

Generatiivisen tekoälyn vaikutuksista



Antti Kauhanen

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
antti.kauhanen@etla.fi

Mika Pajarinen

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
mika.pajarinen@etla.fi

Petri Rouvinen

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
petri.rouvinen@etla.fi

Suosittelava lähdeviittaus:

Kauhanen, Antti, Pajarinen, Mika & Rouvinen, Petri (25.10.2023). ”Generatiivisen tekoälyn vaikutuksista”. ETLA Muistio nro 128.
<https://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-128.pdf>

Tiivistelmä

Noin viidesosa suomalaisista työskentelee ammateissa, joiden työtehtävistä vähintään puolet on altistunut generatiiviselle tekoälylle. Melko suuressa osassa ammatteja on vähintään lievää altistumista, mutta vain harvoissa ammateissa altistuminen on suurta. Aiemmista teknologiamurroksista poiketen generatiivisen tekoälyn tapauksessa vaikutukset kohdistuvat voitto-puolisesti työmarkkinoiden eliittiin.

Näkemyksemme mukaan generatiivisen tekoälyn vaikutus Suomen työmarkkinoilla on pikemminkin ihmis-työtä täydentävä kuin sitä korvaava. Silti edessä on merkittävä murros, johon valmistaudumme parhaiten kokeilemalla ja hyödyntämällä generatiivista tekoälyä mahdollisimman etupainotteisesti.

Havaintomme perustuvat keskeisesti alun perin Yhdysvaltoja koskien tehdyn Eloundou ym. (2023) tutkimuksen toistamiseen suomalaisella aineistolla.

Tämä tutkimus aloittaa Etlan toteuttaman ja TT-säätiön tukeman hankkeen, joka jatkuu vuoden 2024 loppuun.

Abstract

On the Impacts of Generative Artificial Intelligence

Some one-fifth of Finnish employment is in occupations with at least half of tasks exposed to generative artificial intelligence. A relatively large share of occupations has at least some exposure, but few occupations have high exposures. Contrary to prior technological discontinuities, in the case of generative artificial intelligence the labor market elite is relatively more exposed.

As far as the Finnish labor market is concerned, the effect of generative artificial intelligence is ambiguous – and quite possibly positive. Regardless, employees are faced with a sizable change, which is best addressed head-on, i.e., by experimenting with and deploying generative artificial intelligence as soon as possible.

Our observations are based on a replication of the US analysis by Eloundou et al. (2023) in the context of Finland.

This brief kicks off a research project conducted by ETLA and supported by the TT foundation.

KTT **Antti Kauhanen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimusjohtaja ja taloustieteen professori Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulussa.

KTM **Mika Pajarinen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkija.

Ph.D. **Petri Rouvinen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimusneuvonantaja.

D.Sc. (Econ.) **Antti Kauhanen** is a Research Director at ETLA Economic Research and a Professor of Economics at Jyväskylä University School of Business and Economics.

M.Sc. (Econ.) **Mika Pajarinen** is a Researcher at ETLA Economic Research.

Ph.D. (Econ.) **Petri Rouvinen** is a Research Advisor at ETLA Economic Research.

Kiitokset: Tämä muistio on osa syksyllä 2023 alkunutta ja vuoden 2024 loppuun jatkuvaa ETLA:n toteuttamaa ja TT-säätiön tukemaa tutkimushanketta. Kiitämme Tyna Eloundonia, Sam Manningia, Pamela Mishkiniä ja Daniel Rockia tutkimusaineistoon liittyvästä yhteistyöstä sekä Arash Hajikhania ja Otto Kässiä arvokkaista huomioista.

Acknowledgements: This brief is a part of a research project conducted by ETLA and supported by the TT Foundation. We thank Tyna Eloundou, Sam Manning, Pamela Mishkin, and Daniel Rock for data collaboration as well as Arash Hajikhani (VTT) and Otto Kässi (ETLA) for helpful comments and suggestions.

Avainsanat: Generatiivinen tekoäly, Teknologinen muutos, Työllisyys, Työmarkkinat, Ammatit

Key words: Generative artificial intelligence, Technological change, Employment, Labor market, Occupations

JEL: E24, J21, O33

Optimistinen näkemys generatiivisen tekoälyn vaikutuksista Suomen työmarkkinoilla

Toinen englanninkielinen muistio (ETLA Brief no. 127, <https://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-127.pdf>) käsittelee Suomen aineistolla toteuttamaamme alun perin yhdysvaltalaisista Eloundou ym. (2023) tutkimusta. Nämä kaksi muistiota toimivat lähtölaukauksina Etlä toteuttamalle ja TT-säätiön tukemalle tekoälyhankkeelle.

Tässä suomenkielisessä muistiossa vedämme yhteen englanninkielisen muistion keskeiset löydökset ja pohdimme hieman laajemmin generatiivisen tekoälyn vaikutuksia.

Käytämme generatiivisesta tekoälystä jatkossa englanninkielistä lyhennettä **GAI** (*Generative Artificial Intelligence*). Laajemman GAI-käsitteen alla ajattelemme lähinnä tekstiä ja ohjelmistokoodia tuottavia palveluita kuten OpenAI:n ChatGPT ja Microsoftin GitHub Copilot.

Analyysimme avainmittarina on GAI:lle **altistuminen** – ilman, että ottaisimme tässä vaiheessa kantaa siihen, täydentääkö vai korvaako GAI ihmistyötä. Laskelmissa on kyse altistumisen teknisestä toteutettavuudesta, jonka realisoituminen riippuu taloudellisista, sosiaalisista ja yhteiskunnallisesta seikoista sekä soveltavien organisaatioiden ja ihmisten kannustimista ja kyvykkyyksistä. Laskelma ottaa annettuna nykyiset ammatit ja niiden työtehtäväkenteet; GAI:n myötä mahdollisesti syntyville uusille ammanteille tai ammattien sisäisille työtehtävämuutoksille ei tässä yhteydessä tule mitään painoa.

Keskeinen havaintomme on, että **viidesosa suomalaisista työskentelee ammanteissa, joiden työtehtävistä vähintään puolet on altistunut generatiiviselle tekoälylle**. Verrattuna generatiivisen tekoälyn ympärillä tällä hetkellä jylläävään hypeen, tämä osuus ei vaikuta erityisen korkealta. Laajemmin tuloksemme paljastavat, että melko suuri osa ammanteista on ainakin vähäisessä määrin altistunut generatiiviselle tekoälylle, mutta vain harva ammatti kohtaa sen takia suuria epäjätkävyyksiä. Aiemmista teknologiamurroksista poiketen **generatiivisen tekoälyn vaikutukset kohdistuvat voittopuolisesti työmarkkinoiden eliittiin**.

Näkemyksemme generatiivisen tekoälyn vaikutuksista Suomen työmarkkinoilla on lopulta optimistinen. Vaikka laaja kirjo ammatteja on merkittävienkin muutosten kohteina, tässä teknologiamurroksessa ei pääsääntöisesti ole kyse ihmistyön korvautumisesta tai laajojen ammattiryhmien häviämisestä. Silti muutos koskettaa laajasti Suomenkin työmarkkinakenttää. **Parhaiten valmistaudumme edessä olevaan muutokseen kokeilemalla ja hyödyntämällä generatiivista tekoälyä mahdollisimman etupainotteisesti**.

Useimmissa generatiivista tekoälyä koskevissa pohdinoissa viitataan regulaation tarpeeseen. Suomessa tässä suhteessa eniten vaikuttava aloite on Euroopan komission ehdotus EU:n tekoälyasetukseksi.¹ Facebookia, Instagramia ja WhatsAppia operoivan Metan johtava tutkija ja Yann LeCun toteaa Financial Timesissa (Thornhill, 2023), että ”ennenaikainen regulaatio vain vahvistaa nykyisten jättien valta-asemaa ja tukehduuttaa kilpailua.”² Emme tässä muistiossa ota kantaa regulaatiokysymyksiin, mutta palaamme aiheeseen myöhemmin.

Satunnaistetut vertailuasetelmat viittaavat GAI:n huomattaviin vaikutuksiin

Kiintoisin alalohko generatiivisen tekoälyn vaikutuksia käsittelevästä kansainvälisestä kirjallisuudesta liittyy satunnaistettuihin koeasetelmiin, joissa vertaillaan GAI:tä käyttävien ja käyttämättömien henkilöiden onnistumista.

Olipa kyse ammatillisesta kirjoittamisesta (Noy ja Zhang, 2023), käyttötuesta (Brynjolfsson ym., 2023), liikkeenjohdon konsultoinnista (Dell’Acqua ym., 2023), lääkärin röntgenkuvien tulkinnasta (Gaube ym., 2023) tai ohjelmakoodin tuottamisesta (Peng ym., 2023), johtopäätökset ovat samankaltaisia:

- Generatiivista tekoälyä työtehtävässä hyödyntävien työn tuottavuus on korkeampi.
- Alun perin tuottavuudeltaan tai lähtötiedoiltaan heikot työntekijät hyötyvät enemmän generatiivisen tekoälyn käytöstä.
- Usein tuotoksen laatu ja työtyytyväisyys nousevat generatiivisen tekoälyn käytön myötä.³

Choi ja Schwarcz (2023) testasivat GAI:n käyttökelpoisuutta oikeustieteellisen tiedekunnan kokeiden suorittamisessa ja havaitsivat, että tekoäly auttoi monivalinta- mutta ei esseekysymyksissä; myös tässä yhteydessä luokan heikommat oppilaat hyötyivät eniten. Girotra ym. (2023) vertailivat opiskelijoiden ja tekoälyn kykyä tuottaa uusia ajatuksia ja havaitsivat, että tekoäly tuottaa laajemman kirjon parempia ideoita. Wilesin ym. (2023) kokeessa lähes puolelle miljoonalle työnhakijalle tarjottiin satunnaisesti tekoälyn apua ansioluettelon tekstin parantelussa. Tätä apua saaneet saivat töitä 8 % todennäköisemmin ilman, että työnantajat olisivat olleet mitenkään tyytymättömiä tekoälyn myötävaikutuksella syntyneisiin ”osumiin”. Myös tässä yhteydessä huonommat kynäkäyttäjät hyötyivät eniten.

Yllä mainituissa tutkimuksissa törmätään myös tekoälyn rajoitteisiin. Choin ja Schwarczin (2023) tutkimuksissa tekoälyn käyttö heikensi parhaiden oppilaiden menestystä. Dell’Acqua ym. (2023) koeasetelmassa oli mukana tehtäviä, joihin tekoälytyökalut eivät nykyisellään kykene, jolloin niiden soveltaminen laski liikkeenjohdon konsultin todennäköisyyttä päätyä oikeaan ratkaisuun 19 prosenttia. Haslberger ym. (2023) tulokset viittaavat siihen, että generatiivisesti tekoälystä saatavat hyödyt ovat mahdollisesti yhteydessä käyttäjän ikään – vanhemmille työntekijöille ChatGPT:stä saattaa olla jopa haittaa.

Mikä tässä on uutta?

Verrattuna aiempaan tekoälyyn, joka perustuu paljolti etukäteen luokitellun aineiston tilastolliseen käsittelyyn koneoppimismenetelmin, laajoihin kielimalleihin perustuvan generatiivisen tekoälyn uutena piirteenä on se, että se näyttäisi pystyvän ”luovuuteen” tavalla, jonka vielä hiljattain uskottiin olevan koneiden ulottumattomissa.

Aikaisemmat tekoälyn sovellukset olivat kapeita ja vaativat sovelluskohtaista tuunausta. Lisäksi niiden käyttöönotto edellytti paljon substanssi- ja tekoälyasiantuntijoiden työtä. Helpon saavutettavuuden ja intuitiivisten käyttöliittymien avittamina ChatGPT:n kaltaiset generatiivisen tekoälyn sovellukset ainakin näyttävät olevan hyvin yleiskäyttöisiä (tuottavat varmoilta kuulostavia vastauksia, jotka tosin toisinaan ovat vääriä) ja ovat suoraan loppukäyttäjien hyödynnettävissä.

Tietenkin on niin, ettei generatiivinen tekoäly ole ”luova” sanan varsinaisessa merkityksessä. Se yksinkertaisesti oppii opetusaineistossa olevia sanoja ja niiden välisiä yhteyksiä muodostaen matemaattisen mallin, jonka avulla se tuottaa uutta ”synteettistä” sisältöä käyttäjän antaman syötteen perusteella.

Se, että GAI vaikuttaa toisinaan hyvinkin ”luovalta”, kertoo osittain siitä, että merkittävä osa ihmisluovuudesta onkin ”itseään toistavaa ja kaavamaisista”, kuten Elemental Cognitionin toimitusjohtaja David Ferrucci toteaa Goldman Sachsin haastattelussa 7.8.2023.⁴

Annamme pa luovuudelle minkä tahansa sisällön, on joka tapauksessa selvää, että generatiivisen tekoälyn myötä uusia työtehtäviä tulee joko koneavusteisiksi tai automatisoitaviksi. Kahden muistiomme tarkoituksena on kvantifioida tätä altistumista Suomen kontekstissa.

Miksi tämänkertainen tekoälybuumi on käsillä juuri nyt?

Loppuvuodesta 2022 ja alkuvuodesta 2023 OpenAI:n ChatGPT ja sadat samankaltaiset palvelut toivat intuitiivisilla käyttöliittymillä varustetut generatiivisen tekoälyn palvelut kaikkien ulottuville.

Keskeinen innovaatio näiden palveluiden takana on Googlen tutkijoiden vuonna 2017 (Vaswani ym.) keksimä kääntäjä (*Transformer*), jonka keskeisestä huomiomekanismista (*Attention*) Tero Ojanperä (2023) toteaa tuoreessa kirjassaan näin: ”Attention-mekanismien avulla tekoälyjärjestelmä painottaa tärkeitä osia syötteestä, esimerkiksi sille annetusta kysymyksestä, ja vähentää vähemmän tärkeiden osien merkitystä. Painotuksen ansiosta Transformer-malli kykenee ymmärtämään paremmin pitkät riippuvuudet sekvenssin elementtien välillä eli kontekstuaaliset suhteet.”

Kääntäjäkeksinnössä piilevien mahdollisuuksien laajempi kaupallisuuteen tähtäävä realisointi yksinkertaisesti otti vuoden 2017 ja loppuvuoden 2022 välisen ajan.

Generatiiviselle tekoälylle altistuminen Suomen työmarkkinoilla

Toistamme alun perin Yhdysvaltoja koskien tehdyn Eloundou ym. (2023) tutkimuksen suomalaisella aineistolla. Tämän työn yksityiskohdat selviävät englanninkielisestä muistiostamme; tässä suomenkielisessä muistiossa käymme yhteenvedonomaaisesti läpi päätuloksia.

Päähavaintomme ovat (ks. engl. muistion Figure 2):

- **19 % työllisistä Suomessa on ammateissa, joissa generatiiviselle tekoälylle altistuminen on vähintään 50 %** (mitattuna merkittävästi altistuneiden työtehtävien ajankäytön osuudella ammatin kaikesta ajankäytöstä).
- Peräti 68 % työllisistä on ammateissa, joissa altistuminen on vähintään 20 %.
- Toisaalta vain 2 % työllisistä on ammateissa, joissa altistuminen on vähintään 80 %.

Välittömät johtopäätökset:

- Vain pienellä osalla työllisistä on hyvin korkea altistuminen generatiiviselle tekoälylle.
- Melko suuri osa työllisistä on jossain määrin altistunut.

Edellä olevan perusteella voidaan todeta, että generatiivisen tekoälyn aiheuttamat merkittävät ammattikohtaiset epäjatkavuudet ovat melko epätodennäköisiä, mutta toisaalta suuressa enemmistössä ammatteja on sopeutumistarpeita.

Englanninkielisessä muistiossa (ks. Figure 3) esitetty syventävä tarkastelumme paljastaa, että koulutetummilla, korkeamman tulotason ja sosioekonomisen aseman työllisillä on suurempi altistuminen. Aloista tieto- ja viestintäteknologia ja maantieteistä kaupunkien ydinkeskustat ovat suurempien altistusten kohteina.

Näiltä osin muutokset kohdistuvat siis toisin kuin aiempien teknologian ajamien murroksien tapauksissa (Acemoglu & Restrepo, 2022). Aiemmistä poiketen **tämänkertainen teknologiamurros on siis osumassa enemmän työmarkkinoiden eliittiin.**

Onko generatiivinen tekoäly *itsessään* sähkön kaltainen yleiskäyttöinen teknologia?

Generatiivisen tekoälyn yhteiskunnalliset vaikutukset riippuvat lopulta siitä, kuinka laajasti ja syvästi se on sovellettavissa – varsinaisia tekoälyratkaisuja tarjoavien alojen ulkopuolella.

Taloustieteissä sovelluskohteiltaan erittäin laajat ja pitkäkestoisia yhteiskunnallisia aaltoja aiheuttavat teknologiat kruunataan **yleiskäyttöisen teknologian** nimellä (*general purpose technology*).⁵ Reilu kaksi sataa vuotta sitten höyryn ja reilu sata vuotta sitten sähkön valjastaminen olivat tällaisia teknologioita; myös digitaalisuus kaikkienensa on tällainen teknologia.

Mutta onko generatiivinen tekoäly **itsessään** yleiskäyttöinen teknologia?

Kysymykseen teknologian yleiskäyttöisyydestä voidaan vastata kunnolla vasta vuosikymmeniä sen yleistymisen jälkeen. Goldfarb ym. (2023) tarjoavat kuitenkin ehdollisen vastauksen kysymykseen *online*-työpaikkailmoitusten analyysin perusteella – heidän johtopäätöksensä perusteella (laaja) tekoäly on ”melko todennäköisesti yleiskäyttöinen teknologia”.

Lisääkö generatiivinen tekoäly hyvinvointia?

Uuden digitaalisen sisällön ulkopuolella generatiivisen tekoälyn hyvinvointivaikutukset ovat keskeisesti yhteydessä sen tuottavuusvaikutuksiin. Tuottavuuslautakunnan tuore raportti (VM, 2023, Kehikko 2, sivuilla 29–32) sisältää erinomaisen Elsi Etelävuoren työhön pohjautuvan katsauksen tekoälyn tuottavuusvaikutuksista, joita emme tässä yhteydessä käy toistamaan. Seuraavassa kuitenkin muutamia täydentäviä havaintoja.

Globaali tuottavuuskehitys erityisesti kehittyneissä maissa on ollut laskevalla trendillä jo pitkään. Entiset myö-

tätuulet – kuten demografinen kehitys ja globalisaation syveneminen – ovat kääntyneet vastatuuliksi. Viimeaikaisista tietoteknisistä mullistuksista – kuten älypuhelimista, tietoteknisistä pilvipalveluista tai sosiaalisesta mediasta – ei lopulta ollut laajemmiksi tuottavuuskasvun moottoreiksi. Tätä taustaa vasten generatiivisen tekoälyn tuottavuusvaikutusten suhteen sopii olla skeptinen.

Työn tuottavuudella tarkoitetaan tehtyä työtuntia kohden syntyvää arvonlisäystä. Pitkällä aikavälillä kansalaisten (taloudellisen) hyvinvoinnin lisääntyminen perustuu lähes yksinomaan työn tuottavuuden kasvuun.

Jakoviivan yläpuoli työn tuottavuudessa eli arvonlisäys nousee, jos (1) työntekijöillä on käytössään parempia työkaluja, (2) työntekijöiden työpanos on aiempaa laadukkaampaa tai (3) toisiinsa liittyvät työtehtävät järjestellään aiempaa tehokkaammin. Jakoviivan alapuoli laskee – ja jakolaskun tulos eli tuottavuus nousee –, jos (4) sama arvonlisäys syntyy vähemmällä työtunneilla.

Edellä läpikäymämme satunnaistettuihin vertailuasetelmiin perustuvat tutkimukset viittaavat siihen, että generatiivisella tekoälyllä on todellista potentiaalia kaikkien neljän kohdan suhteen – on siis hyvin mahdollista, että generatiivisesta tekoälystä on tulevan tuottavuuskasvun moottoriksi.

Pohjimmiltaan generatiivinen tekoäly on lopulta uusi pääoman muoto. Olipa sen tuotannollisessa soveltamisessa kyse ihmistyön täydentämisestä tai korvaamisesta, sen välitön tuottavuuspotentiaali on rajallinen ja enemmän kertaluontoinen.

Generatiivisen tekoälyn periaatteessa rajaton ja jatkuva tuottavuuspotentiaali liittyy uusien ideoiden tuottamiseen ja soveltamiseen eli innovaatiotoimintaan; esim. Girotran ym. (2023) havainnot viittaavat siihen, että tähän käyttöön generatiivinen tekoäly on ainutlaatuisen sopiva.

Generatiivisen tekoälyn tuottavuusvaikutuksista on lukuisia arvioita – useimmat niistä vaikuttavat järkyttävän suurilta ja mielestämme myös epäuskottavilta. Yhdysvaltalaisen investointipankki J.P. Morganin katsaus arvioi tuottavuusvaikutuksen haarukaksi 1,5–3,0 % vuodessa seuraavan noin kymmenen vuoden aikana.⁶ Toisen yhdysvaltalaisen investointipankin Goldman Sachsin vaikutusarvio on 1,5 % vuodessa seuraavan kymmenen vuo-

den ajan.⁷ Taustaksi on syytä todeta, että **kaiken** tieto- ja viestintäteknologian tuottavuusvaikutus oli Yhdysvalloissa (toistaiseksi) huipussaan vuoden 2000 ympärillä, jolloin se oli noin 1,5 % vuodessa (CE, 2023).

Kuka tekee rahaa?

Tieto- ja viestintäteknologiaa sivuavien asioiden hahmottamisessa käytetään toisinaan ”pinoa” (*stack*), jollaisen olemme generatiivisen tekoälyn osalta piirtäneet kuviossa 1. Pinon ajatuksena on, että siinä alempana olevat elementit toimivat perustana ja ovat välttämättömiä pinossa ylempänä olevien elementtien olemassaololle.

Tällä hetkellä generatiivisen tekoälyn kiivain kultaryntäys on pinon pohjalla eli laskentaan tarvittavissa prosessoreissa, mikä on näkynyt erityisesti Nvidian pörssikurssin rakettimaisena nousuna. Tarvittavaa rautaa tarjoavien yritysten ohella toistaiseksi lähinnä vain Amazon Web Services -kaltaiset pilvipalvelutarjoajat tekevät merkittäviä voittoja generatiivisella tekoälyllä. Esimerkiksi generatiivisen tekoälyn johtavan yrityksen OpenAI:n (lop-

Kuvio 1 Generatiivisen tekoälyn tietotekninen ”pino”



Lähde: Kirjoittajien hahmotelma.

pukäyttäjille suunnattuina palveluina mm. ChatGPT ja Dall-E) kahdentoista kuukauden myynnin ennakoidaan kyllä ylittävän miljardi dollaria, mutta voitolliseksi sen liiketoiminta ei ole kääntymässä.

Pinoa voi ajatella työllisyys- ja tuottavuusvaikutusten näkökulmasta. Teknologiamurroksen alkuaikoina eniten kuhinaa on pinon pohjan suunnalla, mutta lopulta murroksen merkittävimmät taloudelliset ja yhteiskunnalliset vaikutukset tulevat laajalle leviävästä loppukäytöstä eli pinon päältä.

Pinolla on implikaatioita generatiivisen tekoälyn markkinoilla vallitsevalle kilpailulle. Nvidian prosessoreiden saatavuus, ja niitä käytännössä tekevien yritysten kuten TSMC:n valmistuskapasiteetti, on tällä hetkellä markkinoille tuloa rajoittava tekijä, jota digijätkit myös pyrkivät kontrolloimaan nurkkaamalla prosessorimarkkinoita pitkäaikaisin ostosopimuksin. Vaihtoehto omalle palvelinfarmille on ostaa laskentakapasiteettia pilvipalveluna, jota hallitsevat lähinnä Amazon, Google ja Microsoft.

Jo kehitettyjen laajojen ja yleiskäyttöisten perusmallien (*foundational models*), kuten OpenAI:n ChatGPT:n, data on pääosin hankittu avointa internetiä ”haravoimalla”. Tämän vuoden kuluessa verkkopalvelut ovat kiivaasti ryhtyneet estämään haravointia, jolloin datan saatavuudesta muodostuu yhä kasvava haaste – tämä tietenkin pelaa jo valmiiksi suuria datamääriä hallinnoivien yritysten pussiin.⁸

Dataan liittyy generatiivisen tekoälyn merkittävät ja vielä kokonaan ratkaisemattomat tekijänoikeushaasteet, joilla on niilläkin kilpailuimplikaatioita. Google ja Microsoft ovat jo ilmoittaneet suojaavansa asiakkaitaan tulevilta tekijänoikeushaasteilta, kunhan he ovat käyttäneet näiden yrityksille suunnattujen pilvipalveluiden työkaluja.⁹

Esimerkiksi Cambridgen yliopiston professori Diane Cogle on esittänyt huolensa siitä, että generatiivisen tekoälyn markkinat saattavat lopulta olla nykyisten digijätien dominoimia (Rotman, 2023).

Huoli on aiheellinen. Esimerkiksi Microsoftilla on GitHub- ja Office-lisenssisopimusten kautta valmiiksi jake-lukanava ja liiketoimintamalli (eli esimerkiksi Officeessa käyttäjäkohtainen lisämaksu)¹⁰ generatiivisen tekoälyn sovelluksille, jollaisista startupit voivat vain uneksia.

Silti, kuten Agrawal ym. (2022) huomauttavat, uudet yritykset ja organisaatiot ovat keskeisessä roolissa generatiivisen tekoälyn kaltaisten teknologioiden yleistymisessä. Aikaiset soveltajat, yritykset ja mahdollisesti kansakunnat, parantavat kilpailuasemaansa ja niiden työllisyys saattaa kasvaa, vaikka ne soveltaisivatkin merkittävästi ihmistyötä säästävää teknologiaa (Damioli ym., 2023).

Keskustelu

Generatiivinen tekoäly on teknologiana hämmästyttävän kyvykäs. Se on myös laajasti väärinymmärretty.

Sellaisenaan generatiivinen tekoäly on onneton tietosanakirja tai hakukone (emme tässä käsittele tapausta, missä se toimii käyttöliittymänä esimerkiksi hakukone-tyyppiselle käytölle; ks. Schick ym., 2023). Se ei myöskään ole parhaimmillaan loogisessa tai matemaattisessa päättelyssä.

Generatiivinen tekoäly on pohjimmiltaan kielimalli, johon on vangittu opetusaineistossa olleet sanojen merkitykset ja niiden väliset yhteydet. Määritelmän mukaan sen tuotokset ovat matemaattiseen malliin perustuvia eivätkä siten ole suoraan ”hakuja” opetusaineistoon. Annettuna opetusaineisto ja mallinnustyö, generatiivinen tekoäly tuottaa **tilastollisesti todennäköisimmän tuotoksen** käyttäjän lähtösyötteen perusteella. Tietty keskiarvoisuus ja satunnaisuus ovat mallin ominaisuuksia.

Satunnaisuudesta kumpuaa se, että paljon puhutussa ”hallusinoinnissa” – eli varmoilta tuntuviissa mutta väärissä vastauksissa – ei ole kyse tekoälyn virheellisestä toiminnasta vaan sen keskeisestä ominaisuudesta. Keskiarvoisuudesta puolestaan kumpuaa se, että generatiivisen tekoälyn luovuus on lopulta hämäystä.

Nykyisellään generatiivinen tekoäly on parhaimmillaan käytöissä, joissa ihminen käsittelee ja tarkistaa sen tuotoksia ja joissa yksittäiset virheet eivät käy kalliiksi. Se on siis hyvä **tukiäly** esimerkiksi ensimmäisten ideoiden ja tekstiluonnosten tuottamisessa sekä kielenhuollossa.

Työelämän kontekstissa aiemmissa teknologiamurroksissa on ollut kyse siitä, että yritys (tai muu soveltava organisaatio) päättää ottaa teknologian käyttöön joko

täydentämään tai korvaaman ihmisten työpanosta. Generatiivisen tekoälyn osalta asetelma on useimmissa organisaatioissa ollut päinvastainen. Työntekijät ovat tekoälykokeilujen airueina ja työnantajat usein tilanteessa, jossa näiden työkalujen ammattikäyttö on toistaiseksi jouduttu kieltämään – kunnes organisaation tietoturva ja muut kysymykset tämän osalta on saatu ratkaistua.

VTT:n (Hajikhani & Cole, 2023a; 2023b) Tekniikan akateemiset TEK:lle kahteen eri otteeseen toteuttaman 882 vastaajan jäsenkyselyn mukaan 39,5 % akateemisista insinööreistä ja arkkitehdeista käytti syys-/lokakuussa generatiivista tekoälyä – kesäkuuhun verrattuna käyttäjien osuus oli noussut 2 %-yksikköä.

Kyselyissä (Hajikhani & Cole, 2023a) yleisin vastaus kolmeen väittämään –

- Yrityksessäni on ohjeistus tekoälytyökalujen käytöstä,
- Yritykseni rohkaisee tekoälytyökalujen käyttöä ja
- Yrityksessäni tarjotaan koulutusta ja opastusta tekoälytyökalujen käyttöön –

oli kaikkiin ”täysin eri mieltä” (viisiportainen Likert-asteikko; ks. myös Aunimo ym., 2023).

Tämän voi tulkita siten, että suomalaisyrityksillä on vielä pitkä matka edessä, mitä tulee generatiivisen tekoälyn hyödyntämiseen.

Johtopäätöksiä

Jo tässä vaiheessa on selvää, että vaikka generatiivinen tekoäly on vasta ”kömpelöissä teinivuosissaan”,¹¹ sillä tulee olemaan merkittäviä sosioekonomisia vaikutuksia.

Silti ei ole lainkaan selvää, mikä on generatiivisen tekoälyn **netto**vaikutus kokonaistyöllisyyteen tai työn tuotavuuteen koko kansantalouden tasolla – ei varsinkaan Suomen kaltaisessa pienessä avotaloudessa, jossa suhteellinen asemamme teknologisten ratkaisujen tarjoajana ja soveltajana määrittää keskeisesti kansallisia vaikutuksia.

Historioitsija Melvin Kranzberg on todennut osuvasti, että ”teknologia ei ole hyvä tai paha – eikä se myöskään ole neutraali”.¹²

Tulkintamme Kranzbergin lausumasta tässä kontekstissa on: Suomessa tehtävän ihmistyön näkökulmasta generatiivisella tekoälyllä on positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia. Ihmistyön kokonaismäärän ohella vaikutukset liittyvät siihen, kenelle työ kohdistuu ja paljonko siitä saa palkkaa (tai yrittäjätuloa), jolloin teknologian tulonjakovaikutukset eivät ole neutraaleja.

Kuten tuloksemme osoittavat, vaikutukset kohdistuvat tällä kertaa toisin kuin aiempina vuosikymmeninä (ks. Acemoglun ja Restrepon (2022) keskustelu edellisen neljän vuosikymmenen vaikutuksista) – tässä murroksessa työmarkkinoiden eliitti on eniten altistuneena.

Teknologia ei ole luonnonvoima. MIT:n yliopiston professoreiden Daron Acemoglun ja Simon Johnsonin (2023) tuoreen kirjan pääviesti on, että teknologisen kehityksen suunta sekä sen hyötyjen ja haittojen jakautuminen ovat viimekädessä yhteisön tekemiä sosiaalisia ja poliittisia valintoja. Acemoglu on useissa yhteyksissä painottanut (esim. Rotman, 2023), että tekoälyn nykyinen kehityssuunta on painottunut aivan liikaa ihmistyön korvaamiseen sen täydentämisen sijaan.

Työmarkkinoiden muutoksen globaalisti johtava tutkija, MIT:n yliopiston professori David Autor, painottaa *Financial Timesin* haastattelussa (Strauss, 2023) generatiivisen tekoälyn ihmistyötä täydentävää luonnetta. Hänen näkemyksensä on, että GAI:n hyödyntäminen lisää koulutettujen tietotyöläisten kyvykkyyksiä.

Ihmistyön ja -hyvinvoinnin tulevaisuudessa on generatiivisen tekoälyn osalta itseään tasapainottava mekanismi, joka usein jää huomaamatta:

- Jos GAI tosiaan muuttaa radikaalisti ihmistyötä, olemme ainakin kollektiivisesti voittajia tuottavuusvaikutuksen ja siitä kumpuavan lisääntyvän hyvinvoinnin kautta (olettaen, että hyvinvoinnin jakautumiseen liittyvät kysymykset saadaan ratkaistua).
- Jos GAI:n vaikutukset jäävät vähäisiksi, se ei määritelmän mukaan vaikuta paljoakaan tulevaisuutemme.

Niinpä kummassa tahansa skenaariossa voimme generatiivisen tekoälyn osalta katsoa tulevaisuuteen luottavaisin mielin.

Tutkimustuloksemme eivät generatiivisen tekoälyn kontekstissa tue ihmistyön häviämisen narratiivia, joka on väistämättä – ja mielestämme turhaan – nostamassa päätään. Lisäksi ainakin jonkinasteinen ihmistyön säästäminen on toivottavaa; mm. ikääntymisen takia useat maailman maat ovat parhaillaan tilanteessa, jossa sopivalla osaamisella varustettuja tekeviä käsipareja ei ole riittävästi saatavilla.

Näyttäisi, että olemme perushavaintojemme kanssa hyvässä seurassa:

- OECD:n (2023; ks. myös Lorenz ym., 2023) mukaan generatiivisen tekoälyn vaikutus kokonaisyöllisyyteen jää epäselväksi – ja se voi lopulta olla positiivinen.¹³
- Myös YK:n alainen International Labour Organization (Gmyrek ym., 2023) katsoo, että ihmistyön täydentäminen on todennäköisempää kuin sen korvaaminen.
- Brittiläinen ekonomistipaja Capital Economics (CE, 2023) on samoilla linjoilla todetessaan, että tässä kontekstissa merkittävällä teknologisella työttömyydellä pelottelu on väärin ja että GAI:n positiivinen nettovaikutus ihmistyön määrään vaikuttaa todennäköisemmältä. Capital Economics kuitenkin painottaa, että silti generatiivinen tekoäly aiheuttaa merkittäviä työmarkkinoiden sopeuttamistarpeita.

Pidemmillä aikavälillä generatiivinen tekoäly vaikuttaa myös palkkoihin (Agrawal ym., 2023). Sen avulla laajempi joukko pystyy tekemään vaativampia työtehtäviä, jolloin näiden ihmisten tuottavuus ja hyvin mahdollisesti myös palkat nousevat. Toisaalta jo ilman tekoälyä kaikkein tuottavimmat ja parhaiten ansainneet työntekijät kohtaavat uutta kilpailua. Työmarkkinoillakin kysynnän ja tarjonnan tasapaino on keskeisimmin työn hintaa määrittävän tekijä.

Mielestämme generatiivisen tekoälyn suurin Suomen työmarkkinoihin liittyvä uhka on se, että emme ihmisenä ja organisaatioina olisi innokkaasti kokeilemassa siihen liittyviä uusia mahdollisuuksia. Vaikka aikaiseen soveltamiseen liittyy myös oppirahoja, joita myöhempien soveltajien ei tarvitse maksaa, näemme aikaisen liikkelehdön edut merkittävinä.

Sopeutumisessa muutenkin kannatettavat asiat ovat avuksi myös tässä yhteydessä:

- Avoin ja innokas suhtautuminen uusiin teknisiin mahdollisuuksiin.
- Liikkuvuus ja joustavuus työmarkkinoilla.
- Elinikäinen oppiminen työn ohessa ja muutenkin – niin nykyisissä kuin uusissakin tehtävissä.
- Ja kun oikein rytisee, niin myös sosiaalisille turvaverkoille on tarvetta.

Työmarkkinoita laajempi generatiivisen tekoälyn suurin yhteiskunnallinen uhka on se, että aidon ja synteettisen digitaalisen sisällön erottaminen on hyvää vauhtia käymässä mahdottomaksi, mikä kasvattaa valeinformaation ja kyberhyökkäyksiin liittyviä riskejä.

Viitteet

- 1 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
- 2 ”Premature regulation of artificial intelligence will only serve to reinforce the dominance of the big technology companies and stifle competition.”
- 3 OECD:n (2023) kyselyssä 63 % teollisuuden ja rahoitusalojen työntekijöistä sanoi, että tekoälyn käyttäminen lisäsi heidän työtyytyväisyytensä.
- 4 <https://www.gsam.com/content/gsam/global/en/market-insights/gsam-insights/perspectives/2023/machines-learning-generative-ai.html>
- 5 Ks. esim. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1020875717066>
- 6 <https://am.jpmorgan.com/content/dam/jpm-am-aem/global/en/insights/The%20transformative%20power%20of%20generative%20AI.pdf>
- 7 <https://www.gspublishing.com/content/research/en/reports/2023/03/27/d64e052b-0f6e-45d7-967b-d7be35fabd16.html>
- 8 Erityisesti Google on tässä yhteydessä erikoisasemassa. Jotta verkkopalvelu näkyisi verkossa, Google ohjelmistorobotti on pakko päästää nuuskimaan palvelun sisältöä.
- 9 <https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/protecting-customers-with-generative-ai-indemnification>
- 10 <https://learn.microsoft.com/en-us/office365/service-descriptions/office-365-platform-service-description/microsoft-365-copilot>
- 11 Sonya Huang ja Pat Grady toteavat maailman johtavan pääomasijoitusyhtiön Sequia Capitalin artikkelissa 20.9.2023 seuraavasti: ”Generative AI is still in its “awkward teenage years.” There are glimpses of brilliance, and when the products fall short of expectations...” <https://www.sequoiacap.com/article/generative-ai-act-two/>
- 12 ”Technology is neither good nor bad; nor is it neutral”, https://en.wikipedia.org/wiki/Melvin_Kranzberg
- 13 World Economic Forum (WEF 2023) kyselyssä 50 % globaaleista työntekijöistä katsoi, että tekoälyn hyödyntäminen lisää työllisyyttä, ja 25 % katsoi, että sen hyödyntäminen vähentää työllisyyttä.

Kirjallisuus

Acemoglu, D. & Johnson, S. (2023). *Power and Progress: Our Thousand-year Struggle Over Technology and Prosperity*. PublicAffairs. <https://www.hachettebookgroup.com/titles/daron-acemoglu/power-and-progress/9781668626405/>

Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2022). Tasks, Automation, and the Rise in U.S. Wage Inequality. *Econometrica*, 90(5), 1973–2016. <https://doi.org/10.3982/ECTA19815>

Agrawal, A. K., Gans, J. S. & Goldfarb, A. (2023). The Turing Transformation: Artificial Intelligence, Intelligence Augmentation, and Skill Premiums. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, No. 31767. <https://doi.org/10.3386/w31767>

Agrawal, A., Gans, J. & Goldfarb, A. (2022). ChatGPT and How AI Disrupts Industries. *Harvard Business Review*, Dec. 12. <https://hbr.org/2022/12/chatgpt-and-how-ai-disrupts-industries>

Aunimo, L., Kauttonen, J., Lahtinen, A., Lagstedt, A. & Alamäki, A. (2023). Factors Affecting the Adoption of AI by Organizations – From the Perspective of Knowledge Workers. In L. M. Camarinha-Matos, X. Boucher, & A. Ortiz, *Collaborative Networks in Digitalization and Society 5.0* Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42622-3_33

Brynjolfsson, E., Li, D. & Raymond, L. R. (2023). Generative AI at Work. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, No. 31161. <https://doi.org/10.3386/w31161>

CE (2023). *AI, Economies and Markets – How artificial intelligence will transform the global economy*. <https://www.capitaleconomics.com/ai-economies-and-markets-how-artificial-intelligence-will-transform-global-economy>

Choi, J. H. & Schwarcz, D. B. (2023). AI Assistance in Legal Analysis: An Empirical Study. *SSRN Electronic Journal*, 4539836. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4539836>

Damioli, G., Van Roy, V., Vertesy, D. & Vivarelli, M. (2023). AI technologies and employment: micro evidence from the supply side. *Applied Economics Letters*, 30(6), 816–821. <https://doi.org/10.1080/13504851.2021.2024129>

Dell’Acqua, F., McFowland III, E., Mollick, E., Lifshitz-Assaf, H., Kellogg, K. C., Rajendran, S., Kraymer, L., Candelon, F. & Lakhani, K. R. (2023). Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Papers*, 24-013. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4573321>

Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P. & Rock, D. (2023). GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models. *ArXiv*, 2303.10130([v4] Thu, 23 Mar 2023 21:54:09 UTC). <https://arxiv.org/abs/2303.10130>

Gaube, S., Suresh, H., Raue, M., Lermer, E., Koch, T. K., Hudecek, M. F. C., Ackery, A. D., Grover, S. C., Coughlin, J. F., Frey, D., Kitamura, F. C., Ghassemi, M. & Colak, E. (2023). Non-task expert physicians benefit from correct explainable AI advice when reviewing X-rays. *Sci Rep*, 13(1), 1383. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28633-w>

Girotra, K., Meincke, L., Terwiesch, C. & Ulrich, K. T. (2023). Ideas are Dimes a Dozen: Large Language Models for Idea Generation in Innovation. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4526071>

Gmyrek, P., Berg, J. & Bescond, D. (2023). Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality. *ILO Working Papers*, 96. <https://doi.org/10.54394/FHEM8239>

Goldfarb, A., Taska, B. & Teodoridis, F. (2023). Could machine learning be a general purpose technology? A comparison of emerging technologies using data from online job postings. *Research Policy*, 52(1), 104653. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104653>

Hajikhani, A. & Cole, C. (2023a). Use of AI Tools and Its Impact on the Future of Work. *TEK survey report by VTT*. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/2023-10/TEK-survey-report-2023-20102023_0.pdf

Hajikhani, A. & Cole, C. (2023b). Eight findings on how generative AI is perceived in the Finnish workforce. *VTT blog post, October 20*. <https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/eight-findings-how-generative-ai-perceived-finnish-workforce>

Haslberger, M., Gingrich, J. & Bhatia, J. (2023). No Great Equalizer: Experimental Evidence on AI in the UK Labor Market. *researchgate.net*. https://www.researchgate.net/profile/Matthias-Haslberger-2/publication/374581668_No_Great_Equalizer_Experimental_Evidence_on_AI_in_the_UK_Labor_Market/links/65255aa8b32c91681fb2dbfb/No-Great-Equalizer-Experimental-Evidence-on-AI-in-the-UK-Labor-Market.pdf

Lorenz, P., Perset, K. & Berryhill, J. (2023). Initial policy considerations for generative artificial intelligence. *OECD Artificial Intelligence Papers, 1* (DSTI/CDEP/AIGO/RD(2023)5/FINAL). <https://doi.org/10.1787/dee339a8-en>

Noy, S. & Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. *Science*, 381(6654), 187–192. <https://doi.org/doi:10.1126/science.adh2586>

OECD (2023). *OECD Employment Outlook 2023*. <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>

Ojanperä, T. (2023). *Tekoälyn vallankumous: Käsikirja*. Alma Talent Oy. <https://shop.almatalent.fi/sivu/tuote/tekoalyn-vallankumous/4964779>

Peng, S., Kalliamvakou, E., Cihon, P. & Demirer, M. (2023). The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot. *ArXiv*, 2302.06590 ([v1] Mon, 13 Feb 2023 18:42:46 UTC). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.06590>

Rotman, D. (2023, March 25). ChatGPT is about to revolutionize the economy. We need to decide what that looks like. *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.com/2023/03/25/1070275/chatgpt-revolutionize-economy-decide-what-looks-like/>

Schick, T., Dwivedi-Yu, J., Dessì, R., Raileanu, R., Lomeli, M., Zettlemoyer, L., Cancedda, N. & Scialom, T. (2023). GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models. *ArXiv*, 2302.04761 ([v1] Thu, 9 Feb 2023 16:49:57 UTC). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.04761>

Strauss, D. (2023, August 10). David Autor: ‘We have a real design choice about how we deploy AI’. *The Financial Times*. <https://www.ft.com/content/9c087da3-63d2-4d73-97dc-023025b529aa>

Thornhill, J. (2023, October 19). AI will never threaten humans, says top Meta scientist. *The Financial Times*. <https://www.ft.com/content/30fa44a1-7623-499f-93b0-81e26e-22f2a6>

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A., Kaiser, L. & Polosukhin, I. (2017). Attention Is All You Need. *ArXiv*, 1706.03762 ([v7] Wed, 2 Aug 2023 00:41:18 UTC). <https://arxiv.org/abs/1706.03762v7>

VM (2023). Tuottavuuslautakunta: Osaavat ihmiset tekevät tuottavuuden. *Valtiovarainministeriön julkaisuja*, 71. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165199>

WEF (2023). *The Future of Jobs Report*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/>

Wiles, E., Munyikwa, Z. T. & Horton, J. J. (2023). Algorithmic Writing Assistance on Jobseekers’ Resumes Increases Hires. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, No. 30886. <https://doi.org/10.3386/w30886>

ETLA



Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

ETLA Economic Research

ISSN-L 2323-2463
ISSN 2323-2463

Kustantaja: Taloustieto Oy

Puh. 09-609 900
www.etla.fi
etunimi.sukunimi@etla.fi

Arkadiankatu 23 B
00100 Helsinki
