Tekoälyn merkitys tutkimukselle, innovaatioille ja osaamiselle

Ari Hyytinen

Taloustieteen professori,

Hanken ja Helsinki GSE

Tämä kirjallinen lausunto perustuu Eduskunnan Tarkastusvaliokunnalle 11.2.2026 pitämääni esitykseen. Lausunto keskittyy esityksen kolmanteen, tekoälyn merkitystä käsitelleeseen osaan.

1 Johdanto

Tekoälyllä on useita yleiskäyttöisen teknologian (*general purpose technology*) piirteitä ja ominaisuuksia. Kuten Jones (2026) toteaa, tekoäly eroaa kuitenkin aiemmista yleiskäyttöisistä teknologioista, kuten höyrykoneesta, sähköstä, puolijohteista tai tieto- ja viestintäteknologista, siinä, että se automatisoi kognitiivisia kykyjä edellyttäviä tehtäviä. Tämä automatisointi kohdistuu erityisesti tehtäviin (ei kokonaisiin ammatteihin), ja sen vaikutukset riippuvat siitä, korvaako vai täydentääkö tekoäly ihmistyötä kussakin tehtävässä. Jos tekoäly kykenee suorittamaan minkä tahansa kognitiivisen tehtävän, johon ihmiset pystyvät, se vaikuttaa kiistatta laajemmin kuin sähkö tai puolijohteet. Ero aiempaan on, että aiemmat teknologiat ovat korvanneet ihmisten työpanosta erilaisissa fyysisissä tehtävissä ja joissain tietyissä rajatuissa kognitiivisissa tehtävissä.

Tekoäly ei ole vain yleiskäyttöinen teknologia. Se on myös niin sanottu keksintöjen keksimisen menetelmä (*invention of a method of inventing*). Käsite juontaa juurensa jo Griliches'in (1957) klassiseen Econometrica-artikkeliin hybridimaissin leviämisestä, ja sitä ovat soveltaneet tekoälyyn mm. Cockburn, Henderson ja Stern (2019) sekä Crafts (2021). Tyypillisesti innovaatiot ovat (vain) yksittäisiä tuotteita tai ratkaisuja, mutta keksintöjen keksimisen menetelmät ovat yleiskäyttöisiä työkaluja, jotka tekevät tutkimuksesta ja innovoinnista toistettavampaa, skaalautuvampaa ja ennustettavampaa. Ne laskevat systemaattisesti uusien keksintöjen tekemisen kustannuksia ja lisäävät keksintötoiminnan tuottavuutta laajasti eri aloilla.

Tekoäly täyttää tämän määritelmän hyvin. Toisin kuin monet aiemmat yleiskäyttöiset teknologiat, tekoäly kohdistuu suoraan ideoiden tuotantoprosessiin. Tämän vuoksi sen potentiaaliset kasvuvaikutukset voivat olla poikkeuksellisen suuria.

Suomen kaltaiselle pienelle ja avoimelle kansantaloudelle keskeinen kysymys on, miten yliopistojen ja yritysten kykyä hyödyntää (muualla pääsin tuotettua) tekoälyteknologiaa tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnassa (TKI) voidaan vahvistaa.

2 Tekoäly ja rekombinatoriset innovaatiot

Suuri osa teknologisesta kehityksestä on luonteeltaan rekombinatorista: uusia ideoita syntyy yhdistelemällä olemassa olevia käsitteitä, menetelmiä ja komponentteja uusilla tavoilla. Tämä näkemyksen on esittänyt mm. Romer (1993) ja sen keskeinen tekijä Weitzmanin (1998) rekombinatorisen kasvun mallissa. Arthur (2009) on korostanut, että myös niin kutsutut radikaalit läpimurrot ovat tyypillisesti seurausta olemassa olevien elementtien uudenlaisista yhdistelmistä.

Suuret kielimallit (LLM/LRM) ja tekoälyagentit vaikuttavat olevan erityisen tehokkaita juuri rekombinatoristen innovaatioiden tuottamisessa. Ne pystyvät käymään läpi valtavia kombinatorisia hakuavaruuksia, simuloimaan vuorovaikutuksia, ennustamaan lupaavia kandidaatteja ja yhdistämään tietoa yli tieteenalojen rajojen tavalla, johon yksittäiset tutkijat eivät pysty. Woodruff ym. (2026) ovat osoittaneet, että tekoäly kykenee hakemaan ja yhdistelemään teoreemoja ja tuloksia hyvin erilaisilta tieteenaloilta ja testaamaan nopeasti niiden hypoteettisia yhdistelmiä. Tekoäly tuottaa siis mittakaavaetuja kombinatoriseen ideointiin.

3 Tekoäly-avusteinen tutkimusprosessi

Tekoälyn vaikutukset tutkimusprosessiin ovat moniulotteisia. Ensinnäkin tekoäly ja tekoälyagentit nopeuttavat ideoiden ja hypoteesien generointia yhdistämällä olemassa olevia ideoita ja ratkaisuja uusiksi konfiguraatioiksi. Toiseksi tekoäly voi puoliautomaattisesti muotoilla ja ratkaista matemaattisia malleja sekä auttaa kalibroimaan ja validoimaan niitä, mikä parantaa mallien ennustekykyä. Kolmanneksi tekoälyagentit automatisoivat datan käsittelyä empiirisessä tutkimuksessa, mukaan lukien monimutkaisten empiiristen mallien koodauksen. Neljänneksi tekoäly tekee kokeilusta nopeampaa ja voi siten nopeuttaa uusien tuotteiden ja palveluiden kehitystä ja markkinoille tuloa.

Manning, Zhu ja Horton (2024) ovat esittäneet konkreettisen esimerkin tekoäly-avusteisesta tutkimusprosessista sosiaalitieteiden kontekstissa. He osoittavat, että rakenteellisten kausaalimallien ja suurten kielimallien yhdistelmä mahdollistaa yhteiskuntatieteellisten hypoteesien automaattisen generoinnin ja testaamisen *in silico*.

Tämä on vain yksi esimerkki, mutta sekin viittaa siihen, että tekoäly voi merkittävästi laskea tutkimuksen teon kustannuksia ja nopeuttaa sen tekemistä.

4 Korvaaminen vai täydentäminen: kahdenlaisia innovaatioita

Myös tutkimuksen teossa automaatio kohdistuu tiettyihin tehtäviin ja sen vaikutukset riippuvat siitä, korvaako vai täydentääkö tekoäly tutkijoiden työtä kussakin tehtävässä. Kun arvioidaan tekoälyn merkitystä tutkimukselle ja tutkijoiden työhön, on hyödyllistä erottaa kaksi innovaatiotyyppiä:

- Rekombinatorisissa innovaatioissa, joissa olemassa olevia ratkaisuja ja ideoita yhdistellään uusiksi konfiguraatioiksi, tekoäly tehostaa ja korvaa osin tutkijoiden työtä. Se esimerkiksi vähentää etsintä- ja kokeilukustannuksia laajojen kombinaatioavaruuksien tutkimisessa ja lisää poikkitieteellisen tiedon saatavuutta ja siirrettävyyttä. Tämä näkyy jo käytännössä esimerkiksi lääkekehityksessä ja materiaalitieteen tutkimuksessa, joissa tekoäly on muuttanut tutkijoiden työskentelytapoja.

- Aidosti uudenlaisissa innovaatioissa, jotka edellyttävät perustavanlaatuisia käsitteellisiä läpimurtoja, tekoäly sen sijaan lähinnä täydentää (ainakin vielä nykyisin) tutkijoiden osaamista. Se avustaa tutkimuksen mekaanisilla osa-alueilla, kuten matemaattisten tarkasteluiden toteuttamisessa, data-analyysissä ja synteesien tekemisessä, mutta ei välttämättä korvaa syvää inhimillistä asiantuntemusta, jota käsitteelliset läpimurrot edellyttävät.

Tämä kahtiajako saattaa selittää osaltaan empiirisiä havaintoja siitä, että tekoäly on toistaiseksi tuottanut vain rajallisesti aidosti uusia käsitteellisiä läpimurtoja.

5 Tekoäly ja talouskasvun rajat

Taloustieteellisessä kasvuteoriassa tekoälyn nopea kehitys nostaa esiin kysymyksen siitä, voiko ideoiden tuotannon automatisointi poistaa tutkijoiden rajallisesta määrästä johtuvan kasvun rajoitteen. Esimerkiksi Jones (2024) on korostanut, että jos tekoäly pystyy tuottamaan ideoita, tutkijoiden määrän ja laadun aiheuttamat rajoitteet teknologiselle kehitykselle ja talouskasvulle eivät välttämättä enää sido, ja pitkän aikavälin kasvuvauhti voi periaatteessa kiihtyä merkittävästi. Tätä mahdollisuutta ovat mallintaneet ja arvioineet myös muun muassa Aghion, Jones ja Jones (2019), Trammell ja Korinek (2023) sekä Nordhaus (2021).

On kuitenkin syytä korostaa, että näissä malleissa ns. teknologisen singulariteetin toteutuminen edellyttää hyvin pitkälle meneviä oletuksia siitä, mihin tekoäly kykenee. Empiirinen näyttö ei toistaiseksi tue käsitystä, jonka mukaan tekoäly kykenisi itsenäisesti tuottamaan perustavanlaatuisesti uutta tietoa ilman merkittävää inhimillistä panosta.

Innovaatio- ja talouspoliittisesta näkökulmasta oleellisempaa on tekoälyn jo nyt todennettavissa oleva kyky tehostaa tutkimusprosesseja ja laskea teknologisen kehityksen ja innovoinnin kustannuksia.

6 Johtopäätöksiä ja politiikkapohdintaa

Edellä esitetyn perusteella voidaan nostaa esiin mm. seuraavat:

- Tekoälyosaamisen vahvistaminen sekä yliopistoissa että yrityksissä on tärkeä investointi tulevaan tuottavuuskasvuun. Tekoälyosaaminen ei tarkoita vain tekoälyteknologian kehittämistä vaan siihen perustuvien (muualla maailmassa tuotettujen) ratkaisujen tehokasta soveltamista. Vaikka on hyvin tiedossa, että korkeasti koulutettu työvoima ei ole vain tuotannontekijä vaan myös teknologisen kehityksen edellytys, toistaiseksi ei ole kiinnitetty kovinkaan paljon huomiota siihen, miten tekoälyn kehitys vaikuttaa tutkimuksen tekoon ja osaamistarpeisiin korkeakoulu- ja yrityssektoreilla. Tämä kysymys on tärkeä erityisesti tuottavuuden eturintaman lähellä olevissa maissa, kuten Suomessa.

- Suomen kaltaiselle pienelle avotaloudelle on tärkeää, että sillä on ns. imukykyä (*absorptive capacity*) eli kykyä omaksua ja hyödyntää muualla tuotettua uutta tietoa ja teknologiaa. Merkittävä osa (”> 99%”) maailman innovaatioista ja uusista teknologisista ratkaisuista tehdään muualla kuin Suomessa. Tekoälyn tehokas hyödyntäminen TKI-toiminnassa edellyttää korkeatasoista perustutkimusta ja koulutusta, sillä ne luovat perustan imukyvylle.

- Korkeakoulujen ja yritysten yhteistyön vahvistaminen tekoälyn hyödyntämisessä ansaitsee erityistä huomiota. Tekoäly saattaa korostaa yliopisto-yritys -yhteistyön merkitystä entisestään, koska se laskee innovoinnin kustannuksia ja mahdollistaa aiempaa tehokkaamman tiedon leviämisen yritysten ja yliopistojen välillä.

- Tekoälyavusteinen tutkimus saattaa edellyttää tutkijoilta kokonaan uudenlaista osaamista ja taitoja. Erityisesti tekoälyn kyky korvata osin rekombinatorista tutkimustyötä viittaa siihen, että tutkijakoulutuksessa tulisi painottaa entistä enemmän syvää käsitteellistä ymmärrystä, kriittistä ajattelua, kykyä verifioida tekoälyn tuottamia vastauksia, ja kykyä muotoilla uusia tutkimuskysymyksiä. Samalla on varmistettava, että tutkijoilla on riittävät tekniset valmiudet hyödyntää tekoälyä tehokkaasti omassa työssään.

Tekoälyteknologian kehitys on ollut viime vuosina hyvin nopeaa. Se on edelleen virhealtista, eikä suoriudu monista asiantuntijoiden näkökulmasta melko yksinkertaisilta vaikuttavista tehtävistä. Tästä huolimatta on nähtävissä, että tekoälypohjaiset ratkaisut ovat jo muuttaneet ja ovat voimakkaasti muuttamassa tapoja,

joilla tutkimusta ja keksintöjä tehdään eri teknologia-alueilla ja eri tieteenaloilla. Tähän kehitykseen on syytä varautua ja valmistautua, sillä on odotettavissa, että tekoälyn kyky tuottaa ideoita skaalautuvasti ja nopeuttaa tutkimuksen tekoa paranee myös jatkossa. Tämä tarkoittaa, että tutkijoiden määrän ja laadun aiheuttamat rajoitteet teknologiselle kehitykselle ja talouskasvulle eivät välttämättä enää sido samalla tavoin kuin aiemmin. Tämä on pienten avotalouksien kannalta sekä uhka että mahdollisuus.

Keskeiset viitteet

Aghion, P., Jones, B.F. ja Jones, C.I. (2019). Artificial Intelligence and Economic Growth. Teoksessa *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. NBER / University of Chicago Press.

Cockburn, I.M., Henderson, R. ja Stern, S. (2019). The Impact of Artificial Intelligence on Innovation. Teoksessa *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, 115–146.

Crafts, N. (2021). Artificial Intelligence as a General-Purpose Technology: An Historical Perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, 37(3), 521–536.

Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25(4), 501–522.

Jones, C.I. (2024). The A.I. Dilemma. *AER: Insights*, 6(4), 575–590.

Jones, C.I. (2026). AI and Our Economic Future. *Journal of Economic Perspectives*, forthcoming. NBER Working Paper No. 34779.

Manning, B.S., Zhu, K. ja Horton, J.J. (2024). Automated Social Science. NBER Working Paper No. 32381.

Nordhaus, W.D. (2021). Are We Approaching an Economic Singularity? *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), 299–332.

Romer, P. (1993). Two Strategies for Economic Development. *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics 1992*.

Trammell, P. ja Korinek, A. (2023). Economic Growth under Transformative AI. NBER Working Paper No. 31815.

Weitzman, M.L. (1998). Recombinant Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 113(2), 331–360.

Woodruff, D.P. ym. (2026). Accelerating Scientific Research with Gemini: Case Studies and Common Techniques.