



SYNTEETTINEN BIOLOGIA
FINSynBio

TUTKIMUSOHJELMA 2013-2017

Ohjelmamuistio

1. OHJELMAN TAUSTA

Geeniteknologia on viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana vaikuttanut merkittävästi biologisten prosessien ymmärtämiseen ja uusien bioteknisten sovellusten kehittämiseen. Erilaisten "omiikka"-tekniikoiden, kuten esimerkiksi genomiikan, transkriptomiikan ja proteomiikan menetelmien myötä on saatu lisävalaistusta geenien toiminnasta, genomien rakenteesta ja geenituotteiden ilmenemisestä. Proteiinien rakenne- ja funktiotutkimus on selvittänyt yhteyden geenien ja solun sisällä tapahtuvien biokemiallisten reaktioiden välillä. Systemibiologia yhdessä matemaattisen mallinnuksen avulla on selvittänyt kuinka kokonaiset solut toimivat.

Synteettinen biologia on uusi, kansainvälisesti voimakkaasti kehittyvä monitieteinen tutkimusala, joka integroi mm. biotieteitä, lääketieteitä, fysikaalis-kemiallisia ja teknisiä tieteitä ja jonka eräs tavoite on räätälöidä ja rakentaa uusia biologisia komponentteja esim. biokatalyyttejä tai geneettisiä piirejä, sekä koota niistä hallitusti biologisia laitteita ja tuottosysteemejä, kuten tuottosoluja. Synteettisen biologian tutkimus antaa työkaluja esimerkiksi itsestään järjestyvien biokomposiittien, laitteiden ja systeemien suunnitteluun ja rakentamiseen, sekä luonnon mekanismien uudelleen organisointiin. Synteettinen biologia mahdollistaa uudenlaisten teknologioiden käyttöönoton mm. vapaammin skaalattavien, vähemmän ympäristöä kuormittavien ja tehokkaampien teollisten prosessien käyttöönottamiseksi, sekä näistä syntyviin sovelluksiin esim. ympäristöön, ravintoon ja terveyteen liittyen. Synteettiselle biologialle on ominaista biologisten prosessien kvantitatiivinen kartoitus, mallintaminen ja tähän perustuen prosessien muokkaus uusien ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Synteettisen biologian ohjelma hakee uudenlaista, laaja-alaista molekyylibiologisten, biokemiallisten, laskennallisen ja tietokoneavusteisen mallinnuksen, prosessi- ja materiaalitekniisten teknologioiden sekä kemiallisten ja fysikaalisten lähestymistapojen yhdistämistä ja kontrolloitua kokoamista, jolloin näitä eri lähestymistapoja ei tulekaan nähdä irrallisina tai itsenäisinä alueina, vaan kyse on niiden integroimisesta saumattomaan yhteistyöhön. Ala edustaa siten monitieteistä lähestymistapaa.

Synteettiseen biologiaan ja sen pohjalta kehitettäviin sovelluksiin liittyy myös monia yhteiskunnallisia ja eettisiä kysymyksiä, joiden ulottuvuuksia on syytä tutkia jo varhaisvaiheessa. Myös keinotekoisien elämän synnyttäminen ja siihen liittyvät eettiset kysymykset ovat kiinteästi yhteydessä synteettiseen biologiaan. Synteettinen biologia on hyvä esimerkki siitä, miten ongelmanasettelut ja tavoitteet ovat muuttuneet sitä mukaa kuin teknologia on kehittynyt. Synteettisellä biologialla on tieteen julkisen ymmärryksen kannalta tärkeitä seuraamuksia. Uusi teknologia ja etenkin mahdollisen keinotekoisien elämän synnyttäminen muuttavat näkemyksiämme biotieteiden luonteesta ja mahdollisuuksista. Lisäksi keskustelu perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen rajasta on kiinnostava tieteen tutkimuksen näkökulmasta juuri näillä aloilla, joissa tutkimusmotivaationa on mm. parantaa tauteja ja kehittää muita sovelluksia. Nämä seikat korostavat alan monitieteisen tutkimuksen tärkeyttä.

1.1. ALAN TUTKIMUS SUOMESSA JA MUISSA MAISSA

Pisimmällä synteettisen biologian tutkimuksessa ovat maailman korkeatasoisimmat yliopistot kuten USA:n Cambridgessä Massachusetts Institute of Technology (MIT), University of California Berkeley, Harvard University, University of California San Francisco (UCSF) ja

Sveitsin Eidgenössische Technische Hochschule Zurich (ETH). Synteettiseen biologiaan liittyviä useita sovelluksia on jo julkaistu ja patentoitu. Suomessa ala on vielä varsin kehittymätön, vaikka meillä onkin monia vahvoja mm. geeniteknologian, proteomiikan, metabolomiikan, systeemibiologian ja tietokonemallinnuksen osaajia. Näiden tutkijoiden ja tutkimusryhmien osaamis pohjaa yhdistämällä ja samalla aktiivisesti verkottumalla kansainvälisten huippuyliopistojen tutkijoiden kanssa mahdollistettaisiin Suomen vahva asema synteettisen biologian alueella tulevaisuudessa. Suomen Akatemia on myös mukana synteettisen biologian kolmivuotisessa ERASynBio-hankkeessa (2012-14), mikä mahdollistaa suomalaisten ja muiden eurooppalaisten tutkijoiden verkottumista, sekä eurooppalaisten rahoitusorganisaatioiden yhteistyötä tällä alalla.

Viimeaikaiset arvioinnit ja ennakoitutyöt ovat pohjustaneet tarvetta synteettisen biologian tutkimusohjelman käynnistämiseksi. Suomen Akatemian Systeemibiologian tutkimusohjelman (2004-07) arviointiraportissa vuodelta 2009 suositeltiin systeemibiologisen tutkimuksen laajempaa verkottumista ja merkittävämpää integroimista sekä biologiseen että muihin tutkimuksen aloihin. Euroopan tiedesäätö (ESF) toteutti vuosina 2004-05 systeemibiologian "Forward look" hankkeen, jonka seurauksena ESF on mm. käynnistänyt synteettistä biologiaa käsittelevän tutkimusohjelman EuroSYNBIO. Suomen Akatemian ja Tekesin toteuttamassa FinnSight 2015 ennakoitihankkeessa bio-osaamista kartoittanut asiantuntijapaneeli suosittelee seitsemää osaamisaluetta, joihin tulisi panostaa ja näistä ainakin neljä liittyy suoraan synteettisen biologian tutkimusohjelman teemoihin: biologisen tiedon hallinta ja mallinnus, biotuotannon kehittäminen, uudet biotekniset tuotemahdollisuudet sekä lääkekehitys.

2. OHJELMAN TAVOITTEET

Synteettisen biologian tutkimusohjelman tavoitteina ovat:

- Tukea korkealaatuista synteettisen biologian alan tutkimusta Suomessa
- Edistää Suomessa toimivien, ennen kaikkea eri alojen tutkijoiden välistä yhteistyötä, jotta tutkijayhteisö saavuttaisi kriittisen massan yltääkseen synteettisen biologian kansainvälisesti kilpailukykyiselle tasolle
- Lisätä kansainvälistä yhteistyötä ohjelman muiden tavoitteiden saavuttamiseksi
- Lisätä tutkijayhteisön ja muun yhteiskunnan vuoropuhelua synteettisen biologian sosiokulttuurisista kysymyksistä
- Edistää synteettisen biologian tutkimuksen julkista ymmärtämistä

3. OHJELMAN TEEMAT

Tutkimusohjelma pyrkii vastaamaan sellaisiin suuriin kysymyksiin kuin miten biologisia komponentteja voidaan valmistaa keinotekoisesti ja kuinka näitä rakennuspalikoita voidaan järjestää uudella tavalla halutun biologisen toiminnan saavuttamiseksi. Tällaisia kysymyksiä voidaan lähestyä täsmällisempien ja pienempien osaprojektien kautta kuitenkin siten, että kussakin yksittäisessä tai konsortiohankkeessa on kyettävä osoittamaan tutkimusryhmän

oman osaamisen tai aktiivisesti toimivan yhteistyön kautta, miten hanke assosioituu synteettisen biologian tutkimuksen kenttään ts. mikä tekee hankkeesta synteettistä biologiaa.

Tutkimusohjelmaan kuulu kolme teema-aluetta, joita ei tule nähdä erillisinä alueina, vaan toisiaan täydentävinä lähestymistapoina. Ohjelmaan toivotaan useamman teema-alueen sisältäviä hankkeita. Erityisesti kaksi ensimmäistä teemaa "Biologisten reaktioiden ja systeemien mallinnus ja simulointi" sekä "Synteettisen biologian työkalut ja tuotantosysteemit" linkittyvät toisiinsa hyvin vahvasti. Kolmas teema-alue "Synteettiseen biologiaan liittyvät sosiokulttuuriset kysymykset" tulisi nähdä oman erityisluonteensa lisäksi mahdollisuutena lisätä tutkimusohjelmassa humanistis-yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen välittävää roolia luonnontieteellis-teknisen ja lääketieteellisen tutkimuksen harjoittajien ja muiden sidosryhmien välillä.

Tutkimusohjelman kolme teema-aluetta on lueteltu alla. Teemojen yhteydessä esitetyt tutkimusaihealueet ovat ainoastaan teemaotsikkoa selittäviä esimerkkejä.

1. BIOLOGISTEN REAKTIOIDEN JA SYSTEEMIEN MALLINNUS JA SIMULOINTI

- Biologisten prosessien kvantitatiivinen kartoitus, mallintaminen ja prosessien muokkaus uusien ominaisuuksien aikaansaamiseksi
- *De novo* prosessien suunnittelu
- Prosessien optimointi

2. SYNTEETTISEN BIOLOGIAN TYÖKALUT JA TUOTANTOSYSTEEMIT

- Uusien synteettisten geenien valmistaminen ja uusien geneettisten koodien luominen epätavallisten emäsparien avulla
- Uusien biosynteesireittien rakentaminen luontaisia ja muunnettuja genejä yhdistelemällä
- Uusien entsyymiaktiivisuuksien kehittäminen
- Itsekokoontuvat nanorakenteet kuten biologiset molekyyli-moottorit ja nanorobotit
- Synteettiset soluorganellit ja mikrobien metabolinen muokkaus editoimalla perimää
- geeniterapiavektorit ja uudet täsmälääkkeet

3. SYNTEETTISEEN BIOLOGIAAN LIITTYVÄT SOSIOKULTTUURISET KYSYMYKSET

- Tieteen ja teknologian tutkimus
- Eettiset kysymykset
- Immateriaalioikeuksiin liittyvä tutkimus

4. TUTKIMUSOHJELMAN VAIKUTTAVUUS

Synteettinen biologia tutkii ja kehittää biologisia komponentteja ja prosesseja, joita ei välttämättä sellaisenaan esiinny luonnossa. Tavoitteena on käyttää näitä "molekyylikoneita" hyväksi mm. erilaisissa teollisissa valmistusprosesseissa, antureissa, diagnostiikassa, lääkekehityksessä ym. Näkyvyydeltään ja vaikuttavuudeltaan synteettisen biologian tutkimus on merkittävää, koska sen sovellukset ovat laajoja ja koskevat jokapäiväistä elämää. Hyvinvoinnin kannalta synteettisen elämän luominen tuottanee lukuisia sovelluksia niin

lääketieteessä, ympäristötekniologiassa kuin nanotieteissä ja tuotantotaloudessakin. Synteettisen biologian osaamisella luodaan edellytyksiä kestäväen kehityksen bio-osaamista hyödyntävälle toiminnalle ja tulevaisuuden innovatiivisille kasvualoille.

Synteettisen biologian tutkimukseen kuuluu myös keskustelu tieteen filosofiasta ja tieteen etiikasta. Tutkimuksessa muokataan täysin uusia biologisia rakenteita, joiden kohdalla joudutaan käymään keskustelua elämän olemuksesta ja siitä, mikä tekee fysikaalis-kemiallisesta maailmasta biologisen ja elävän. Tutkimusohjelma sitoo siten yhteen monitieteellisesti laajan tutkijayhteisön rakentamaan ja keskustelemaan yhdessä muun yhteiskunnan kanssa tulevaisuuden tuotantomenetelmistä ja suhtautumisesta biologisen tiedon käyttöön välineenä.

5. TUTKIMUSOHJELMAN TOTEUTUS

Ohjelman aihepiiri kattaa biotieteellisen, luonnontieteellisen, terveystieteellisen sekä myös yhteiskuntatieteellisen lähestymistavan. Poikkitieteellinen yhteistyö on ohjelman tavoitteiden toteutumisen kannalta erityisen tärkeää. Valmisteluun ovat osallistuneet biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen, luonnontieteen ja tekniikan tutkimuksen, terveyden tutkimuksen sekä kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta.

5.1. OHJELMAN RAHOITUS

Synteettisen biologian tutkimusohjelma (FINSynBio) on Suomen Akatemian rahoittama ja koordinoima tutkimusohjelma, jonka hankkeiden rahoituskausi on neljä vuotta (2013–2017). Ohjelman kautta Akatemia rahoittaa tutkimushankkeiden ja tutkimuskonsortioiden tekemää monitieteistä tutkimusta. Tutkimuskonsortio on yhteisen tutkimussuunnitelman pohjalta toimiva itsenäisten osahankkeiden kokonaisuus, jossa erilaisia menetelmiä ja tieteenaloja yhdistämällä pyritään saavuttamaan lisäarvoa, joka ei ole tavanomaisessa hankeyhteistyössä mahdollista. Ohjelman suunniteltu myöntövaltuus on 10 miljoonaa euroa vuonna 2013. Lisäksi ohjelmalle on suunniteltu varattavaksi 2 miljoonaa euroa mahdollisia myöhemmin toteutettavia kansainvälisiä lisähakuja varten (kts. 5.3).

5.2. KANSALLINEN YHTEISTYÖ

Synteettinen biologia -tutkimusohjelma tukee Akatemian hallituksen määrittelemiä ns. suuria haasteita, kuten kestävä energia, terve arki kaikille sekä väestön ja yksilön ikääntyminen. Ohjelman teema-alueilla on selkeitä liittymäpintoja myös Akatemian FinNano, LASTU, Kansanterveyden haasteet (SALVE), sekä Mieli-tutkimusohjelmiin. Synteettisen biologian tutkimuksella saattaa olla liittymäpintoja usean strategisen huippuosaamisen keskittymän (SHOK), kuten Terveys ja hyvinvointi SalWe Oy:n, Energia ja ympäristö CLEEN Oy:n ja Metsäklusteri Oy:n tutkimusstrategioihin.

5.3. KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ

Tutkimusohjelmalla pyritään tukemaan kansainvälistä yhteistyötä ja verkottumista. Ohjelman tavoitteena on luoda ja vahvistaa suhteita maihin, joissa tehdään korkeatasoista synteettisen biologian tutkimusta. Ohjelmassa pyritään synnyttämään pitkäjänteistä rahoittajayhteistyötä

kansallisten tutkimusrahoittajien kanssa maissa, jotka ovat suomalaisten synteettisen biologian tutkijoiden kannalta keskeisiä. Synteettisen biologian tutkimuksen ja yhteistyön kannalta kiinnostaviksi kohtemaiksi on alustavasti tunnistettu USA, Kanada, Englanti, Saksa, Sveitsi ja Intia. Intialaisen julkisen tutkimusrahoittajan Department of Biotechnologyn (DBT) kanssa on suunniteltu rahoitusyhteistyötä ohjelman ensimmäisen määräraha-haun yhteydessä (Kts. 5.3.1.). Myöhemmästä kansainvälisestä yhteistyöstä ja mahdollisesta erillisestä hausta, joka suuntautuu kansainvälisiin yhteishankkeisiin, päätetään erikseen.

Vuoden 2012 alussa on käynnistynyt synteettisen biologian ERA-NET ERA-SynBio, jossa Akatemia on mukana. ERA-SynBion hakujen kautta myöhemmin mahdollisesti rahoitettavat suomalaishankkeet tullaan linkittämään ohjelmakoordinaation kautta Synteettisen biologian tutkimusohjelman toimintaan.

5.3.1. YHTEISTYÖ INTIAN DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGYN (DBT) KANSSA

Täydennetään myöhemmin rahoitusneuvotteluiden perusteella.

5.4. AIKATAULU

Tutkimusohjelmassa rahoitetaan enintään nelivuotisia hankkeita ja konsortiohankkeita vuosina 2013–2017. Hankkeiden rahoituskausi on pääsääntöisesti neljä vuotta. Rahoituskausi alkaa 1.9.2013 ja päättyy 30.8.2017. Haun ja hakemusten arvioinnin aikataulu on esitetty tarkemmin luvussa 6. Ohjelman avajaisseminaari järjestetään syksyllä 2013. Ohjelman loppuarviointi suoritetaan aikaisintaan vuoden 2018 aikana. Loppuarvioinnin toteutus on kuvattu tarkemmin luvussa 5.7.

5.5. JOHTORYHMÄ

Tutkimusohjelmaa johtaa johtoryhmä, joka koostuu Akatemian toimikuntien jäsenistä ja asiantuntijajäsenistä. Johtoryhmään voidaan lisäksi kutsua muita asiantuntijoita. Johtoryhmän tehtävänä on:

- valmistella ohjelma ja tehdä ohjelmajaostolle ehdotus rahoitettavista hankkeista
- ehdottaa Akatemian toimikunnille ja muille rahoittajille mahdollisia lisähakuja ja/tai lisärahoitusta
- johtaa ohjelmaa ja vastata sen seurannasta
- ohjata ohjelman koordinaatiota
- vastata ohjelman loppuarvioinnista
- edistää ohjelman tutkimustulosten hyödyntämistä

5.6. OHJELMAN KOORDINOINTI

Tutkimusohjelma edistää tutkimushankkeiden kehittymistä ohjelmakokonaisuudeksi aktiivisen tiedonvaihdon ja yhteistyön kautta. Tutkimusohjelman koordinaatiosta vastaavat johtoryhmä sekä Suomen Akatemian nimeämät ohjelmapäälliköt ja projektisihteeri, joiden tehtävänä on edistää ohjelman tavoitteiden toteutumista yhteistyössä hankkeiden kanssa. Hankkeiden toivotaan näin vahvistavan toisiaan ja ohjelman synnyttävän uudenlaista monitieteistä tutkimustietoa. Siksi ohjelmaan valittavien hankkeiden johtajilta edellytetään,

että he sitoutuvat ohjelman tavoitteisiin ja toimivat aktiivisesti yhteistyössä ohjelman aikana ja arvioitaessa ohjelman tuloksia sen päätyttyä.

Ohjelmaan valittujen hankkeiden vastuullisten johtajien tulee:

- vastata ja raportoida hankkeen tieteellisestä edistymisestä ja rahoituksen käytöstä ohjelmapäällikön ja rahoittajien ohjeiden mukaisesti,
- varmistaa oma ja tutkimusryhmän jäsenten osallistuminen ohjelmakoordinaation järjestämiin tapaamisiin, seminaareihin ja työpajoihin sekä edistää tiedonkulkua ja yhteistyötä ohjelman tutkimusryhmien välillä,
- osallistua tutkimusohjelman katsausten, synteisien ja tiedotusmateriaalin tuottamiseen ja jakaa aktiivisesti tietoa ohjelman edistymisestä ja tuloksista julkisilla ja tieteellisillä foorumeilla.

Tutkimushankkeet osallistuvat ohjelman kuluessa tutkimustulosten käyttäjien kanssa järjestettäviin tilaisuuksiin ja muihin toimiin, joilla välitetään tutkimustietoa sidosryhmille.

5.7. LOPPUARVIOINTI

Tutkimusohjelman toteutus ja tuloksellisuus arvioidaan ohjelman päätyttyä. Arvioinnin toteutus määritellään ohjelman kuluessa, mutta arvioinnissa voidaan ottaa huomioon:

- ohjelman tavoitteiden toteutuminen
- tutkimusohjelman toteutus (koordinaatio, johtoryhmän rooli, osallistuminen ohjelmaan)
- ohjelman vaikuttavuuden toteutuminen
- kansallinen ja kansainvälinen yhteistyö
- ohjelmassa tehdyn tutkimuksen saama julkisuus ja näkyvyys

Arviointi voidaan tehdä osana laajempaa Akatemian tai kansallisen ohjelmakokonaisuuden arviointityötä ja yhteistyössä muiden kansallisten ja kansainvälisten toimijoiden kanssa.

Rahoitettavien tutkimusryhmien tulee raportoida hankkeensa edistymisestä johtoryhmän päättämällä tavalla sekä toimittaa hankkeen päätyttyä tutkimusraportti Suomen Akatemiaan. Raporteista tulee ilmetä mm. hankkeessa tuotetut tieteelliset julkaisut ja ohjelman puitteissa suoritettut opinnäytetyöt.

6. HAKUOHJEET JA HAKEMUSTEN ARVIOINTIKRITEERIT

Tutkimusohjelmassa rahoitetaan enintään nelivuotisia hankkeita ja konsortiohankkeita vuosina 2013–2017. Hankkeiden rahoituskausi alkaa 1.9.2013 ja päättyy 30.8.2017. Ohjelman haku on kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa toimitettava aihakemus sisältää lyhyen aiesuunnitelman (ks. ohjeet aihakemuksen laatimisesta liitteineen Akatemian syyskuun 2012 hakuilmoituksesta, liite 1B). Aiehaku toteutetaan syyskuun 2012 haun yhteydessä. Ohjelman johtoryhmä tekee Akatemian hallituksen asettamalle ohjelmajaostolle esityksen hankkeista, jotka aihakemusten perusteella parhaiten täyttävät ohjelman tavoitteet. Johtoryhmä käyttää aihakemusten arvioinnissa apunaan tieteellisiä asiantuntijoita. Varsinaiseen hakuun osallistuville ilmoitetaan jaoston päätöksestä joulukuussa 2012.

Hakijat, joilta pyydetään varsinainen hakemus, laativat täydellisen tutkimussuunnitelman ja jättävät sen verkkopalveluun alustavan aikataulun mukaan tammi-helmikuussa 2013. Ohjeet varsinaisen hakemuksen laatimisesta liitteineen ovat Akatemian syyskuun 2012 hakuilmoituksessa (liite 1A). Varsinaisten hakemusten arvioinnista vastaa ulkomaisista asiantuntijoista koostuva asiantuntijaraati. Hakemusten tieteelliseen arviointiin perustuen ja ohjelman tavoitteet huomioon ottaen johtoryhmä valmistelee ehdotuksen rahoitettavista hankkeista ohjelmajaostolle, joka tekee rahoituspäätökset viimeistään touko-kesäkuussa 2013.

Muut mahdolliset kansainväliset yhteishaut toteutuvat rahoittajakumppanien kanssa erikseen sovittavassa aikataulussa.

Hakemusten arvioinnissa noudatetaan Akatemian tutkimusohjelmien yleisiä arviointikriteerejä (kts. www.aka.fi > Hakemusten arviointi sekä Hakemusten arviointiohjeet).

7. LISÄTIETOJA

Tämän ohjelmamuistion saa Suomen Akatemian [www-sivuilta](http://www.aka.fi) osoitteesta www.aka.fi/FINSYNBIO

Yhteyshenkilöt:

Suomen Akatemia:

Ohjelmapäällikkö
Tiina Kotti
Puh. 09 7748 8255

Ohjelmapäällikkö
Mika Tirronen
Puh. 09 7748 8255

Ohjelmapäällikkö
Jukka Reivinen
Puh. 09 7748 8332

Projektisihteeri
Sanna Hytönen
Puh. 09 7748 8222

Sähköposti: etunimi.sukunimi@aka.fi