



# Tuottoa ja tehokkuutta Suomeen tekoälyllä

## Yhteenveto

Tekoälyn hyödyntäminen muuttaa huomattavasti yhteiskunnan toimintaa ja taloutta. Lähivuosina suurin vaikutus talouteen ja ihmisten arkeen tulee rutiininomaisten tiedonkäsittelytehtävien automaatiosta. Työtehtävien sisällöt muuttuvat, ja syntyy uusia ammatteja ja toimenkuvia. Tekoälyyn liittyy myös eettisiä kysymyksiä, kun päätöksenteko siirtyy osittain ihmiseltä koneelle.

VTT ehdottaa seuraavia toimenpiteitä, jotta varmistetaan Suomen menestys tulevassa kehityksessä:

- Käydään kansalaiskeskustelu tekoälyn ja automaation vaikutuksista kansalaisten arkeen, työelämään ja yhteiskuntaan.
- Hyödynnetään tekoälyä vahvoilla alueillamme.
- Asetetaan yritysvetoisille innovaatio- ja ekosysteemihankkeille kunnianhimoiset tavoitteet ja tulosvastuu.
- Pidetään maailmalla menestyvien yritysten omistajuus ja arvontuotto Suomessa.
- Ei rajoiteta kokeiluja ja käyttöönottoa enempää kuin on välttämätöntä kansalaisten turvallisuuden ja oikeuksien kannalta.
- Opitaan oppimaan.

## Tekoäly muuttaa maailmaa

Tekoäly voittaa ihmisen lautapeleissä ja visailuissa, ajaa autoa, tulkitsee röntgenkuvia ja diagnosoi potilaita. Näistä saavutuksista on uutisoitu näyttävästi. Uskomme kuitenkin, että suurempi vaikutus talouteen ja ihmisten arkeen tulee lähivuosina rutiininomaisten tiedonkäsittelytehtävien automaatiosta. Kattavien selvitysten mukaan 25–40 % työstä voitaisiin alasta riippuen tehdä jo nyt automaattisesti tekoälyn avulla. Tässä on huikea potentiaali kasvattaa tuottavuutta ja samalla vapauttaa esimerkiksi terveydenhuollon henkilökuntaa potilastyöhön.

Tekoälyn mahdollisuudet on luonnollisesti oivallettu markkinoilla – onhan alan tutkimus alkanut jo kuusi vuosikymmentä sitten. Viime aikoina yritysajat ovat sijoittaneet tutkimukseen ja kehitykseen sekä ostaneet tekoäly-yrityksiä kiihtyvällä tahdilla ja suurilla summilla. Esimerkiksi Intel maksoi 15 miljardia dollaria israelilaisesta älykkäitä näköjärjestelmiä autoihin kehittävästä Mobileye-yrityksestä. On selvää, että myös Alibaban, Amazonin, Alphabetin, Applen ja Facebookin kaltaiset yritykset pyrkivät keräämään suurimman hyödyn tekoälyn tuottamasta lisäarvosta. Tämä on haaste Suomen kansantaloudelle: miten saamme osamme tekoäly-yritysten tuottamasta arvonnalisästä?

Tekoälyyn liittyy myös monia eettisiä kysymyksiä, kun päätöksenteko siirtyy osittain ihmiseltä koneelle. Työtehtävien sisällöt muuttuvat, ja syntyy uusia ammatteja ja toimenkuvia, kun ihmiset työskentelevät tekoälyn rinnalla.

Tekoälyn ja automaation aiheuttamaa muutosta voi verrata maatalouden murrokseen 1950-luvulta alkaen. Murros ei tapahtunut hetkessä, mutta se muutti yhteiskuntaa ja arkielämää perusteellisesti. Vaikka muutos aiheutti ajoittain mittavaa työttömyyttä, uudet ammatit ja työt tarjosivat lopulta ihmisille paremman elintason.

---

## Tekoälyn ja automaation aiheuttama muutos muistuttaa vaikutuksiltaan ja kestoiltaan maatalouden koneellistumista 50-luvulta tähän päivään.

---

Nyt on siis oikea aika arvioida tilanne Suomen näkökulmasta, päättää millä alueilla olemme vahvoja ja missä ovat suomalaisten yritysten ja yhteiskunnan parhaat mahdollisuudet hyödyntää tekoälyn tuomia mahdollisuuksia. On myös varauduttava vaikutuksiin työpaikoilla, tulonjaossa ja muilla yhteiskunnan aloilla. Haluamme tuoda keskusteluun VTT:n näkökulman ja joukon toimenpide-ehdotuksia.

## Mitä tekoäly on ja miten sitä hyödynnetään?

***Tekoälyn avulla koneet, laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja palvelut voivat toimia tehtävän ja tilanteen mukaisesti järkevällä tavalla.***

Alan johtavat tutkijat, Nils J. Nilsson, Stuart Russel ja Peter Norvig, korostavat määritelmässään tekoälyn toiminnallisia ominaisuuksia. Heitä mukaillen voimme käyttää yllä olevaa määritelmää. Se on tarkoituksellisesti väljä, sillä tekoäly pakenee koko ajan määrittelyä: kun tutkimus tuottaa teknologisen ratkaisun johonkin tarpeeseen, sitä ei enää pidetä tekoälynä. Tämän paradoksin (AI effect, odd paradox) havainnollistaa seuraava lause:

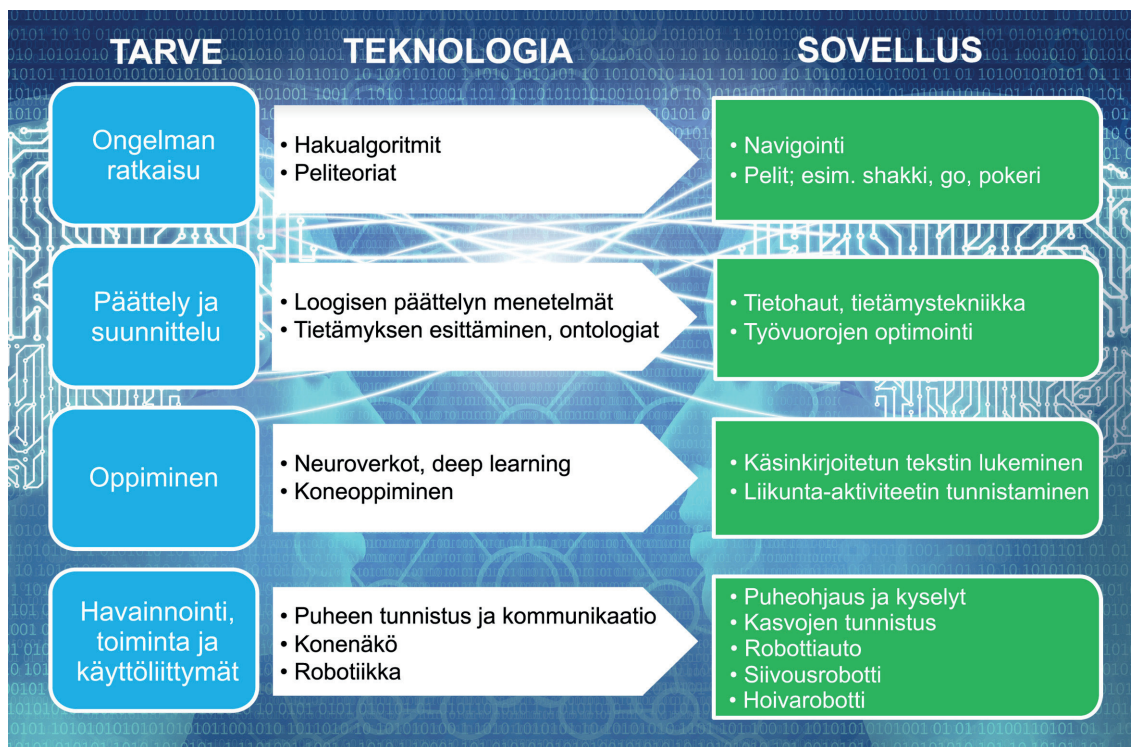
***”Tekoäly on sitä, mitä ei vielä pystytä ohjelmoimaan tietokoneelle.”***

Esimerkkejä ratkaisuista ja teknologioista, joissa tekoälyn paradoksi on toteutunut, ovat konenäkö, erityisesti kasvojen tunnistus, autonomiset ajoneuvot, puheen automaattinen muuttaminen tekstiksi, automaattinen kielenkääntäminen ja tietokoneen voitto shakissa. Viimeaikaisissa tekoälyn näyttävissä saavutuksissa ei ole niinkään ollut kysymys uusista nerokkaista algoritmeista, vaan siitä, että jo aiemmin kehitetyillä algoritmeilla on ensimmäistä kertaa käytettävissä tarpeeksi dataa (ns. big data) ja laskentatehoa (yhä nopeammat prosessorit). Kaikissa näissä esimerkeissä on kyse ns. kapeasta

tekoälystä, jossa kone toimii älykkäältä vaikuttavalla tavalla rajatussa tehtävässä. (Käsitteet kapea, vahva ja super-tekoäly avataan tekstin lopussa olevassa tietoruuksessa.)

## Tekoälyn nykyinen menestys perustuu suuren datamäärän, laskentatehon ja algoritmien yhdistämiseen.

Tekoäly koostuu joukosta teknologioita, joiden avulla koneet voivat havainnoida ympäristöään, oppia, päätellä loogisesti ja ennakoida, siis toimia älykkäältä vaikuttavalla tavalla. Keskeiset tekoälyteknologiat ja hyödyntämisesimerkit on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Tekoälyteknologiat ja sovellusesimerkkejä.

## Tekoäly tuottaa arvoa yhteiskunnalle

Aiemmin automaation vaikutukset ovat tuntuneet eniten teollisuudessa. Tekoälyn ansiosta teollisuuden tuottavuus on parantunut jo useita vuosikymmeniä ja helposti automatisoitavat tehtävät on automatisoitu. Tulevaisuudessa tekoälyn rooli teollisuudessa tulee olemaan yhä enemmän päätöksenteon tukena. Teollisuuden raaka-aineiden ja prosessien monimutkaistuessa ja kestävä kehityksen vaatimusten kiristytessä tekoälyllä voi olla merkittävä rooli teollisen tuotannon suunnittelun ja toimitusketjun hallinnan tukena. Älykäs ja resurssiviisas teollisuus on tulevaisuudessa yksi tärkeimmistä kestävä yhteiskunnan edellytyksistä.

Palvelualat tulevat muuttumaan teollisuutta voimakkaammin, kun tekoälyn soveltaminen tuo automaation vahvemmin mukaan palvelu- ja tietotyöhön. Erityisesti rutiininomainen, selkeiden ohjeiden mukaisesti hallitussa ympäristössä suoritettava palvelu- ja tietotyö on suhteellisen helposti automatisoitavissa. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi tavanomainen asiakasneuvonta, lainapäätökset, etuuskäsittely ja sijoitusneuvonta. Perinteisestä teollisuusautomaatiosta tämä poikkeaa siinä, että automaatio tehdään aineettomalla ohjelmistolla ja siksi uuden automaatiotoimituksen lisähinta on sen toimittajalle hyvin pieni. Liiketoiminta on siis äärettömän skaalautuvaa.

---

## Tietotyön automaatio tehdään ohjelmistolla, ja se on siksi äärettömän skaalautuvaa; se ei vaadi investointeja fyysisiin laitteisiin, kuten työstökoneisiin tai robotteihin.

---

Tekoälyn siivittäjä automaatio voi vaikuttaa taloudellisen arvon luontiin kahta kautta. Ensimmäinen vaikutus on ilmeinen: tuottavuus kasvaa merkittävästi, mikä antaa tilaa kansantuotteen kasvulle, vaikka työikäisen väestön määrä esimerkiksi Suomessa vähenee. Toinen vaikutus ei ole ehkä niin ilmeinen: yritykset, jotka toimittavat palvelu- ja tietotyön automaatiotratkaisut, voivat kerätä tuottamansa suuren hyödyn vuoksi huikeat tulot. Koska tällaisten yritysten kulut eivät juuri kasva toimitusten määrän kasvaessa, niiden asema jatkaa vahvistumista. Näin voidaan päätyä kullakin alalla yhden tai muutaman toimittajan valta-asemaan.

Molemmat kehityskulut vaikuttavat arvonluontiin ja edelleen työtulojen ja voittojen muodostumiseen sekä julkisen vallan keräämien verojen lähteisiin.

## Miten Suomi voi hyötyä tekoälystä?

### Suomen vahvuudet ja mahdollisuudet

Suomalaiset hyväksyvät yleensä teknologisen kehityksen, ja otamme uusia työkaluja käyttöön mielellään, kunhan meille on niistä hyötyä. Tekoäly ei tule elämäämme yllättäen vaan vaiheittain käytössämme jo olevien työkalujen ja sovellusten kautta. Tekoälyn menestys riippuu siitä, **millaista lisäarvoa se tuo elämäämme**. Tekoälyn ratkaisujen odotetaan esimerkiksi helpottavan työtehtäviä, ennustavan paremmin terveydentilaamme, hoitavan vaarallisia ja rutiininomaisia työtehtäviä ja tuovan iloa elämäämme uusien sosiaalisen median sovellusten ja viihteen kautta.

Suomen vahvuudet tekoälyn hyödyntämisessä ovat keskimäärin hyvä koulutustaso, kyky soveltaa uusia teknologioita nopeasti sekä valmiudet yhteistyöhön yritysten ja tutkimuksen kesken. Myös asenneilmapiiri on avoin uudelle teknologialle, ja lainsäädäntö ja viranomaiset suhtautuvat tekoälyyn perustuvan automaation käyttöön myönteisesti, esimerkiksi liikenteessä. Konsulttiyritys Accenturen mukaan Suomi onkin Ruotsin ja Yhdysvaltojen ohella tekoälykehityksen todennäköisimpiä menestyjiä.

Tekoälyn menetelmien kehittämisessä ja korkeimman tason opetuksessa Suomi on verrokkimaiden tasolla, mutta toistaiseksi tutkimus- ja kehityspanostukset ovat hajallaan, eikä tekoälyn menetelmien tutkimiseen tai soveltamiseen ole vielä kansallisella tasolla panostettu. Yritysten näkökulmasta haasteena on ammattilaisten ja riskirahan saatavuus.

### Mihin Suomen kannattaa panostaa?

On syytä pitää mielessä, että tekoälyteknologioiden kehittäminen ja hyödyntäminen on erittäin kansainvälistä toimintaa. Monista vahvuuksista huolimatta Suomen resurssit **tekoälyn kehittämisessä** ovat rajalliset, alle puoli prosenttia koko maailman panostuksista. Siksi ne kannattaa keskittää aloille, joilla maassamme on vahvat lähtökohdat ja joissa meillä on kilpailuetua.

**Tekoälyn soveltamisessa ja hyödyntämisessä** Suomi ”insinöörikanavana” on erittäin hyvässä asemassa. Uusien teknologioiden hyödyntämiseen on hyvät edellytykset teknologiayhteisen asenneilmapiirin ja hyvän koulutustason ansiosta. Jos vielä lainsäädäntö ja yleiset asenteet ovat valmiita tekoälyn hyödyntämiseen, Suomi on etulyöntiasemassa. Tämä edellyttää avointa keskustelua ja tekoälyn käytön sosiaalista hyväksyntää.

## Toimenpiteet

Ehdotamme joukkoa toimenpiteitä, joiden avulla Suomi pääsee hyödyntämään tekoälyn ja automaation mahdollisuuksia ja toisaalta varautuu niiden lisääntyvän käytön tuomiin muutoksiin. **Merkittävä osa muutoksista tapahtuu ilman julkisen vallan aktiivista toimintaa, kunhan muutokset vain sallitaan.** Erityisesti palvelualoilla ja tietotyössä tekoälyn hyödyntäminen tapahtuu liiketoiminnan ajamana. Julkisissa palveluissa säästö- ja suoritetavoitteet ajavat samaan suuntaan. **Joihinkin kehityskuluihin on kuitenkin syytä puuttua kansallisin toimin, jotta Suomi olisi murroksessa voittaja.**

Olemme jaotelleet ehdotukset ryhmiin niiden kohteen mukaisesti.

## Yhteiskunta ja työelämä: herätetään Suomi – ollaan valmiina uuteen

Käydään kansalaiskeskustelua tekoälyn ja automaation vaikutuksista kansalaisten arkeen, työelämään ja yhteiskuntaan. Havainnollistetaan vaikutuksia ja tehdään niistä kansantajuisia. Muistetaan, että tekoälyn on tarkoitus parantaa ihmisten elämää ja muutos tapahtuu vaiheittain pitkähkön ajan kuluessa. Etsitään malleja, joilla kansalaiset osallistuvat ja antavat panoksensa yhteiskunnassa uudenlaisten töiden ja työpaikkojen syntyessä sekä toisaalta palkkatyön määrän ja merkityksen mahdollisesti vähentyessä. Valmistaudutaan työn jakamiseen sekä erilaisiin uusiin osallistumisen muotoihin, esimerkiksi perustulon avulla. Työtuloihin liittyvien maksujen ja verojen roolia tulee miettiä. Käydään keskustelua ihmisen ja tekoälyn välisestä työnjaosta ja ehkäistään kehitystä, jossa ihmiset tekevät algoritmisoitua työtä koneiden apuna. Tuetaan uudentyypisen työn ja uusien ammattien syntymistä kehitystä mahdollistavalla sääntelyllä.

## Tutkimus, kehitys ja innovaatiot: tulosvastuullisuus ja fokusointi tuovat kasvua

**Suomen kannattaa panostaa tekoälyn hyödyntämiseen vahvoilla alueillamme ja hyödyntää teknologian nopean soveltamisen ja yhdistämisen osaamistamme.** Tutkimus- ja talousresurssien pienuutta voidaan kompensoida kohdistamisella. Potentiaalisia aloja ovat palveluliiketoiminta (esim. ohjelmistoteollisuus, julkiset palvelut), prosessiteollisuus ja prosessiautomaatio, työkoneet ja laivat, tietoliikenne, terveydenhoito, hyvinvointi- ja urheiluteknologia, metsävarantojen hyödyntäminen ja puolustusteknologia (kansallinen turvallisuusintressi).

**Asetetaan valituilla aloilla yritysveloille innovaatio- ja ekosysteemihankkeille kunnianhimoiset tavoitteet ja tulosvastuu** – niiden tulee olla kasvun moottoreita. Veturiyritykselle tai ekosysteemille rahoitus on ehdollista – onnistuminen palkitaan esimerkiksi merkittävällä pilot-tilauksella (innovatiivisen hankinnan keinot). Hankkeissa tutkimusosapuolet ovat vastuullisia toimittajia ja osallistujayritykset kehittävät itselleen liiketoiminnan osana ekosysteemiä.

**Pidetään maailmalla menestyvien yritysten omistajuus ja arvontuotto Suomessa.** Tekoälyyn pohjaavia ratkaisuja tarjoavat yritykset ovat tulevaisuuden rahasampoja. Innovaatiot on suojattava patentein. Ohjataan valtion sijoitusyhtiöitä ja kannustetaan eläkeyhtiöitä sijoittamaan kasvaviin tekoälyfirmoihin ja pitämään siten tuleva arvontuotto Suomessa!

---

## Pidetään maailmalla menestyvien yritysten omistajuus ja arvontuotto Suomessa!

---

## Lainsäädäntö ja sääntely: yrityksille kasvun edellytykset, kansalaisille turva

Lainsäädännön ja ohjeistuksen avulla tulee määritellä tekoälyn soveltamiseen liittyvät vastuukysymykset, lupakäytännöt ja muut reunaehdot niin, että **kokeiluja ja käyttöönottoa ei rajoiteta enempää on välttämätöntä kuin kansalaisten turvallisuuden ja oikeuksien kannalta.**

Joillain alueilla Suomi voi profiloitua pilotointi- ja testausympäristönä.

## Yritykset: rohkeutta, yhteistyötä ja investointeja Suomeen

Yritysten tulee ottaa rohkeasti käyttöön tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia parantaakseen kilpailukykyä ja tehokkuutta. Toiminnan tulee olla kokonaisvaltaista ja lähteä siitä, että yritysten kokonaisarkkitehtuuri ja siihen liittyvä tietoarkkitehtuuri suunnitellaan jo alun perin tiedon automaattista käyttöä varten.

**Panostetaan sijoitusyhtiöiden riski- ja sijoitusrahaa rohkeasti tekoäly-yrityksiin.** Isompien yritysten kannattaa tukea pilot-hankinnoilla Suomessa toimivia teknologiayrityksiä, koska ne vastaavat asiakkaan tarpeeseen joustavasti. Suomalaisen yritysten on tuotettava tehokkaammin tekoälyyn liittyviä keksintöjä ja suojattava ne, koska IPR on keskeinen kilpailutekijä.

## Koulutus ja tutkimus: jatkuva oppiminen

**Nuorille tärkeintä on "oppia oppimaan",** koska taitoja ja osaamisia on päivitettävä ja uudistettava elämän aikana. Peruskoulussa ja toisen asteen kouluissa tulee panostaa erityisesti matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin ja niihin liittyviin taitoihin, koska näiden merkitys kasvaa. Samalla koulutuksessa tulee antaa valmiuksia ymmärtää tekoälyn vaikutus jokapäiväiseen elämään. Yliopistoissa ja ammattikorkeakouluissa tekoälyn soveltaminen tulee huomioida niin tekniikassa, liiketaloudessa kuin monipuolisissa poikkitieteellisissä ohjelmissakin, mukaan lukien täydennyskoulutus. Tekoälyn tutkimus keskitetään valittuihin yliopistoihin, joissa on tekoälyyn liittyvät koulutusohjelmat. Tämä edellyttää uusia professuureja.

## Tiekartta: Suomi luo arvoa tekoälyllä

Tiekartta kiteyttää toimenpide-ehdotukset.



Kuva 2. Tiekartta: Suomi luo arvoa tekoälyllä.

---

## Tekoälyyn liittyvät eettisiä kysymyksiä

Tekoälyn ja automaation tuoman arvon lisän jakaminen on merkittävä yhteiskunnallinen ja eettinen kysymys. Mikä on tulevaisuudessa kansalaisen asema, jos hänen merkityksensä työntekijänä vähenee? Miten turvataan toimeentulo ja osallisuus yhteiskunnassa?

Kuka kantaa vastuun mahdollisista virheistä, jotka tekoälyä käyttävä diagnostiikkasovellus, autonominen auto, hallinnollinen tai oikeudellinen ohjelmistorutiini tekee? Onko vastuu ja korvausvelvollisuus tekoälyn toimittaneella yrityksellä, ohjelmoijalla tai ratkaisua käyttävällä organisaatiolla tai sen työntekijällä? Entä jos algoritmi oppii esimerkeistä ja toistaa huonoja käytäntöjä?

Tekoälyn sotilaalliset sovellukset tuovat eettiseen pohdintaan vaikeita haasteita. Pitäisikö autonomiset aseet tai ”soturirobotit” kieltää? Entä miten estämme edistyneen tekniikan soveltamisen tuhoavasti – lienee vain ajan kysymys, milloin rikolliset tai terroristit käyttävät nelikopteria vakavan rikoksen välineenä.

Nämä ja muut eettiset kysymykset tulee nostaa kansalaiskeskusteluun.

---

---

## Vahva tekoäly on vielä kaukana

Tieteiselokuvat, futuristit ja nyt myös merkittävät tiedemiehet ja yritysjohtajat ovat ennakoineet ja myös varoittaneet tulevaisuuden maailmasta, jossa oman tietoisuuden ja tahdon omaava tekoäly nousee ihmisen yläpuolelle. Ensi näkemältä voikin vaikuttaa siltä, että tekoälyn nopea kehitys vie tähän suuntaan. Tämä on pitkälti näköharha; nykyiset tekoälyn saavutukset ovat kaikki ns. **kapean tekoälyn** (narrow AI, weak AI) tuloksia. Kapea tekoäly siis toimii hyvin rajoitetussa tehtävässä, esimerkiksi tietyssä pelissä tai tietyn sairauden diagnosoinnissa, mutta sillä ei ole omaa tietoisuutta, tahtoa eikä ymmärrystä oman alansa ulkopuolella.

Laajan ymmärryksen ja ihmisen kaltaisen tietoisuuden omaava ns. **vahva tekoäly** tuntuu edelleen pakenevan tutkijoiden pyrkimyksiä. Tähän liittyy paradoksi: kun jotain asiaa ei vielä pystytä tietokoneiden ja ohjelmistojen avulla tekemään ja sen saavuttaminen tuntuu lähes mahdottomalta, sen toteuttamisen arvellaan vaativan tekoälyä. Kun asia on toteutettu, kyseessä ei olekaan enää ”tekoäly” vaan toteutus onkin kokoelma tilastollisia ja muita – yleensä jo vuosikymmeniä tunnettuja – menetelmiä ja algoritmeja. Ajatellaanpa vaikka Googlen hakukoneen kaltaista palvelua 1980-luvun alun perspektiivistä tai hyvin toimivaa puheentunnistusta. 30 vuotta sitten nämä palvelut näyttivät vaativan todellista tekoälyä, mutta niiden takana onkin PageRank-algoritmi ja sen uudet versiot, tilastotiedettä ja valtavasti kasvanut tiedonsiirto ja -käsittelykapasiteetti.

Rohkeimmissa visioissa puhutaan ”**super-tekoälystä**”, jolloin älykkäät koneet ohittavat ihmisen kyvykkyyden kaikissa suhteissa, kasvattavat älyään eksponentiaalisesti ja ottavat vallan – hyvässä tai pahassa. Tällaisen vision puolestapuhujat uskovat, että laskentakapasiteetin kasvu johtaa tähän tilanteeseen väajäämättä. Epäilijät näkevät, että muutos vaatii myös laadullista hyppäystä tekoälyn kehityksessä, mahdollisesti yhdistettynä neurobiologian edistysaskeliin.

---

## Kirjoittajat

Heikki Ailisto, tekniikan tohtori, dosentti, tutkimusprofessori, tekoälyn käyttö ja menetelmät

Heli Helaakoski, tekniikan tohtori, johtava tutkija, tekoäly ja teollinen hyödyntäminen

Mikko Dufva, tekniikan tohtori, tutkija, ennakointi ja työn murros

Tuomo Tuikka, filosofian tohtori, tutkimuspäällikkö, tietojärjestelmät ja data-analytiikka

Kiitokset yli 70:lle VTT:n eri alueiden asiantuntijalle, jotka antoivat panoksensa työhön haastatteluissa ja työpajoissa. Erytiskiitos yritysten edustajille, jotka toivat arvokkaan näkökulman tähän puheenvuoroon. Kiitokset Anne-Christine Ritschkoffille, Kalle Kantolalle, Leena Sarvarannalle ja Arto Maaniselle työn ohjaamisesta ja kommentoinnista.

## Yhteydenotot

Heikki Ailisto  
Puh. 040 555 0726  
heikki.ailisto@vtt.fi

## Valoisa tulevaisuus luodaan tieteeseen perustuvilla innovaatioilla

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on yksi Pohjoismaiden johtavista T&K&I-organisaatioista.

Tuotamme soveltavaan tutkimukseen pohjautuvia asiantuntijapalveluja kotimaisille ja kansainvälisille asiakkaillemme ja kumppaneillemme, liike-elämälle ja julkiselle sektorille.

Luomme vaikuttavuutta tieteellisellä ja teknologisella huippuosaamisella ja autamme yrityksiä kasvamaan ja yhteiskuntaa menestymään.

---

### TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

Vuorimiehentie 3, Espoo  
PL 1000, 02044 VTT  
Puh. 020 722 111  
www.vtt.fi

