

Akatemiaohjelma-aloitteet 2018

Akatemia pyysi avoimella verkkokyselyllä tutkijoita ja muita toimijoita tekemään ehdotuksia uusiksi akatemiaohjelmiksi ja strategisen tutkimuksen teemoiksi. Aloitteita saapui marraskuun 2017 aikana yhteensä 205 kpl. Näitä ohjelma-aloitteita käsiteltiin toimikuntien yhteisessä työpajassa 2.3.2018. Työpajan työkentelyn pohjalta valikoitui 8 ohjelma-aloitetta, joita edelleen käsiteltiin 18.4.2018 tutkimusjohtoryhmässä. Akatemian hallitus päätti uusista akatemiaohjelmista 8.6.2018.

- Elämän molekulaariset säätelymekanismit
- Energian varastointi
- Ympäristöterveys ilmaston muuttuessa
- Sukupolvet ja arvot kestävässä hyvinvointivaltiossa
- Oppiminen ja sivistys
- Kierrätettävät tuotteet ja tuotanto
- Hiilen talteenotto
- Terveellä mielellä elämänmittaiseen toimintakykyyn

Elämän molekulaariset säätelymekanismit (työnimi)

Molecular regulatory mechanisms of life

Ohjelman tavoitteet

Genomin vuorovaikutus ympäristönsä kanssa vaikuttaa geenien ilmentymiseen. Ohjelman tavoitteena on ymmärtää eliön sisä- ja ulkosyntyisen tekijöiden ja genomin vuorovaikutuksen molekulaarisia säätelymekanismeja. Säätelymekanismien tutkimisen mahdollistaa vahva kehitys genomilaajuisien säätelymekanismien tutkimusmenetelmissä (mm. ChIP-seq, RNA-seq, GRO-seq, PRO-seq, Hi-C, ChIA-PET). Lisäksi pääsy genomilaajuisiin tietokantoihin mahdollistaa geenien sisä- ja ulkosyntyisten säätelymekanismien integratiivisen tutkimuksen. Ohjelman tutkimusasetelmat käyttävät moderneja ja tehokkaita genomin editointimenetelmiä (esim. CRISPR-Cas9 -tekniikka) yhdistäen laaja-alaisesti omiikkoja, solumalleja, organoideja sekä in vivo kasvi- ja eläinmalleja. Ohjelman tutkimusasetelmat hyödyntävät siten myös regeneraatio- ja kantasolubiologian tekniikoita sekä suurten tietomäärien analyysimenetelmiä.

Ohjelma kannustaa uusien menetelmien käyttöön ja selvittämään, miten genomin kolmiulotteinen rakenne moninaisine säätelymekanismeineen luo kontakteja genomin eri osien ja geeniverkostojen välille. Miten genomien erot vaikuttavat elimistön adaptaatioon akuutissa ja kroonisessa stressissä? Mitä organismissa silloin tapahtuu sisäisten molekulaaristen mekanismien tasolla? Miten genomin ja ympäristötekijöiden vuorovaikutusmekanismit vaikuttavat ilmiösuun?

Ohjelmassa pureudutaan genomin toiminnan keskeisiin kysymyksiin ja sen tavoitteena on:

- löytää ratkaisuja tieteellisiin peruskysymyksiin hyödyntämällä uusia tekniikoita mm. geenisakset, kantasolutekniikat, tekoäly
- nopeuttaa uusimpien tutkimusmenetelmien käyttöönottoa (erityisteema jälkikäiteisohjelmassa jo rahoitetuille hankkeille)
- integroida kaikkiin hankkeisiin eettinen tarkastelu

Tieteen uudistuminen

Geenien ja niiden säätelyalueiden muokkaus on suuri teknologinen kehitysaskel, joka mahdollistaa erilaisten tieteellisten kysymysten fysiologisen merkityksen testaamisen käytännössä. Toisaalta alan uudet menetelmät luovat keinoja lukuisille sovelluksille biologian, lääketieteen ja bioteknologian alalla.

Suomalaisella genetiikan ja kehitysbiologian tutkimuksella on vahva perinne. Alan menetelmäkehitys on maailmalla ollut erittäin nopeaa. Ohjelma edistää suomalaisessa tiedeyhteisössä sekä uusien tutkimusmenetelmien käyttöönottoa että uudenlaisia tieteellisiä lähestymistapoja, ja tulee näin merkittävällä tavalla uudistamaan alan tutkimusta. Ohjelma mahdollistaisi kehityshypyn biotieteellisessä tutkimuksessa.



Tutkimuksen laatu

Suomessa on useita huippuyksiköitä ja lukuisia korkeatasoisia biotieteellisiä tutkimusryhmiä erityisesti genetiikan, genomiikan, geenisäätelyn sekä kehitysbiologian osa-alueilla, jolle ohjelma tarjoaa mahdollisuuden uusimpien menetelmien hyödyntämiseen. Ohjelmalla pyritään houkuttelemaan alan uusimmat opit kansainvälisissä ympäristöissä saaneita tutkijoita Suomeen.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelma-aiheen tutkimus on yksi kansainvälisesti nopeimmin eteneviä tutkimusalueita ja on tärkeää, että tämä tutkimus pysyy Suomessa kilpailukykyisenä. Kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön kautta on mahdollista tehdä merkittäviä tieteellisiä löytöjä erityisesti solu- ja molekyylibiologian sekä kehitys- ja kantasolubiologian aloilla.

Energian varastointi

Ohjelman tavoitteet

Energian varastointi on noussut yhdeksi merkittävimmistä globaaleista tutkimusaiheista. Käytännössä mikään nykyisistä energian varastointimenetelmistä ei pysty vastaamaan kapasiteetiltaan eikä varastointialtaan käynnissä olevaan energiamurrokseen. Varastointi on avainteknologia kaikilla energian jakelun osa-alueilla. Tehokas, luotettava ja kustannustehokas varastointitekniikka on edellytyksenä hajautetun energian käytölle, integraatiossa energiajärjestelmiin ja niiden kehittämiseen. Energian varastointitekniologia kaikkine oheisjärjestelmineen ja ohjelmistokehitystarpeineen luo merkittävän uusien kaupallisten tuotteiden kehitys- ja markkinapotentiaalin suomalaiselle teollisuudelle.

Energian varastointitekniikan kehitykseen vaikuttavat keskeisesti sähkö- ja hybridiajoneuvojen, hajautetun sähkönjakelun ja uusiutuvia energialähteitä hyödyntävän voimantuotannon kehitys sekä ympäristön-suojelu. Hajautettu energian tuotanto ja joustava energiavarastojen käyttö ovat myös teollisuutemme kilpailukyvyn edellytys.

Ohjelman tavoitteena on korkeatasoisen tutkimuksen avulla ratkaista käynnissä olevan energiamurroksen mukanaan tuomat varastointihaasteet. Kokonaisvaltaisia, kestävän kehityksen mukaisia varastointiratkaisuja tavoitellaan vahvan monitieteisen tutkimusyhteistyön avulla.

Tutkimushaaste jakaantuu kolmeen toisiaan tukevaan pääteemaan:

- **Menetelmät**

Energian varastointiin on välttämätöntä kehittää erilaisia menetelmiä, jotka kattavat sekä lyhyttä pidempiaikaisen varastoinnin. Suomen erityispiirteenä on lisäksi tarve pitkäaikaiselle kausivarastoinnille. Tuotanto- ja varastointimenetelmien tulee tukea toisiaan. Kehittyviä varastointitekniikoita edustavat ladattavat kehittyneet akut, synteettiset polttoaineet (vety, "power to X"), superkondensaattorit ja suprajohtavat magneettisen energian varastot. Lisäksi faasinmuutosmateriaalien ja uusien kylmäaineiden käytön sovellukset vauhdittavat lämpö- ja kylmävarastointitekniologian kehitystä.

- **Ratkaisut**

Varastointimenetelmät vaativat resurssiviisaita ja vahvasti tutkimukseen nojaavia ratkaisuja. Innovatiiviset varastointitekniologiat kuten metalli-ilma-akku, virtausakku, superkondensaattorit ja orgaaniset akkumateriaalit hyödyntävät uusia materiaaliratkaisuja. Neste-elektrolyyttiä käyttävät superkondensaattorit ovat jo laajasti käytössä, mutta superkondensaattorien kiinteät versiot edellyttävät edelleen perustutkimusta. Ne ovat merkittäviä etenkin integroitavuutensa vuoksi. Vedyn hyödyntämisen tutkimuksellinen haaste on löytää kemiallisia menetelmiä, jotka mahdollistavat sekä vedyn sitomisen ja vapauttamisen matriisista/kantajasta reversiibelisti. Menestyvä ja korkeatasoinen tutkimustyö aihealueella edellyttää vedyn reaktiivisuuden ymmärtämistä, ml. vedyn tuottamiseksi ja varastoimiseksi tarvittavat reaktiot. Reaktioiden teoreettinen mallinnus, synteettinen kemia ja katalyytitutkimus ovat siksi tutkimuksen keskiössä. Tähän liittyvät myös uudet aurinkoenergiaan pohjautuvat katalyyttiset menetelmät veden pilkkomiseksi. Aiheeseen sisältyy valtava kaupallinen potentiaali.

Suomi on varastointiteknologiaan liittyvien materiaalien raaka-ainetoimittaja. Materiaalien jalostusarvon kasvattaminen vahvistaa tutkimukseen nojautuvaa osaamista. Toisaalta kestävä ja kiertotaloutta mukailevat ratkaisut huomioivat myös varastointiteknologioiden uusiokäytön ja kierrätettävyyden sekä materiaalivirtojen sormenjäljet.

- **Teknologiat** (systeemit)

Ohjelmassa kehitetään energian varastoinnin hallintateknologioita kuten älykkäät lataus/purkualgoritmit, sää- ja kulutusennusteiden käyttö, elinkaaren hallinta, sähköajoneuvot osana sähköverkkoa (V2G). Varastointikomponenteissa ja energijärjestelmissä pyritään konversiohäviöiden minimointiin ja mahdollisimman hyvään kokonaistehokkuuteen.

Ohjelma tukee Uusi Energia-akatemiaohjelman tavoitteita ja tuloksia. Lisäksi ohjelma tuottaa lisäarvoa strategisen tutkimuksen Teknologiamurrokset ja muuttuvat instituutiot-ohjelman sekä Ilmastoneutraali ja resurssiniukka Suomi-ohjelman energijärjestelmän muutosta tutkiville hankkeille.

Tieteen uudistuminen

Ohjelma on monitieteinen ja aihe edellyttää tieteidenvälistä ja monialaista osaamista (materiaalitekniikka, fysiikka, kemia, biotieteet, elektroniikka, järjestelmätarkastelut, älykkäät algoritmit, taloustiede, elinkaarianalyysi, kuluttajakäyttäytyminen, poliittiset ohjauskeinot). Varastointihaasteiden kokonaisvaltainen ratkaiseminen vaatii usean tutkimusalan yhdistämisen ja olemassa olevan tiedon soveltamista uudella tavalla. Tämä tarjoaa mahdollisuuden uusille tieteellisille läpimurroille.

Tutkimuksen laatu

Aihealueella tai sen rajapinnassa toimivia tutkimusryhmiä työskentelee kaikissa Suomen yliopistoissa. Alan materiaalitutkimus on suppeaa Suomen mineraalivaroihin ja metallinjalostuksen laajuuteen nähden. Tehoelektroniikkaosaaminen puolestaan on kansainvälisesti ottaen korkealla tasolla. Energiavarastomateriaalien ja -prosessien tutkimus on melko vähäistä, muutamaa vahvaa keihäänkärkeä lukuun ottamatta. Reaktioiden teoreettinen mallinnus, synteettinen kemia ja katalyysitutkimus ovat Suomessa korkeatasoisia. Akkujen kiertotaloustutkimuksessa on mahdollisuus kansainväliseen kärkeen.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelma mahdollistaa tieteellisiä läpimurtoja, joilla on suurta kansallista ja kansainvälistä vaikuttavuutta. Yhteiskunnallinen vaikuttavuus on mahdollista mm seuraavilla alueilla:

- Resurssiviisailta ratkaisuilta on merkittävä markkinapotentiaali.
- Energiavarastotutkimus on keskeinen osa päästöttömän energijärjestelmän kehittämistä ja siten energia- ja ilmastopolitiikkaa.
- Kohdennetulla materiaalitutkimuksella on mahdollisuus nostaa kotimaisen kaivos- ja metallinjalostusteollisuuden jalostusarvoa. Kasvattamalla tutkimustoimintaa luodaan edellytykset kansainvälisille tuotantoinvestoinneille Suomeen, esim. suuren akkutehtaan investointi olisi miljardiluokkaa.
- Suomen kylmä ilmasto asettaa erityisvaatimuksia kehitetyille ratkaisuille, joilla voidaan ehkäistä tuotannollisten investointien valumista aurinkovyöhykkeelle.

Ympäristöterveys ilmaston muuttuessa

Ohjelman tavoitteet

Ilmastonmuutos on yksi suurimmista maailmanlaajuisista terveysuhkista tulevilla vuosisadalla (WHO 2017). Ilmastonmuutoksesta ja sen hillintätoimista johtuvia vaikutuksia ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin on tutkittu Suomessa varsin vähän. Vaikutukset terveydelle voivat olla hyödyllisiä tai haitallisia, terveyteen suoraan tai välillisesti vaikuttavia. Ohjelmassa tuotettava tieto luo pohjaa valittaessa parhaita toimintatapoja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Toimintatapojen valinnassa oleellista on hyödyntää erilaisten ilmastoskenaarioiden tarjoamaa tietoa muutoksen dynamiikasta ja alueellisesta muuntelusta.

Sään ääri-ilmiöiden, kuten myrskyjen, tulvien, helleaaltojen ja kuivuuden lisääntyminen vaikuttaa suoraan terveyteen ja hyvinvointiin. Helleaallot ovat kohtalokkaita erityisesti vanhuksille, lapsille ja kroonisesti sairaille henkilöille isoissa kaupungeissa. Sateisuuden lisääntyminen ja tulvat puolestaan lisäävät maatalouden huuhtoutumia, vesien likaantumista ja mahdollisesti myös ihmiselle haitallisten homeiden ja hiivasienten määrää. Rankkasateet ovat ongelma myös jätevedenpuhdistuslaitosten toiminnalle. Tällöin myös vesivälitteisten tartuntatautien ja niihin liittyvien epidemioiden riski lisääntyy. Tulvat ja kuivuus vaarantavat ruuan tuotannon, riittävän ravinnon ja puhtaan juomaveden kaikkialla maailmassa. Ilmastonmuutos voi pohjoisessa vaikuttaa myös psyykkiseen hyvinvointiin pitkien sateisten ja pilvisten ajanjaksojen lisääntyessä. Toisaalta pakkasjaksojen aiheuttamien terveysongelmien ennustetaan vähenevän.

Ilmaston lämmitessä eläinvälitteiset taudit leviävät tehokkaasti isäntäorganismien kyetessä laajentamaan elinaluettaan yhä pohjoisemmaksi. Myös kasvitautien levinneisyys kasvaa. Tällä voi olla merkittävä vaikutus mm. ravinnontuotantoon. Lisäksi väestön voimakas muuttoliike lisää riskiä Suomesta jo hävitettyjen tai uusien tartuntatautien leviämislle.

Lämpimät, kuivat olosuhteet ja esimerkiksi lisääntyvät metsäpalot voivat lisätä pienhiukkasten määrää ilmassa. Tämä yhdessä kasvaneen otsonipitoisuuden kanssa heikentää ilman laatua. Kasvukauden piteneminen ja myös mahdolliset uudet kasvilajit lisäävät allergisoivan siitepölyn määrää ilmassa.

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat lisääntyvät terveysongelmat voivat aiheuttaa yhteiskunnalle kasvavia kustannuksia. Suomalaisen yhteiskunnan kyky sopeutua ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin on verrattain hyvä. Koska ilmastonmuutoksen terveysvaikutukset ovat monen tekijän yhteisvaikutusta, tuottaa perustutkimus tarvittavaa tietoa, jonka avulla voidaan ennakoida sekä terveysvaikutuksia että niiden aiheuttamia taloudellisia riskejä ja epävarmuuksia.

Ohjelmassa otetaan huomioon erilaiset ilmastoskenaariot ja niiden esittämät kehityskäytännöt ympäristömuutokselle ja sitä kautta ihmisen terveydelle. Ohjelmassa tutkitaan ilmastonmuutoksen välittömiä ja välillisiä terveys- ja hyvinvointivaikutuksia sekä näiden kustannuksia yhteiskunnalle.

Ohjelma vastaa osaltaan maailmanlaajuisiin kestävä kehityksen tavoitteisiin. Ohjelman valmistelussa otetaan huomioon päättyneen Ilmastonmuutos-vaikutukset ja hallinta (2011-2014) akatemiaohjelman ja strategisen tutkimuksen Ilmastoneutraali ja resurssiniukka Suomi (2015)-ohjelman hankkeet ja tulokset.

Aloitteella on myös liittymäpintaa valmisteilla olevaan strategisen tutkimuksen teemaan Kohti terveellistä, kestävä ja ilastoneutraalia ruokajärjestelmää ja NordForskin Responsible Development of the Arctic: Opportunities and Challenges - Pathways to Action (2015)-ohjelmaan.

Tieteen uudistuminen

Aihe on ajankohtainen ja sen tutkimus on kasvussa. Aiheen laajuus ja moninaisuus edellyttää monitieteistä ja tieteidenvälistä käsittelyä ja sopii siten erinomaisesti akatemiaohjelmaksi. Eri tutkimusalojen (esimerkiksi ekologia, ilmasto-, talous-, terveys- ja ympäristötutkimus) uudenlainen tiivis yhteistyö konsortioiden muodossa auttaa selvittämään ilmastonmuutoksen ja yksilön/väestön terveyden välisiä yhteyksiä ja niiden taloudellista merkitystä.

Tutkimuksen laatu

Suomessa on korkeatasoista ilmastonmuutos- ja terveystutkimusta. Alueelliset ennusteet ilmastonmuutoksesta ja sen kustannustehokkaista hillintäkeinoista sekä kattavat terveydenhuollon rekisterit, väestö- ja ympäristötutkimuksen tietokannat antavat erinomaisen tuen väestön terveyden tutkimukselle muuttuvassa ilmastossa.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelma tarjoaa arvokasta tietoa aiheesta, jota Suomessa on tutkittu melko vähän. Alan yhteiskunnalliset sidosryhmät ja tutkimustiedon hyödyntäjät ovat hyvin verkottuneita. Vuoden 2018 alusta lähtien Tulanet yhdistää kolmen nykyisen verkoston toiminnot: Luonnonvara- ja ympäristötutkimuksen yhteenliittymä (LYNET), Sosiaali- ja terveysalan asiantuntijalaitosten yhteenliittymä (SOTERKO) ja Tutkimuslaitosten johtajien neuvosto (TUNE). SOTERKO on ilmastonmuutoksen terveys- ja hyvinvointivaikutukset – ohjelma, jota Terveyden ja hyvinvoinnin laitos koordinoi (yhteistyöryhmässä TTL, IL, SYKE, Evira, VATT).

Sukupolvet ja arvot kestävässä hyvinvointivaltiossa

Ohjelman tavoitteet

Käsitykset hyvinvointivaltion luonteesta ja legitimitetistä ovat aktiivisen keskustelun kohteina. Uudemmat käsitteet, kuten hyvinvointiyhteiskunta ja kilpailuvaltio, kuvaavat käsitteisiin liittyviä jännitteitä ja sitä moninaisuutta, mitä niillä tarkoitetaan. Hyvinvointivaltio ei ole muuttumaton, omaehtoinen rakennelmasa, se liikkuu ajassa ja sillä on historiansa ja tulevaisuutensa. Sen ominaisuuksiin ja legitimitettiin vaikuttavat paitsi rajoittaviksi mielletyt reunaehdot, niin myös sukupolvien väliset suhteet sekä eri sukupolvien erilaiset arvot ja odotukset. Yksilöllisyyden nousun, yksinasumisen yleistymisen, alenevan syntyvyyden ja yhteiskuntien ikääntymisen seurauksena muuttuvat yhtä lailla hyvinvointivaltion edellytyksiä kannattelevat arvot (esim. ylisukupolvinen solidaarisuus ja universalismi) kuin myös hyvinvointivaltiota muovaavat ideat ja ideaalit.

Ohjelmassa käsitellään mm. kysymyksiä, mikä kannattelee hyvinvointia tulevaisuudessa, mitä tarkoitetaan ja miten voidaan tuottaa kestävää hyvinvointia ja miten voidaan taata hyvinvoinnin edellytysten säilyminen tulevaisuudessa Pohjoismaiden lisäksi myös eurooppalaisella tasolla. Käsitykset julkisen toimijan roolista ovat muutoksessa samoin kuin julkistalouden edellytykset toimia tulevaisuudessa. Ohjelman tutkimuskysymyksissä painotetaan laajoja institutionaalisia tarkastelukulmia ja rohkaistaan ”living lab” -tyyppiin tutkimusasetelmiin.

On tärkeää tietää enemmän siitä, mitä ihmiset ajattelevat hyvinvoinnin tuottamisen tavoista (esim. valtion tai järjestöjen roolista tai julkisen vallan ja markkinoiden välisestä työnjaosta) ja miten kansalaiset varautuvat hyvinvoinnin turvaamiseen. Luotetaanko edelleen valtioon tai yleisemmin julkiseen sektoriin ja sen takaamiin etuuksiin ja palveluihin? Vai yleistyvätkö yksityiset vakuutukset samaan tapaan kuin on jo tapahtunut esimerkiksi lasten sairauksien vakuuttamisessa? Onko kansankapitalismi yksi tapa varautua tulevaisuuden epävarmuuksiin? Luottavatko eri sukupolvet erilaisiin ratkaisuihin? Syntyykö arvoristiriitoja? Ja miten kaikki tämä vuorostaan muokkaa hyvinvointivaltion institutionaalisia ehtoja ja rakennelmia. Syntyykö useita rinnakkaisia ja osin ristikkäisiä hyvinvoinnin turvaamiseen tähtääviä instituutioita? Entä eriytyvätkö hyvinvoinnin turvaamisen instituutiot ja mekanismit toisistaan?

Eriarvoistumiskehitys ja osallisuuden kokemuksen vaje ovat vakavia uhkia hyvinvoinnille ja kestäväälle ylisukupoliselle luottamukselle yhteiskuntaan. Vaikka ohjelma keskittyy sukupolvikysymykseen, on yhtä lailla tärkeää arvioida näitä asioita sukupuolen ja sosiaalisen aseman lähtökohdista.

Ohjelman valmistelussa huomioidaan hiljattain päättyneiden Lasten ja nuorten hyvinvointi ja terveys (2010-2015) ja Ihmisen mieli (2013-2016) -akatemiaohjelmien tavoitteet ja tulokset, sekä strategisen tutkimuksen Tasa-arvoinen yhteiskunta, Terveys, hyvinvointi ja elämäntavat ja Muuttuvat hallinnan tavat ja aktiivinen kansalaisuus -ohjelmien tavoitteet ja sisällöt. Ohjelma-aloitteella on myös liittymäpintoja käynnissä oleviin NordForskin Nordic Programme on Health and Welfare ja Nordic Societal Security Programme -ohjelmiin.

Tieteen uudistuminen

Ohjelmassa tehtävä tutkimus kokoaa yhteen erilaisia lähestymistapoja ”mission-oriented” -tyyppisten kysymysten ympärille. Monimutkaisten ilmiöiden ja keskinäisriippuvuuksien tutkimiseksi voidaan yhdistellä yhä enemmän kertyvää ”big dataa” ja suomalaisia korkealaatuisia ja kattavia rekisteriaineistoja.

Tutkimuksen laatu

Hyvinvoinnin tematiikkaan liittyvää ja sitä tukevaa monitieteistä tutkimusta tehdään hyvin laajasti kaikissa Suomen yliopistoissa ja useilla tieteenaloilla sosiaalitieteistä oikeus- ja taloustieteeseen. Tutkimuksen laatu on vaihtelevaa, kuten kaikissa laajoja tutkimuspiirejä ja lähestymistapoja kokoavissa tutkimustee- moissa. Korkeatasoisinta tutkimusta tekevät tutkijat ovat kansainvälisesti hyvin verkottuneita ja tämän ohjelmaehdotuksen puitteissa on mahdollista edistää myös pohjoismaista tutkimusyhteistyötä näiden valtioiden tulevaisuuden hyvinvointihaasteiden samankaltaisuuden vuoksi.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelman tieteellinen vaikuttavuus kumpuaa eri alojen tutkijoiden lähestymistapojen integraatiosta, joka mahdollistaa monimutkaisten tutkimuskysymysten käsittelyn. Ohjelman yhteiskunnallinen vaikuttavuus syntyy koko tutkimusprosessin aikana ylläpidettävästä tutkimusyhteisön ja muun yhteiskunnan välisestä keskustelusta tavoitteena vaikutus yhteiskuntapolitiikkaan. Keskeisiä kysymyksiä ovat mm. miten erilaisia käsityksiä on hyvinvointivaltiosta, miten käsitteet elävät ajassa ja minkälaisilla ratkaisuilla tulevaisuudessa kyetään ylläpitämään ja kehittämään yhteiskunnallisesti laajasti hyväksytyä muotoa hyvinvointivaltiosta.

Oppiminen ja sivistys

Ohjelman tavoitteet

Yhteiskunnan kehittymisen ja hyvinvoinnin näkökulmasta kysymykset koulutuksesta, oppimisesta ja niiden arvopohjasta ovat perustavanlaatuisia. Ohjelmassa vastataan monitieteisen tutkimuksen avulla koulutuksen ja osaamisen välineellisyyden ja itseisarvon välisiin jännitteisiin, sekä aiheeseen liittyvän eriarvoistumiskehityksen ongelmiin. Ohjelmassa pohditaan yhtäältä tekniseen rationaalisuuteen ja toisaalta humboldtilaiseen sivistykseen liittyviä näkökulmia, ilmiöitä ja kehityssuuntia. Näihin aihepiireihin ja konteksteihin lukeutuu koko koulutusjatkumo peruskoulusta yliopistoihin, sekä muut oppivat ja osallistavat yhteisöt, demokratian edellytykset, resilienssi, kestävyys, tasa-arvo, muuttuva asiantuntijuus, kansalais-tiede, tiedekasvatus, sekä erilaiset muut ohjelmaan liittyvät pohdinnat siitä, minkälaisia tietoja, taitoja ja maailmanjäsenyyksiä tarvitaan tulevaisuuden maailmassa menestymiseen. Aihe on ajankohtainen, koska se liittyy perustaviin koulutusta koskeviin uudistuksiin. Ammatillisen koulutuksen reformissa korostuu oppiminen käytännön työssä yleissivistävän oppimisen jäädessä varsin vähäiseksi. Myös korkeimman asteen koulutuksessa pyritään vahvistamaan työelämäyhteyksiä ja yhteistyötä liike-elämän ja yrittäjyyden suuntaan. Varhaiskasvatusta koskevassa tieteellisessä ja poliittisessa keskustelussa on alettu painottaa varhaisen oppimisen vaikutuksia myöhempään koulu- ja jopa työelämämenestykseen. Välineellisyys ja itsearvoisuus asettuvat näin osin toistensa vastakohtiksi.

Ohjelma ei kuitenkaan kohdistu vain koulutukseen ja oppimiseen, sillä yleissivistävyys ja välineellisyys ovat mitä keskeisimpiä lähtökohtia työelämää koskevissa visioissa: millaisia osaajia tarvitaan tulevaisuudessa? Millaista politiikkaa ja asiantuntemusta tarvitaan yhteiskunnallisten ongelmien ratkaisuun?

Ohjelman kannalta aiheellisimpiä aloja ovat kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen sekä terveyden tutkimuksen näkökulmat. Ohjelmalla pyritään edistämään ihmisten, erilaisten yhteisöjen, kulttuurien, aatteiden ja intressien välistä rakentavaa keskustelua, ymmärrystä ja vuorovaikutusta. Myös työelämän muutokset ja eettinen toimijuus muuttuvassa maailmassa tulevat ohjelmassa huomioiduiksi.

Ohjelman valmistelussa otetaan huomioon hiljattain päättyneen Tulevaisuuden oppiminen ja osaaminen eli TULOS-akatemiaohjelman, vuoden 2019 alusta käynnistyvän Media ja yhteiskunta eli MEDIASOC-akatemiaohjelman, sekä NordForskin Education for Tomorrow -ohjelman tavoitteet ja tulokset. Akatemian strategisen tutkimuksen ohjelmista huomioidaan erityisesti Tasa-arvoinen yhteiskunta, Osaavat työntekijät – menestyvät työmarkkinat ja Kestävän kasvun avaimet.

Tieteen uudistuminen

Ohjelmassa tieteen uudistamismahdollisuutena on aiheen kannalta relevanttien tutkimusalojen, näkökulmien ja lähestymistapojen yhteen tuominen. Ohjelman lähestymistapa on monitieteinen ja se tunnistaa, analysoi ja selittää aiheeseen liittyviä jännitteitä, ilmiöitä ja kehityssuuntia. Ohjelman tuloksilla on laaja sovellettavuus yhteiskunnan eri sektoreilla. Edellytyksenä on, että oppimisen ja sivistyksen ohjelmaan valittavat hankkeet ja tutkimusryhmät koostuvat useiden tieteidenalojen tutkijoista. Sovellettavuuden lisäksi ohjelma tuottaa vahvaa perustutkimuksellista tietoa oppimisesta, osaamisesta ja sivistyksestä.

Tutkimuksen laatu

Ohjelman aihepiiriin liittyvä suomalainen tutkimus on monipuolista, yhteiskunnallisesti vaikuttavaa ja kansainvälisesti korkeatasoista. Ohjelman kannalta relevanttia tutkimusta tehdään kaikissa maamme yliopistoissa, useissa tutkimuslaitoksissa, sekä eräissä ammattikorkeakouluissa.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelma on yhteiskunnallisesti merkityksellinen ja ajankohtainen. Se on lähtökodiltaan monitieteinen ja siten sen tieteellinen vaikuttavuus kattaa laajasti kulttuurin ja yhteiskunnan, sekä terveyden tutkimuksen eri osa-alueita. Ohjelman yhteiskunnallinen vaikuttavuus ulottuu hyvin konkreettisiin asioihin, kuten esimerkiksi koulutusjärjestelmien suunnitteluun. Missä määrin koulutuksen eri asteilla (varhaiskasvatuksesta yliopistoon) tulisi perustua yleissivistykseen ja missä määrin kapeampiin taitoaineisiin ja osaamisalueisiin? Millaisia taitoja, tietoja, osaamista tarvitaan tulevaisuuden työelämässä ja arjessa kuten palvelujen käyttöä tai digitaalisten oppimisympäristöjen vaatimuksia? Tätä tietoa tarvitaan kipeästi koulutusjärjestelmien, työelämätaitojen ja poliittisten visioiden luonnostelussa ja toimeenpanossa. Tiede ja tieteseen perustuva osaaminen ovat ratkaisevassa asemassa paitsi taloudellisen menestyksen myös yhteiskunnan sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden näkökulmasta. Tiede kilpailee aikaisempaa enemmän niin saottujen vaihtoehtoisten totuuksien kanssa.

Kierrätettävät tuotteet ja tuotanto

Ohjelman tavoitteet

Kiertotalous on uusi talouden malli, jossa materiaalit kiertävät ja tuotteille luodaan lisäarvoa palveluilla ja älykkyydellä. Kiertotaloudessa suositaan uusiutuvia raaka-aineita ja energiaa ja uusiutumattomien arvo ylläpidetään ja hyödynnetään mahdollisimman hyvin. Kiertotaloudessa on olennaista tarkastella systeemin kaikkia osia kokonaisuutena, eikä vain palasia siitä. Suoraviivaisten liiketoimintamallien rinnalle tarvitaan myös uusia kierrätöksen liiketoimintaa tukevia malleja. Kun kilpailu resursseista kiihtyy, käytetyistä resursseista on mahdollista saada tuottoa useaan kertaan.

Väestön kasvu ja kasvava kulutus ovat johtaneet globaaliin luonnonvarojen hupenemiseen ja ilmaston muutokseen. Kiertotalous tarjoaa yhden tehokkaan keinon kestävyyskriisin torjumiseksi ja merkittävän mahdollisuuden parantaa kansantalouden kilpailukykyä. Suomessa kierrätöksen tarjoama varoista arvioiden mukaan 2-3 miljardin euron vuotuisen arvopotentialin vuoteen 2030 mennessä.

Tällä hetkellä kierrätöksen liittyvä tutkimus on Suomessa selvästi Keski-Eurooppaa jäljessä, vaikka fragmentoitunut tutkimus tosin paikoin ylittääkin huipun. Kierrätöksen siirtyminen vaatii vahvaa ja syvälistä tutkimuksellista panostusta ja systeemitasoista tarkastelua.

Ohjelmassa kehitetään kestäviä kierrätöksen prosesseja, tuotteita ja palveluita:

- luodaan systeemitasoista mallinnusosaamista kierrätöksen ratkaisuihin
- tutkitaan materiaalien kierrätöksen arvon muodostusta
- tutkitaan valmistuksen sivuvirtojen ja jätteiden kestävä hyödyntämistä, esim. korkean lisäarvon tuotteiden valmistusta kierrätysraaka-aineita hyödyntäen tai kasvavan energiametallijätteen (aurinkokennot, akkujäte, kestopagneetit) kierrätöksen ja hyödyntämisen parantamista
- kehitetään kestäviä ja uusia kierrätöksen prosesseja, tuotteita ja palveluita: kehitetään esim. metallurgisia prosesseja kohti täydellistä raaka-aineiden kierrätystä
- tutkitaan aktiivisten rajapintojen hyödynnettävyyttä kierrätöksen prosesseissa
- kehitetään erotustekniikoita bio- ja ei uusiutuvien materiaalien kierrätöksen, esim. mekaaninen ja kemiallinen erottelu, sähkökemian, uutto, ioninvaihto, saostus, kiteytys
- luodaan kestäviä kierrätöksen materiaaleja, joiden kierrätettävyys ja elinkaaren aikaiset vaikutukset on huomioitu
- etsitään ratkaisuja ja menetelmiä jäljittää materiaaleja kierrätöksen prosesseissa

Ohjelman valmistelussa otetaan huomioon Mineraalivarat ja korvaavat materiaalit (2014-2019) -akatemiaohjelman sekä strategisen tutkimuksen Ilmastoneutraali ja resurssiniukka Suomi (2015) ja Sopeutuminen kestävä kasvun edellytyksenä (2018) -ohjelmiin ja NordForskin Green Growth -ohjelmaan.

Tieteen uudistuminen

Ohjelma ohjaa perustutkimusta tulevaisuuden kannalta merkittävään suuntaan. Se synnyttää samanaikaisesti sekä perustutkimuksellista että systeemitasoista ymmärrystä ja luo osaamis pohjaa kierrätöksen tarpeisiin. Ohjelma yhdistää systeemi- ja tuotantotason tietotaidon kemiallisten reaktioiden ja prosessimal-

linnuksen perustutkimukseen, sekundääristen raaka-aineiden hyödyntämisen avatessa täysin uuden ilmiö- ja prosessikentän. Tämä luo tiedettä uudistavaa tutkimusyhteistyötä ja verkostoja. Tässä ohjelmassa keskeinen tutkimusta ohjaava periaate on kestävä kehitys.

Tutkimuksen laatu

Suomi on tunnustettu toimija kiertotaloudessa ja johtavassa asemassa esimerkiksi teräksen kierrätyksessä ja siihen liittyvässä tutkimuksessa. Uusien raaka-aineiden kierrätyshaasteisiin vastaamiseksi tieteelliseen tutkimukseen tarvitaan tietyillä alueilla suuriakin panostuksia. Tällä hetkellä kiertotalouden tutkimus on lisäksi hyvin fragmentoitunutta ja hajautunut pieniin ryhmiin eri yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa. Tarvitaan täten koordinoitua tutkimusyhteistyötä ja monitieteellisiä, systeemitason tutkimusavauksia.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelma mahdollistaa tieteellisiä läpimurtoja, joilla on merkittävää ja konkreettista vaikutusta kiertotalouden edistämisessä. Ohjelma synnyttää tutkimusosaamista yhteiskunnallisesti merkittävällä aihealueella. Ohjelma vahvistaa akateemisen maailman ja elinkeinoelämän välistä vuorovaikutusta, ja sillä on vaikuttavuutta poliittiseen päätöksentekoon. Ohjelma tähtää strategisen kiertotalousosaamisen kasvatamiseen niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Kiertotalous tarjoaa Suomelle kilpailuvaltin meille tärkeillä painopistealueilla kuten biotalous, metallien jalostus, ICT ja konepajatekniikka.

Hiilen talteenotto

Ohjelman tavoitteet

Suomi on sitoutunut Pariisin ilmastosopimukseen ja käytännön toimiin ehkäistä osaltaan ilmastomuutosta vähentämällä kasviuonekaasujen päästöjä ja edistämällä ratkaisuja, joilla vähennetään ilmakehän hiilidioksidin määrää. Päästövähennykset yksinään eivät riitä saavuttamaan asetettua tarvetta rajoittaa ilmaston lämpeneminen alle kahden asteen, vaan lisäksi tarvitaan keinoja hiilen talteenottoon, varastointiin ja hyötykäyttöön.

Hiilidioksidin sitominen luontaisesti kasvillisuutta lisäämällä on tällä hetkellä tehokkain tapa sitoa ilmakehän hiilidioksidia. Tämä ei silti yksin riitä ihmistoiminnan tuottaman hiilidioksidin (CO₂) sitomiseen ainkaan nykyisin yleisimmin käytetyillä metsätalouden ja maatalouden menetelmillä. Puustoon sitoutunut hiilivarasto ei myöskään ole stabiili, vaan se on ihmistoiminnan lisäksi altis erilaisille luonnontuhoille. Pysyvämpien ratkaisujen löytäminen CO₂:n talteenottoon, varastointiin ja hyötykäyttöön on keskeistä ilmastomuutoksen torjunnassa.

Maaperä voi potentiaalisesti sitoa kaiken ilmakehään lasketun CO₂:n. Toisaalta maatalous- ja metsätalouksikäytössä olevien turvemaiden maaperän kasviuonekaasupäästöt ovat merkittäviä. Maaperään voidaan sitoa hiiltä esimerkiksi ihmistoimin (biohiili), lahoavan kasvillisuuden avulla esim. korjaamatta jätettävät kannot tai maaperän mikrobien avulla. Tarvitaan ymmärrystä maaperän roolista hiilinielujen toiminnassa, kestossa ja pysyvyydessä. Jotta nielut voidaan hyväksyä kansainvälisissä sopimuksissa, niiden todentamisen on perustuttava tieteelliseen näyttöön. Keskeisessä roolissa on maankäyttö, metsänuudistamisen menetelmät ja viljelytekniikat. Maaperän hiilen lisääminen on osa Suomen maatalouden ilmasto-ohjelmaa (2014) ja maatalouden ympäristövaikutusten tutkimusohjelmaa (2016-2020).

Kasviuonekaasuja voidaan sitoa myös hyödyntämällä niitä kemiallisten tuotteiden ja materiaalien valmistuksessa biomassahiilen sijaan. C1-yhdisteet (CO₂, CO, CH₄, CH₃OH) ovat potentiaalisia raaka-ainelähteitä polttoaineen, materiaalien ja kemikaalien tuotannossa. Nouseva tutkimuskohde on ns. CCU eli carbon capture and utilisation, jossa ilmasta tai savukaasusta erotettu hiilidioksidi käytetään raaka-aineena mm. hiilivetyjen tuotantoon. Reaktioiden teoreettinen mallinnus, synteettinen kemia ja katalyysitutkimus ovat keskeisiä tutkimuksen aiheita. Tavoitteena on ratkaisuja, joissa mm. CO₂ ja CH₄ päästöt voidaan hyödyntää raaka-aineena suoraan päästöjen syntypaikalla.

Ohjelman tavoitteena on tukea uuden tietopohjan luomista sekä edistää merkittäviä tieteellisiä avauksia kasviuonekaasujen talteenotossa, varastoinnissa ja hyödyntämisessä. Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää tieteidenvälistä integroivaa tutkimusyhteistyötä.

Ohjelman keskeisiä teemoja ovat

- Maaperän potentiaali CO₂:n sidonnassa ja varastoinnissa (pitkäaikainen hiilinielu)
- CO₂:n talteenotto ja hyödyntäminen teollisesti kemian ja biotekniikan keinoin

Ohjelman valmistelussa otetaan huomioon Arktisen akatemiaohjelman (2014-2020) aihetta tutkivat tutkimushankkeet ja niiden tulokset sekä strategisen tutkimuksen Sopeutuminen kestävän kasvun edellytyksenä (2018) -ohjelman aihetta tutkivien hankkeiden tulokset.

Tieteen uudistuminen

Hiilen talteenotto, varastointi ja uusiokäyttö on uusi kehittyvä tutkimusala. Hiilidioksidin sisältämän hiilen kierrättäminen kemikaaleiksi avaa täysin uudenlaisia mahdollisuuksia ilmastonmuutoksen hillintään ja hiilen hyväksikäyttöön ja osaltaan vastaa yhteiskunnalliseen paineeseen kestävän kehityksen mukaisten ratkaisujen kehittämiseen.

Ohjelmassa haetaan parhaita ideoita ja tehdään tutkimusta, joka avaa uusia kehityspolkuja. Ohjelma koostuu hajallaan olevaa tutkimusta ja erityisosaamista uudenlaisten ratkaisujen löytämiseksi ja vahvistaa suomalaista alan osaamista.

Tutkimuksen laatu

Suomessa on monipuolista osaamista maa- ja metsätalouden sekä maaperän tutkimuksessa niin yliopistoissa kuin tutkimuslaitoksissa. Maailmalla hiilidioksidin talteenotto, varastointi ja uusiokäyttö on vahvassa nousussa oleva tutkimusaihe. Suomessa asiaa on tutkittu vähemmän. Hiilidioksidin reaktiivisuuden aihealueella tai sen rajapinnassa toimivia tutkimusryhmiä työskentelee kaikissa Suomen yliopistoissa.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Käynnissä olevat ilmastoneuvottelut ovat osoittaneet kuinka epävarmalla pohjalla hiilinielujen laskentamenetelmät ovat. Perustutkimusta tarvitaan erityisesti maaperän roolista hiilen nieluna/lähteenä sekä nieluihin ja lähteisiin vaikuttavista prosesseista.

Tietoa hyödynnetään maa- ja metsätalouden sekä maankäytön suunnittelussa. Uudet ratkaisut ja käytännöt edistävät kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Tutkimusta tarvitaan vahvistamaan tietoon perustuvaa ilmastopöytäkirjojen laadintaa ja siitä saatu tieto on edellytys hillintä- ja sopeutumistoimien toteuttamisessa. Ohjelma luo tieteellisen tutkimuksen kautta pohjaa myös uusiin CO₂:n talteenottoratkaisuihin ja hyödyntämiseen teollisten tuotteiden valmistuksessa.

Terveellä mielellä elämänmittaiseen toimintakykyyn

Ohjelman tavoitteet

Mielenterveyden häiriöt ovat merkittävä yhteiskunnallinen ongelma sekä väestön hyvinvoinnin että talouden kannalta. Tutkimustietoa tarvitaan tehokkaaseen mielenterveyden häiriöiden ehkäisyyn ja hyvän henkisen terveyden ylläpitoon läpi elämän. Ohjelma tukee luontevasti kansallista terveyden kasvustrategiaa, jonka tavoitteena on tehdä Suomesta kansainvälisesti tunnettu hyvinvoinnin, terveysalan liiketoiminnan ja uudistuvien palveluiden kärkimaa. Ohjelma voi myös hyödyntää Suomeen perustettavaa kansallista neurokeskusta, joka linkittää tutkimusta paremmin käytännön potilastyöhön ja sosiaali- ja terveysalan innovaatioihin. Mielenterveyden häiriöiden ehkäisyyn pureutuva akatemiaohjelma on siitä syystä erityisen ajankohtainen.

Ohjelmassa painotetaan

- **lasten ja nuorten mielenterveyttä:** lapsuudessa koetut tapahtumat, sosiaaliset suhteet sekä fyysinen ja psyykinen kehitys luovat pohjan nuoruuden hyvinvoinnille ja vaikuttavat hyvinvointiin myös aikuisena. Laajojen väestötutkimusten mukaan noin puolet aikuisiän mielenterveyshäiriöistä on alkanut jo ennen 14 vuoden ikää ja noin kolme neljästä ennen 24 vuoden ikää.
- **väestön työkyvyn ylläpitämistä:** mielenterveyden häiriöt ovat yksi yleisimmistä työkyvyttömyyden syistä. Masennuksen vuoksi työkyvyttömyyseläkkeelle jää lähes 3000 henkilöä joka vuosi ja nuorten osuus tästä joukosta on hälyttävä.
- **vanhusten toimintakyvyn säilyttämistä ja hyvää ikääntymistä:** ikääntyneet mielenterveysasiakkaat tarvitsevat erityistä tukea elääkseen hyvää elämää ja selviytyäkseen kotona. Sekä palvelutarpeiden arviointi, että tarpeisiin vastaaminen vaativat monipuolista erityisosaamista. Kunnissa tarvitaan asiantuntemusta ja toimintatapoja erityisesti ehkäisevään mielenterveystyöhön sekä uusia apu- ja turvavälineteknologian innovaatioita.

Ohjelman kaikilla osa-alueilla korostetaan rationaalisen lääkehoidon kehittämistä ja sitä tukevaa tutkimusta.

Ohjelman valmistelussa huomioidaan jo päättyneiden Lasten ja nuorten hyvinvointi ja terveys (SKIDI-KIDS) (2010-2015), Ihmisen mieli (2013-2016) sekä Terveystutkimuksen (2004-2007)-akatemiaohjelmien tavoitteet ja tulokset. Lisäksi valmistelussa otetaan huomioon käynnissä oleva strategisen tutkimuksen Terveys, hyvinvointi ja elämäntavat-ohjelma (2016) sekä alkamassa oleva hyvinvointiin laajasti tähtäävä NordForskin Nordic Programme on Health and Welfare-ohjelma.

Tieteen uudistuminen

Ohjelma uudistaa tieteellistä tutkimusta sen monitieteellisyydellä ja uudella kysymyksenasettelulla. Ohjelma kokoaa yhteen muun muassa biotieteiden, kliinisen lääketieteen, farmakologian, psykologian, terveys- ja sosiaalitieteiden, teknologian, taloustieteen sekä tilastotieteen tutkijoita.

Tutkimuksen laatu

Suomessa on kansainvälisesti korkeatasoista neurotieteen tutkimusta. Ohjelmassa hyödynnetään lisäksi uusimpia aivokuvantamisen menetelmiä sekä tekoälyä hyödyntäviä sovelluksia.

Tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelma etsii uusia, innovatiivisia ratkaisuja merkittävään yhteiskunnalliseen ongelmaan. Painotus on mielenterveyden häiriöiden ehkäisyssä. Ohjelman puitteissa elämänmittaista mielenterveyttä voi edistää esimerkiksi neurotieteiden uusimmilla tutkimusmenetelmillä, innovatiivisella apuvälineteknologialla sekä tukemalla tutkimuksen avulla kansallisten mielenterveyttä edistävien toimenpideohjelmien, esimerkiksi syrjäytymisen ehkäisy tai vanhusten masennuksen ehkäisy, kehittämistä.

Yhteiskunnallisen vaikuttavuuden takaamiseksi hankkeilla on jo valmisteluvaiheessa yhteys sidosryhmiin, mikä kuroo umpeen tiedeyhteisön ja muiden yhteiskunnan toimijoiden välistä kuilua. Näin tutkimus tavoittaa tehokkaammin suuren yleisön sekä tutkimuksen kohderyhmät. Lisäksi ohjelma rohkaisee mielenterveyden tutkimista tukeviin rahoituskampanjoihin yhdessä sidosryhmien kanssa (vrt Roosa nauha).