. Jatkokoulutusyhteistyötä IT-alalla yliopiston sisällä ja Åbo Akademin kanssa toteutetaan tohtorikoulu-uudistuksen jälkeenkin erillislaitos Turku Center for Computer Sciencen kautta.

Kemian laitos on jaettu kahteen osastoon, Orgaanisen kemian ja kemiallisen biologian osastoon sekä Materiaalikemian ja kemiallisen analyysin osastoon. Laitos tukee jatkossa yliopistotason monitieteistä profiloitumista lääkekehitykseen, diganostiikkaan ja kuvantamiseen. Laitos vastaa Åbo Akademin kanssa yhteisen Kemian laitekeskuksen toiminnasta, ja vuonna 2014 yliopistot myönsivät yhteensä 1,5 M€ keskuksen laitteiden uusimiseen. Radiokemian koulutus ja tutkimus tapahtuu yhteistyössä PET-keskuksen kanssa.

Matematiikan ja tilastotieteen laitos on selkeästi profiloitunut diskreettiin matematiikkaan ja analyysiin, sekä tilastotieteen menetelmien kehittämiseen ja hyödyntämiseen eri tieteenaloilla. Tilastotiede siirrettiin vuoden 2012 alussa Yhteiskuntatieteellisestä tiedekunnasta Matematiikan laitokselle, jonka osaksi syntyi koko yliopiston opetusta ja tutkimusta palveleva Tilastotieteen keskus. Laitoksella avattiin vuonna 2014 kolme tenure track -professuuria tukemaan profiloitumista; näistä yksi tilastotieteeseen. Yliopiston strategiassa matemaattinen tutkimus on määritelty vahvassa kehitysvaiheessa olevaksi alaksi.

Vuosina 2013-2014 Turun yliopisto vähensi erillislaitosten määrää kahdestatoista seitsemään. Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus (TYKK) siirtyi Matemaattis-luonnontieteelliseen tiedekuntaan, ja elintarvikekemian lähellä oleva Funktionaalisten elintarvikkeiden tutkimuskeskus (FunKe) Lääketieteelliseen tiedekuntaan. Tarkoituksena on tuoda erilliset yksiköt lähemmäksi oman alansa opetusta ja muuta toimintaa. FunKen siirtyminen lääketieteen yhteyteen johtui sen toiminnan vahvasta kytkennästä ravitsemustieteeseen. Muutosta ei kohdennettu muiden yliopistojen kanssa yhteisiin yksiköihin (Biotekniikan keskus, PET-keskus, ESO-keskus ja Turku Center for Computer Science).

## 9. Åbo Akademi

Åbo Akademiassa toteutettiin 2015 alussa perinpohjainen rakenneuudistus: 12 laitosta yhdistettiin neljäksi tiedekunnaksi. Biotieteiden, luonnontieteiden, kemiantekniikan ja informaatioteknologian laitokset yhdistettiin luonnontieteiden ja tekniikan tiedekunnaksi (Fakulteten för naturvetenskaper och teknik, FNT), joka vastaa tutkimuksesta ja opetuksesta sekä luonnontieteiden että tekniikan alalla. Ensimmäistä kertaa Åbo Akademin historiassa koko matemaattis-luonnontieteellinen ja teknillinen ala ovat koottuina samaan tiedekuntaan, joka on yliopiston suurin sekä henkilöstöltään että budjetiltaan. Uudistuksella tavoitellaan paitsi kustannustehokkuutta ennen kaikkea parempaa teknillis-luonnontieteellisen opetuksen koordinoitua ja laadunkehitystä yliopiston sisällä sekä tutkimuksellista synergiaa, minkä tulee jatkossa ilmetä korkeatasoisina, poikkitieteellisinä tutkimusprojekteina. Vuoden 2015 alusta Åbo Akademiassa otettiin käyttöön tenure track –järjestelmä professoreiden rekrytoinnissa.

Koska Åbo Akademi on Suomen ainoa monialainen ruotsinkielinen yliopisto, sillä on kokoonsa nähden suuri vastuu alan koulutuksesta; Åbo Akademi vastaa ruotsinkielisestä aineenopettajakoulutuksesta matematiikassa, fysiikassa, kemiassa ja biotieteissä. Åbo Akademi harrastaa laajaa paikallista yhteistyötä Turun yliopiston kanssa sekä kansallista yhteistyötä monien Suomen yliopistojen, erityisesti Helsingin ja Vaasan yliopistojen kanssa. Ammattikorkeakouluista tärkein yhteistyökumppani on Novia. Hakukohteita koulutusohjelmiin vähennetään v. 2015 alkaen siten, että opiskelija voi hakea vain viiteen eri koulutusohjelmaan: biotieteet, farmasia, informaatioteknologia, kemiantekniikka ja luonnontieteet. Käsite 'luonnontieteet' tarkoittaa tässä yhteydessä matematiikkaa, fysiikkaa, kemiaa ja geologiaa; opiskelija valitaan luonnontieteen koulutusohjelmaan ja erikoistuminen alkaa ensimmäisen lukuvuoden aikana. Kandidaattiohjelmien uudistus luonnontieteiden ja tekniikan alalla toteutuu syksystä 2015 alkaen.

Åbo Akademin kaikki jatko-opiskelijat ovat sisäisten tutkijakoulujen ja kansallisten tutkijaverkostojen piirissä. Yliopistolla on neljä tutkimuksen sisäistä huippuyksikköä, jotka yliopiston rehtori on nimittänyt kansainvälisen paneelin antamien asiantuntijalausuntojen perusteella. Tutkimuksessa Åbo Akademin Suomen Akatemialle esittämät profiloitumisalat luonnontieteessä ovat molekulaarinen prosessi- ja materiaalitekniikka sekä lääkeainekehitys, viimeksi mainittu yhteistyössä Turun yliopiston kanssa.

Biotieteet ja farmasia. Biokemian tutkimus keskittyy lipidi- ja membraanibiokemiaan sekä rakennebiologiaan ja bioinformatiikkaan. Biokemian tutkimus ja opetus on kiinteässä yhteistoiminnassa kemian, farmasian ja biologian kanssa. Åbo Akademi vastaa ruotsinkielisestä farmaseuttikoulutuksesta maassamme. Solubiologia ja biokuvantaminen ovat biotieteiden keskeisiä tutkimusalueita Åbo Akademiassa, ja alalla on Turussa erittäin hyvät laiteresurssit ja kiinteä yhteistyö paikallisten yliopistojen kesken yhteisellä kampuksella (Biocity; Biotekniikan keskus). Ympäristö- ja meribiologia on Åbo Akademin perinteinen vahvuusalue, jonka toiminnan rahoittamiseen osallistuu paitsi yliopisto itse myös Åbo Akademin säätiö. Ympäristö- ja meribiologia Åbo Akademiassa toimii globaalisti, mutta erityisesti painottuen Itämeren alueen ekologiaan harrastaen laajamittaista pohjoismaista yhteistyötä.

Fysiikka. Fysiikan tutkimus Åbo Akademiassa keskittyy materiaalifysiikkaan, erityisesti sähköoptisiin ominaisuuksiin orgaanisissa puolijohteissa sekä kvanttirakenteissa. V. 2015 alussa aloitti fysiikan tutkimusryhmän koordinoima yliopiston sisäinen materiaalitieteen huippuyksikkö, joka yhdistää fysiikan, fysikaalisen kemian, polymeeritekniikan, paperinjalostustekniikan ja biotieteiden osaamisen materiaalitutkimuksessa. Yksikön toiminta perustuu aiemmin Suomen Akatemian huippuyksikkönä olleen FUNMAT-konsortion jatkumolle.

Geologia. Geologia Åbo Akademiassa vastaa geologien koulutuksesta sekä keskittyy tutkimustoiminnassaan erityisesti kallioperägeologiaan sekä ympäristöekologiaan kysymyksiin yhteistyössä useiden muiden Åbo Akademin tutkimusryhmien kanssa, kuten kemian ja kemiantekniikan sekä ympäristö- ja meribiologian ryhmien kanssa. Tutkimuksen painopisteinä ovat mm. ympäristövaikutukset sekä hiilidioksidin sitominen

mineraaleihin. Jatkossa Turun yliopiston ja Åbo Akademin geotieteiden tutkimus ja opetus keskitetään Geotaloon (Åbo Akademin ns. vanha Chemicum joka remontoidaan käyttökelpoiseksi).

Kemia ja kemiantekniikka. Kemia ja kemiantekniikka toimivat Åbo Akademiassa kiinteässä vuorovaikutuksessa sekä opetuksessa että tutkimuksessa; näin on ollut jo vuodesta 1920 ja yhdistelmä on maassamme ainutlaatuinen. Kemia ja kemiantekniikka ovat Åbo Akademin volyymiltään suurin tutkimusala. Alalla on Åbo Akademiassa toiminut Suomen Akatemian huippuyksikkö (2000-2012) sekä akatemiaprofessori (2009-2013). Kemian ja kemiantekniikan päätutkimusaloja ovat molekyyläärinen prosessi- ja materiaalitekniikka, synteositeknologia, korkealämpötilakemia ja katalyysi. Huippuyksikkö (Johan Gadolin Prosessikemian keskus) koostuu analyttisen, orgaanisen ja epäorgaanisen kemian, puu- ja paperikemian sekä teknillisen kemian ja reaktiotekniikan tutkimusryhmistä. Huippuyksikön tutkimusohjelman teema on metsän biomassan jalostaminen uusiksi materiaaleiksi ja kemikaaleiksi. Åbo Akademi vastaa sekä kemistien (LuK, FM, FT) että kemisti-insinöörien koulutuksesta (TkK, DI, TkT). Lisäksi yliopistolla on kansainvälinen kemiantekniikan maisteriohjelma (Master's Programme in Chemical Engineering, MPCE).

Tietojenkäsittelytiede. Åbo Akademi kouluttaa alalle sekä maistereita (LuK, FM, FT) että insinöörejä (TkK, DI, TkT). Koulutus on nyttemmin rationalisoitu siten että opiskelija hakee vain yhteen koulutusohjelmaan, ja erikoistuminen tapahtuu myöhemmässä vaiheessa, jolloin ratkeaa tuleeko opiskelijasta maisteri vai insinööri. IT-koulutuksen ja tutkimuksen alalla keskeinen toimija Turussa on Turku Center of Computational Science (TUCS), jossa Turun yliopisto ja Åbo Akademi harjoittavat kiinteää yhteistyötä sekä tutkimuksen että opetuksen alalla. Åbo Akademiolla on IT-alalla kansainvälinen maisteriohjelma. Jatkossa IT-alan opetus ja tutkimus Turussa keskitetään Turun yliopiston Luonnontieteiden taloon.

Matematiikka. Matematiikalla on Åbo Akademiassa erittäin laaja koulutusvastuu: aineenopettajakoulutus, matemaatikkojen koulutus elinkeinoelämää varten sekä matematiikan opetus luonnontieteiden, IT-alan ja kemiantekniikan opiskelijoille. Matematiikka Åbo Akademiassa keskittyy tutkimustoiminnassaan stokastisiin menetelmiin, numeeriseen analyysiin ja funktionaalianalyysiin. Kansallinen yhteistyöprojekti matematiikan opetuksen kehittämiseksi on käynnistynyt v. 2015.

## 10. Biokeskus Suomi yhteistyö

Biokeskus Suomi perustettiin vuonna 2006 kuuden isäntäyliopiston (Helsingin, Itä-Suomen, Oulu, Tampereen ja Turun yliopistojen sekä Åbo Akademin) sopimuksella tavoitteena biokeskuksissa suoritettavan tutkimuksen, erityisesti sitä palvelevien infrastruktuurien koordinoitu kehittäminen. Noudattaen rakenteellisen kehittämisen periaatetta näiden jäsenyliopistojen biokeskukset päättivät yhteisesti bioalan teknologiapalveluiden kansallisesta työnjaosta ja perustivat yhdeksän infrastruktuuriverkostoa. Toiminnan koordinoitua varten jäsenbiokeskukset nimesivät edustajansa kuhunkin infrastruktuuriverkoston. Biokeskus Suomen johtoryhmä nimesi kullekin verkostolle koordinaatioyliopiston yliopistojen ja biokeskusten vahvuusalueiden mukaisesti. Opetus- ja kulttuuriministeriö osoitti vuonna Biokeskus Suomelle erillisrahoituksen biotieteiden rakenteelliseen kehittämiseen vuosina 2010-2012. Teknologiapalveluita tuottavat konsortiot muodostuivat vuoden 2010 alussa.

Biokeskus Suomi -rahoituksen myötä biokeskukset ja jäsenyliopistot ovat entistä selkeämmin profiloituneet omille vahvuusaloilleen ja niihin on hankittu juuri näitä aloja tukevaa ajantasaista tutkimuslaitteistoa. Yliopistojen profiloitumisen lisäksi työnjaosta on seurannut myös poisvalintoja ja toimintojen rationalisointia (säästöjä). Profiloituminen on vaikuttanut myös rekrytointeihin. Kaikki teknologiakonsortiot ovat tuottaneet palveluita kaikkien biokeskusten tutkijoille, koko suomalaiselle tiedeyhteisölle ja myös yritysille. Konsepti on saanut kiittäviä arvioita kansainvälisiltä arviointiryhmiltä.

Vuoden 2013 alusta ministeriön erillisrahoitus päättyi ja Biokeskus Suomen tuottamien teknologiapalvelujen rahoitus siirtyi isäntäyliopistojen vastuulle. Laiterahoitus tuli haettavaksi Suomen Akatemialta.

Biokeskus Suomen infrastruktuuriverkostot sekä vastuu biokeskukset ja –yliopistot:

1. Bioinformatiikka (Biocentrum Helsinki, Helsingin yliopisto)
2. Kuvantaminen (BioCity Turku, Åbo Akademi)
3. Genomiikka (Biotekniikan Instituutti, Helsingin yliopisto)
4. Malliorganismit (Biocenter Oulu, Oulun yliopisto)
5. Proteomiikka ja metabolomiikka (BioCity Turku, Turun yliopisto)
6. Kantasolut ja biomateriaalit (BioMediTech, Tampereen yliopisto)
7. Rakennebiologia ja biofysiikka (Biocenter Oulu, Oulun yliopisto\*)
8. Translationaalinen tutkimus (FIMM, Helsingin yliopisto)
9. Virusvälitteinen geeni- ja soluterapia (Biocenter Kuopio, Itä-Suomen yliopisto)

## LIITE 2. Luonnontieteen alojen profiloituminen suomalaisissa yliopistoissa

Biokemia ja biotieteet	
Aalto	Teollinen biotekniikka, jossa yhdistyvät synteettinen biologia ja solutehtaat, materiaalien tutkimus molekyylitasolla, materiaalien tuotantotekniikat
HY	Geenit ja ympäristö: Kasvien signalointi ja biotekniikka, kehitysbiologia, bioinformatiikka ja ravitseminen, mikrobi-isäntä vuorovaikutukset ja virosfääri, genomiikka, bioinformatiikka ja rakennebiologia, ihmisgenetiikka. Terveiden molekulaarinen perusta: neurotiede, sairauksien perusmekanismit, esto ja dynamiikka
ISY	Terveiden biotieteet
OY	Proteiinitutkimus, rakennebiologia, ESFRI Instruct ja Infrafrontier
TaY	Lääketieteellinen bioteknologia, soluteknologia, bioinformatiikka
TTY	Biomateriaalitekniikka, biomittaukset, biokuvantaminen, laskennallisen systeemibiologia, teollinen biotekniikka, ympäristöbiotekniikka, aineenvaihdunnan muokkaus ja synteettinen biologia
TuY	Proteiinipohjaiset biologiset järjestelmät, synteettinen biologia, fotosynteesitutkimus, bioenergia, bioteknillinen diagnostiikka, pohjoisten alueiden elintarviketutkimus
ÅA	Lipidi- ja membraanibiokemia, rakennebiologia, bioinformatiikka

Biologia	
HY	Ekologia ja evoluutiobiologia, spatiaalinen ja teoreettinen ekologia, ekologinen ja evolutiivinen genetiikka, luonnonsuojelubiologia. Geenit ja ympäristö: kasvien signalointi ja biotekniikka; kehitysbiologia, bioinformatiikka ja ravitseminen, mikrobi-isäntä vuorovaikutukset ja virosfääri, genomiikka, bioinformatiikka ja rakennebiologia, ihmisgenetiikka. Terveiden molekulaarinen perusta: neurotiede, sairauksien perusmekanismit, esto ja dynamiikka
ISY	Ympäristömuutoksen biologia maa- ja vesiekosysteemeissä
JY	Evoluutiotutkimus, akvaattiset ekosysteemit, ympäristön ja luonnonvarojen tutkimus, solujen, virusten ja biomolekyylien rakenteen tutkimus
OY	Populaatiogenetiikka ja –genomiikka, yhteisöekologia
TuY	Taksonomia ja systematiikka, trooppinen biologia, ekologiset vuorovaikutussuhteet, evolutiivinen genetiikka, molekyyligenetiikka, ekofysiologia ja -toksikologia
ÅA	Solubiologia, biokuvantaminen, ympäristöekologia

Ympäristötiede	
HY	Ekologia ja evoluutiobiologia, geenit ja ympäristö, muuttuva ympäristö
ISY	Ilmastonmuutoksen tutkimus (aerosolit/pienhiukkaset), ympäristöterveys, biogeokemia, ympäristöekologia, ympäristöinformatiikka
JY	Ihmisen toiminnan ympäristövaikutukset, ympäristötiede integroituu biologiaan
TTY	Ympäristötekniikka
TuY	TYYK: Pitkäaikaiset seurannat ja aikasarjat sekä niiden mallintaminen
ÅA	Ympäristö- ja meribiologia, yhdistetty biologiaan

Fysiikka	
Aalto	Tiiviin aineen fysiikka, materiaalfysiikka, energiatieteet (fissio, fuusio, uudistuvat energialähteet), kvantti-ilmiöt ja -komponentit
HY	Alkeishiukkasfysiikka, kosmologia ja avaruusfysiikka, materiaalfysiikka: säteilyn ja materiaalien vuorovaikutukset, lääketieteellinen ja biofysiikka
ISY	Fotoniikka, lääketieteellinen fysiikka, ilmastofysiikka, laskennallinen fysiikka
JY	Ydin- ja kiihdytinpohjainen fysiikka, materiaalfysiikka (molekulaarinen nanotiede), suurenergiafysiikka
OY	Molekyyli- ja materiaalit (NMR- ja synkrotronisäteilyyn liittyvä spektroskopia, laskennallinen ja teoreettinen materiaalfysiikka, neurobiofysiikka), Sodankylän geofysiikan observatorio, Max IV, Eiscat, Eiscat 3D, Laguna -hanke
TTY	Aerosolifysiikka, laskennallinen fysiikka (biologinen fysiikka, materiaalfysiikka erityisesti elektronitason mallinnus sekä sähköiset ja optiset ominaisuudet), optiikka ja fotoniikka, pintatiede
TuY	Materiaalfysiikka, erityisesti magnetismi ja suprajohtavuus, synkrotronispektroskopia, pintafysiikka ja farmaseuttinen fysiikka, moderni kvanttifysiikka
ÅA	Materiaalfysiikka, erityisesti sähköoptiset ominaisuudet orgaanisissa puolijohteissa sekä kvanttirakenteissa, Mössbauerspektroskopia

Meteorologia	
HY	Biosfäärin ja ilmakehän vuorovaikutukset, ilmaston ja ilmanlaadun vuorovaikutukset, ainoa suomalainen meteorologian koulutusohjelma

Tähtitiede	
HY	Astrofysiikka, taivaan pienkappaleet, galaktinen kosmologia
OY	Avaruusfysiikka (aurinko-maa fysiikka) ja tähtitiede (gravitaatiodynamiikka)
TuY	Suurenergia-astrofysiikka ja auringon fysiikka (ml. avaruusfysiikka), kansallinen ESO-keskus: galaksit ja kosmologia, stellaari astrofysiikka, sekä tähtien välinen aine ja tähtien synty

Kemia	
Aalto	Aktiiviset ja toiminnalliset materiaalit, mukaan lukien energiatekniikat materiaalit, uudet materiaalit ja molekyylit
HY	Materiaalikemia; kestävä kehitys kemia
ISY	Materiaalikemia (yhteistyössä fotoniikka/biomateriaalitiede), biologinen rakennetutkimus, biotalouden kemia, farmaseuttinen kemia
JY	Molekulaarinen nanotiede, Elinympäristön kemia
OY	Molekyyli- ja materiaalit, kestävä kemia
TTY	Funktionaaliset ja supramolekulaariset materiaalit (erityisesti fotoaktiiviset materiaalit), orgaaninen kemia ja biojalostus
TuY	Bio-orgaaninen kemia, etenkin nukleinihappojen kemia, luonnonyhdisteiden kemia, etenkin polyfenolien analyttisorgaaninen kemia, materiaalikemia, etenkin pehmeiden materiaalien kemia
ÅA	Molekulaarinen prosessi- ja materiaalitekniikka, synteositeknologia, korkealämpötilakemia, katalyyysi

Matematiikka	
Aalto	Analyysi, diskreetti matematiikka, numeerinen matematiikka, tilastotiede ja stokastiikka, systeemianalyysi
HY	Analyysi, logiikka, matemaattinen fysiikka, biomatematiikka, inversio-ongelmat
ISY	Operaattoriteoria, funktioanalyysi (osittaisdifferentiaaliyhtälöt)
JY	Analyysi, inversiotutkimus ja stokastiikka, optimointi, numeerinen analyysi ja laskennalliset tieteet, (nouseva ala informaatioturvallisuus)
OY	Analyysi, diskreetti matematiikka, sovellettu matematiikka
TaY	Algebra, logiikka ja lukuteoria
TuY	Analyysi, diskreetti matematiikka, matemaattinen mallintaminen
TTY	Moderni sovellettu matematiikka
ÅA	Stokastiset menetelmät, numeerinen analyysi, funktionaalinen analyysi

Tilastotiede	
HY	Bayesiläinen tilastotiede
ISY	Metsätieteen tilastotieteelliset sovellukset
JY	Tilastotiede
OY	Tieteiden väliset matematiikan sovellukset, mukaan lukien tilastotiede
TaY	Eksploratiivinen tiedon analysointi, ekonometria, biostatistiikka, tilastotiede, yhteiskuntatieteissä ja hallintotieteissä, soveltava tilastotiede, spatiaalinen tilastotiede, bayesiläinen tilastotiede
TuY	Tilastotieteen teoria, tilastollinen päättely empiiristen tieteiden metodologiassa
TTY	Soveltava tilastotiede, erityisesti systeemi- ja säätötekniikka
ÅA	Ekonometria

Tietojenkäsittelytiede	
Aalto	Tietojenkäsittelytiede: Algoritmit, logiikka, kompleksisuus, koneoppiminen ja laskennallinen päättely, big data: data-analyysi, hajautettu laskenta, Smart society and sciences Tietotekniikka: data-intensiivinen, hajautettu ja pervasiivinen tietotekniikka, kokeellinen ohjelmistotekniikka, tietoturva, opusteknologiat, www-teknologiat, pelit, grafiikka ja vuorovaikutus, käyttäjäkokemus, hajautetut pilvijärjestelmät ja mobiilit laitteet, ihmiskeskeinen ubiikkitekniikka, tietoliikenne ja tietoverkkotekniikka
HY	Data-analyysi, koneoppiminen, hajautetut järjestelmät, ohjelmistojärjestelmät, bioinformatiikka
ISY	Älykäs medialaskenta, ohjelmistotekniikka, opetus- ja kehitysteknologiat
JY	Tietojärjestelmätiede, laskennalliset tieteet
OY	Tietojärjestelmät ja ohjelmistotuotanto
TaY	Ihmisen ja teknologian vuorovaikutus, ohjelmistot, tiedonhallinta, tiedonlouhinta, tietojärjestelmät (organisaatioiden ja eHealth), teoreettinen tietojenkäsittely ja algoritmit, suurten data-aineistojen analysointi ja hallinta (Big Data)
TuY	Data science ja kielitekniikka, bioinformatiikka, peli- ja vuorovaikutussuunnittelu
TTY	Teoreettinen tietojenkäsittelytiede
ÅA	Educational technology, formal methods, computational modelling, biocomputing, data science and business intelligence, distributed systems

Informaatiotutkimus	
JY	Data-analyysi
TaY	Tiedonhaku, pelitutkimus, internet-tutkimus, informaatio- ja mediakäytännöt, oppimisympäristöt

Geologia ja geofysiikka	
HY	Geologia: Geologisten prosessien fysikaalinen, kemiallinen ja laskennallinen mallinnus, Geofysiikka: kiinteän maan geofysiikka ja seismologia, kryosfäärin fysiikka
OY	Vuori- ja kaivannaisalan tiedekunta 1.8.2014-
TuY	Fennoskandian geologia, sedimentologia ja historialliset ympäristömuutokset

Maantiede	
HY	Luonnonympäristön ja rakennetun ympäristön mallinnus ja analyysi
ISY	Luonnonvarojen ja luonnonvaraperiferian maantiede (ml. bioenergia, energiantuotannon ympäristövaikutukset), sosio-ekologinen luonnonvaratutkimus, arktiset alueet, geoinformatiikka
OY	Ihmismaantiede
TuY	Innovaatioympäristöt ja kaupunkimaantiede, vesistöt ja Itämeri, soveltava paikkatietotutkimus, ympäristön dynamiikka ja globaalimuutos