

Kirjallinen asiantuntijalausunto Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle

Merja Penttilä, tieteen akateemikko

Asia: E 58/2023 vp Valtioneuvoston selvitys: Suomen avaintavoitteet EU-vaalikaudelle 2024-2029

Perjantai 15.3.2024 klo 10.00

<https://www.eduskunta.fi/pdf/E+58/2023>

Kiitos mahdollisuudesta lausua näkemykseni Suomen avaintavoitteista talouselämän ja teknologian kehäänkärkien kasvumahdollisuuksien näkökulmasta, ja erityisesti oman alani - biotekniikan ja synteettisen biologian - pohjalta.

Strateginen kilpailukyky, kokonaisturvallisuus sekä digitaalinen ja puhdas siirtymä, mukaan lukien kierto- ja biotalous, ovat tärkeitä ja eteenpäin katsovia tavoitteita Suomelle ja Euroopalle. **Onnistuminen näissä tavoitteissa edellyttää vahvaa panostusta uusiin teknologioihin.** Tämä on edellytys kilpailukyvyllä ja talouskasvulle. Kasvu syntyy yhä enenevässä määrin - ja sen tulee syntyä - vihreän siirtymän kautta fossiilitaloutta korvaamalla. Uudet kestävän kehityksen mukaiset ratkaisut edistävät myös huoltovarmuutta ja kokonaisturvallisuutta: mikäli osaamme jalostaa paikallista uusiutuvaa raaka-ainetta uusilla tehokkailla tuotantoprosesseilla, voimme valmistaa tärkeimpiä tuotteita kestävän kehityksen mukaisilla tavoilla Suomessa tai kumppanimaissa. Samalla luomme myös vahvan osaamispohjan, jonka avulla voimme laajentaa kestävän kehityksen mukaista tuotekirjoa ja synnyttää uusia innovaatioita, ja täten kasvattaa arvonalisää ja vahvistaa ja monipuolistaa teollista ekosysteemiä tulevaisuuden pohjaksi.

Vihreän siirtymää ja kiertobiotaloutta edistettäessä tulee huomioida vahvasti myös uudet, vauhdilla kehittyvät teknologiat

Systeemitason tarkastelut, uudet energiaratkaisut, jätteiden uudelleen käyttö ja materiaalien kierrätys (esim. muovit) ovat oleellisia vihreässä siirtymässä. Tämä ei kuitenkaan riitä. Suomen kilpailukyvyllä sekä parhaimpien, puhtaiden, materiaaliyhteisten ja hiilineutraalien, ratkaisujen kehittämisessä tulee ottaa käyttöön tieteen ja teknologian uusimmat menetelmät. Vain näin varmistetaan tulevaisuuden kilpailukyky. **Koska biotekniikka pohjaa biologiaan ja biokemiallisten mekanismien käyttöön teollisessa tuotannossa, se soveltuu erinomaisesti kiertobiotalouteen.** Luonnossa ei ole jättevirtoja: elävät organismit hajottavat kuollutta materiaalia ja rakentavat siitä täsmällisten reaktioiden kautta uusia yhdisteitä ja rakenteita.

Suomi on perinteisesti keskittynyt kasviperäisen raaka-aineen (kuten metsä) käyttöön esim. uusien pakkausmateriaalien valmistamisessa. Raaka-aineen olemassa olevia rakenteita muokataan kemiantekniikoita käyttäen. Bioteknologia eroaa huomattavasti muista teknologioista, eikä sen luonnetta aina ymmärretä. Suomen Biotalostrategiassa bioteknologia on jäänyt vain maininnalle. Toisin kuin **USA:ssa, jossa bioteknologia on aina ollut bioekonomian ydin**, EU:n bioekonomiapolitiikka on keskittynyt raaka-aineen muokkaamiseen, eikä USA:n tavoin niinkään kärkiteknologioiden soveltamiseen ja aivan uusien tuotteiden kehittämiseen. **EU on nyt herännyt voimakkaasti bioteknologian tärkeyteen ja listannut sen yhdeksi kriittisistä teknologioista**, mm. kvanttitekniikoiden ja 6G:n rinnalla (Strategic Technologies for Europe Platform, STEP). **TEM on laatinut komissiolle yhdessä joidenkin muiden jäsenvaltioiden kanssa ”non-paper:n”, jossa korostetaan bioteknologian tärkeitä roolia bioekonomiassa**, ja listataan ehdotuksia TKI-toiminnan edistämiseksi. Suomen Luonnonsuojeluliitto korostaa bioteknologiaa luonnon monimuotoisuutta tukevana tuotantomenetelmänä.

Bioteknologia on laajasti mahdollistava (enabling) ja disruptiivinen teknologia

Bioteknologian menetelmiä voidaan hyödyntää lääketieteessä, kasvinjalostuksessa, ruuan tuotannossa, ympäristön puhdistamisessa, jne. Suorimmin vihreän ja puhtaan biokierotalouden haasteisiin vastaa

teollinen biotekniikka ("White Biotechnology"). Siinä biologisia organismeja, usein mikrobeja, käytetään "solutehtaina", jotka saadaan tuottamaan peruskemikaaleja (esim. orgaaniset hapot), materiaaleja (esim. biomuovi PLA), polttoaineita (esim. bioetanoli), teollisia entsyymejä (esim. rehuentsyymit), ruokaproteiineja (esim. kananmunan valkuainen) ja erilaisia biokemikaaleja (esim. antibiootit). Bioteknologian avulla nykyiset petrokemian tuotteet voidaan korvata uusiutuvista raaka-aineista tuotetuilla. Raaka-aineena mikrobitehtaat voivat käyttää myös erilaisia jätevirtoja. Tietyt mikrobit sitovat hiilidioksidia (CO₂) joko aurin-
gonvaloa tai vetyä energianlähteenä käyttämällä ja valmistavat siitä kemikaaleja ja materiaaleja. Noin 150 vuotta teollisuustuotantoamme hallinneen petrokemian tuotteiden korvaamisessa on valtava urakka. **Bioteknologialla on tässä murroksessa merkittävä rooli. Tulevaisuudessa voitaisiin periaatteessa tuottaa bioteknologisesti lähes mitä vaan tuotetta. Globaali teollisuus arvioi, että bioteknologialla tuotetut tuotteet voisivat vastata yhdestä kolmanneksesta teollisuustuotantoa jo muutamien vuosikymmenten kuluttua ja että tuotteiden arvo lähenisi lähes 30 triljoonaa dollaria. EU:ssa arvioidaan biotekniikan kontribuution nousevan €100 biljoonaan vuoteen 2030 mennessä.**

Bioteknologia kehittyy tällä hetkellä eksponentiaalisella vauhdilla. Genomitiedon räjähdysmäinen kasvu, mahdollisuus siirtää biologiaa digitaaliseen muotoon ja käsitellä sitä tekoälyn avulla, sekä automatisoitu, robottien avulla tehtävä mikrobien kasvattaminen ja testaaminen, ovat nopeuttaneet bioteknologisten prosessien kehittämistä huomattavasti. **Synteettinen biologia** (synbio) sisältää solujen tietokoneavusteisen suunnittelun, ja uudentyyppisten solujen rakentamiseen tarvittavien synteettisten geenien siirron tuotantomikrobeihin. Meidän ei tarvitse enää eristää luonnosta haluttuja yhdisteitä, vaan voimme hyödyntää koko geenivarantoa suunnitellessamme tuotantomikrobeja. Luonnossa esiintyvien eliöiden perimä sisältää tiedon, jonka avulla kaikki biologinen materiaali kiertää luonnonkierrossa. Synbio ja tekoäly mahdollistavat tämän kyvykkyyden valjastamisen kestäväen kehityksen mukaisiin tuotantoprosesseihin. Tuotanto tapahtuu suljetuissa bioreaktoreissa (fermentori). Laboratorioita, joissa on tarvittavat laitteistot sekä tietokoneavusteiset ja kokeelliset menetelmät, kutsutaan **Bioverstaiksi (BioFoundry)**. **Biologian, tekoälyn ja automaation yhdistelmä on voimakas ajuri uusien tuotantoprosessien kehittämisessä ja vielä ennustamattomien bisnesideoiden synnyttämisessä.**

Biotekniikka on vahvasti esillä globaaleissa strategioissa

Biotekniikan ja biotuotannon (biotechnology and biomanufacturing) mahdollisuudet huomioidaan laajasti kaikkialla maailmassa kansallisissa TKI- ja bioekonomiastrategioissa. **Yhdysvallat** on panostanut vuosikymmeniä moderniin biotekniikkaan (biotechnology, bioengineering) ja viimeisen 20 vuoden ajan ollut pioneeri synteettisen biologian kehittämisessä. Tarve teollisuuden uudistumiseen, johtavaan asemaan teknologiakilpailussa sekä omavaraisuuden varmistamiseen on konkretisoitunut 2020-luvulla usean miljardin dollarin rahoituksiin, joilla varmistetaan biotekniikan teknologiakehitys, tuotannon ylös-skaalaus sekä koulutetun työvoiman saanti (esim. Biden Executive Order, BioMADE (Bioindustrial Manufacturing Innovation Institute)). USA tukee myös useita, kymmenien miljoonien hankkeita kansallisten bioverstaiden (BioFoundry) perustamiseksi. Biden'in Bold Goals -aloitteen tavoitteena on, **että 90% petrokemian pohjalta valmistetuista muoveista korvataan bioteknologisilla 20 vuodessa ja 30% USA:ssa käytettävistä kemikaaleista.**

UK investoi £3.5 biljoonaa TKI:hen painopistealueina AI, biotekniikka ja kvanttietokoneet. **Tanskan** Novo Nordisk Foundation panostaa bioteisiin valtavia summia aina kouluopetuksesta, tutkimuksen ja erikoisintituuttien kautta bioinnovaatiokeskuksiin. Myös **Kiina, Intia, Etelä-Korea, Japani, Brasilia** ja monet **Euroopan** maat pitävät biotekniikkaa strategisesti erittäin tärkeänä. **EU-IBISBA on Eurooppa-tason hajautettu infrastruktuuri** ESFRI-tiekartalla. Sen missiona on nopeuttaa biotekniikan ja synteettisen biologian kehitystä. Suomi on ollut alusta lähtien mukana toiminnassa.

Suomella on erinomaiset suhteet biotekniikan ja synteettisen biologian kärkitoimijoihin maailmassa. VTT on jäsen mm. USA:n Engineering Biology Research -konsortiossa (EBRC) sekä Global Biofoundry Alliance:ssa. **Suomi sopi syksyllä 2023 tiede- ja innovaatioyhteistyösopimuksen Yhdysvaltojen kanssa,**

biotekniikka yhtenä fokuksena. Suomi on mukana v. 2024 USA:n National Science Foundation:n Global Centres -haussa, joka mahdollistaa yhteistyön Bioverstas-alustoja kehittävien huipputoimijoiden kanssa.

Suomen mahdollisuudet – mitä Suomen tulee tehdä

Globaalisti bioteknologiaan ja synteettiseen biologiaan panostetaan valtavasti. **Suomi ei voi jäädä tässä kehityksessä jälkeen. Bioteknologian tukeminen kantaa pitkälle tulevaisuuteen. Se tulee olemaan elintärkeä tuotantoteknologia jatkossa.** Synteettisen biologian potentiaali luoda uusia innovaatioita on valtava. Jotta Suomi voi olla varteenotettava yhteistyökumppani kansainvälisesti, tulee meillä olla vahva osaamispohja itsellämme.

Suomessa on vahva pohja modernissa teollisessa biotekniikassa aina 1980-luvulta alkaen. Tutkimusorganisaatioista VTT:ssä, Aalto-yliopistossa, Tampereen yliopistossa ja Turun yliopistossa on vahvaa osaamista. Erityisesti VTT on panostanut viimeisen 10 vuoden aikana myös synteettiseen biologiaan ja bioverstaan luomiseen. Isot lippulaivayrityksemme ovat kiinnostuneita synteettisen biologian mahdollisuuksista. Tästä osaamispohjasta ovat ponnistavat myös useat, viime vuosien aikana VTT:ltä syntyneet biotekniikkaa hyödyntävät startup-yritykset (mm. Solar Foods, eniferBio ja OnegoBio). Business Finland rahoittaa Synbio Powerlabs -yritystä, jonka tarkoituksena rakentaa lisää pilot-mitan biotuotantokapasiteettia.

Kansallista osaamispohjaa edelleen vahvistamaan **tulisi perustaa Suomen kansallinen bioverstas** useiden muiden maailman kärkimaiden tapaan. Synteettisen biologian menetelmien käyttäminen uusien tuotteiden suunnittelussa ja tuotantokantojen rakentamisessa, yhdistettynä AI-menetelmiin, digitalisaatioon ja automaatioon, on haastava hanke. Se on tarpeellinen suomalaisen synteettisen biologian osaamisen vahvistamiseksi, teollisten tuotantoprosessien nopeaksi kehittämiseksi sekä yhteistyöhön globaalien tavoitteiden saavuttamiseksi biologian ja biotuotannon standardoimisessa ja laajamittaisessa käyttöönotossa. **Suomella on erittäin hyvät mahdollisuudet onnistua vahvan bioteknologisen pohjan ja hyvän AI-osaamisen vuoksi.** Korkealaatuisilla mittaustekniikoilla voidaan tuottaa dataa tuotantomikrobien toiminnasta ja rakentaa digitaalisia kopioita (digital twins) bioprosessien ohjaamiseksi.

Suomen tulisi tukea vahvasti **biotuotannon syntymistä Suomeen.** Uusien biotuotteiden kehityskaari laboratorion teolliseen tuotantokelpoisuuteen vie tyypillisesti viidestä kymmeneen vuotta ja vaatii tueksi bioverstaan lisäksi myös **monikäyttöisiä pilotointi-infrastruktuureja ja räätälöidymiä koetehdasympäristöjä.** Tulee varmistaa, että Suomessa **koulutetaan eri asteilla riittävästi henkilöstöä** mahdollistamaan biotuotannon kasvu. Tulee pitää huolta riittävän suuresta tutkimusrahoituksesta, jolla **ylitetään ”valley of death” teknologian valmiustasoilta 3-4 tasoille 5-6 (TRL).** Bioteknologiassa tämä vaihe vaatii merkittävää panostusta uusien tuottavuutta parantavien seikkojen tutkimisessa, mutta on myös vaihe, joka potentiaalisesti tuottaa eniten uusia innovaatioita. Suomesta puuttuu tällä hetkellä ”vanhanaikaisen Tekes-hankkeen” kaltainen **rahoitusinstrumentti, joka kattaisi yllä mainitun kehitysvaiheen.**

Helsingissä 11.3.2024



Merja Penttilä

Tieteen akateemikko
Vanhempi erikoisasiantuntija (Senior advisor), VTT
Tutkimusprofessori (Emerita), VTT
Adjunct professor in synthetic biology (Emerita), Aalto-yliopisto