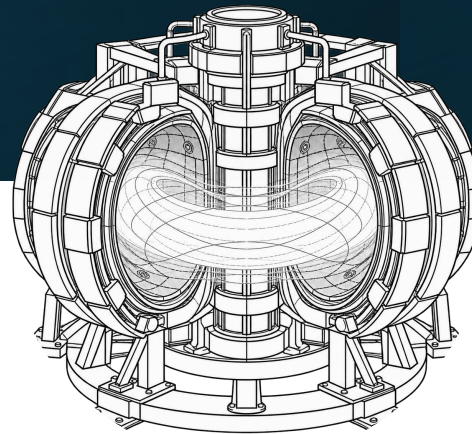
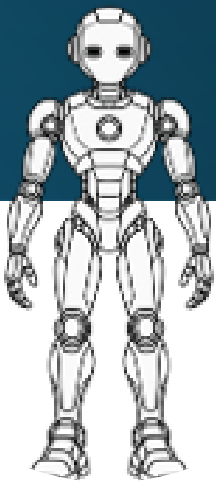


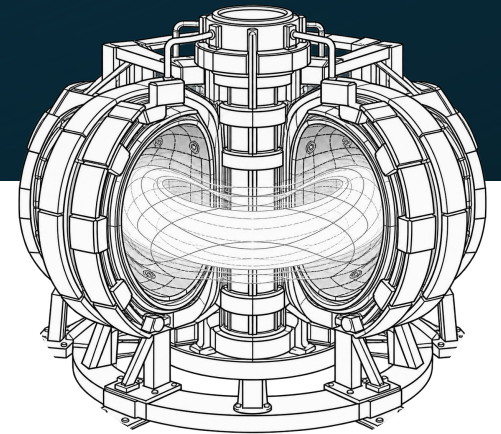
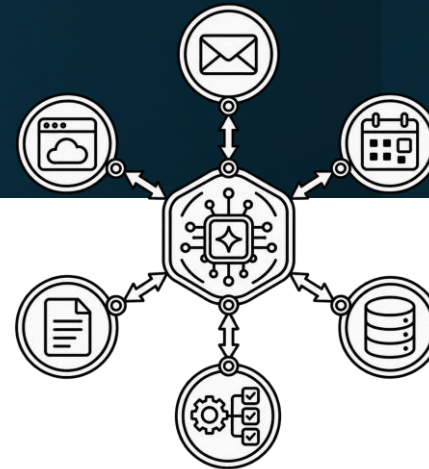
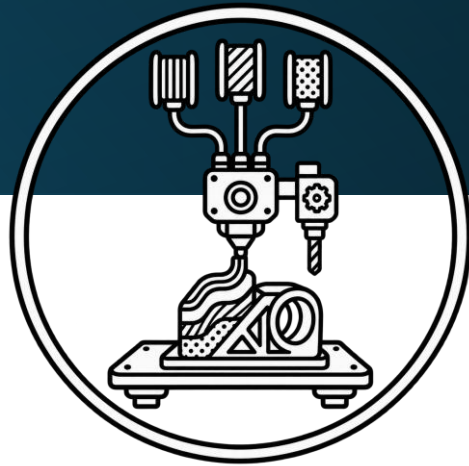
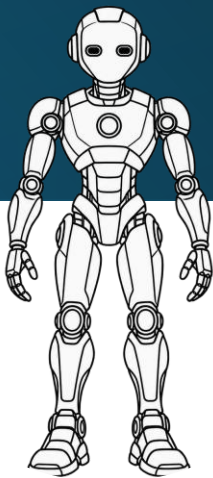
Humanoidirobotit ja muut radikaalit teknologiat

Maria Höyssä, erikoistutkija, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, tulevaisuusvaliokunnan pysyvä asiantuntija
Ennakointifoorumi ke 19.8.2026



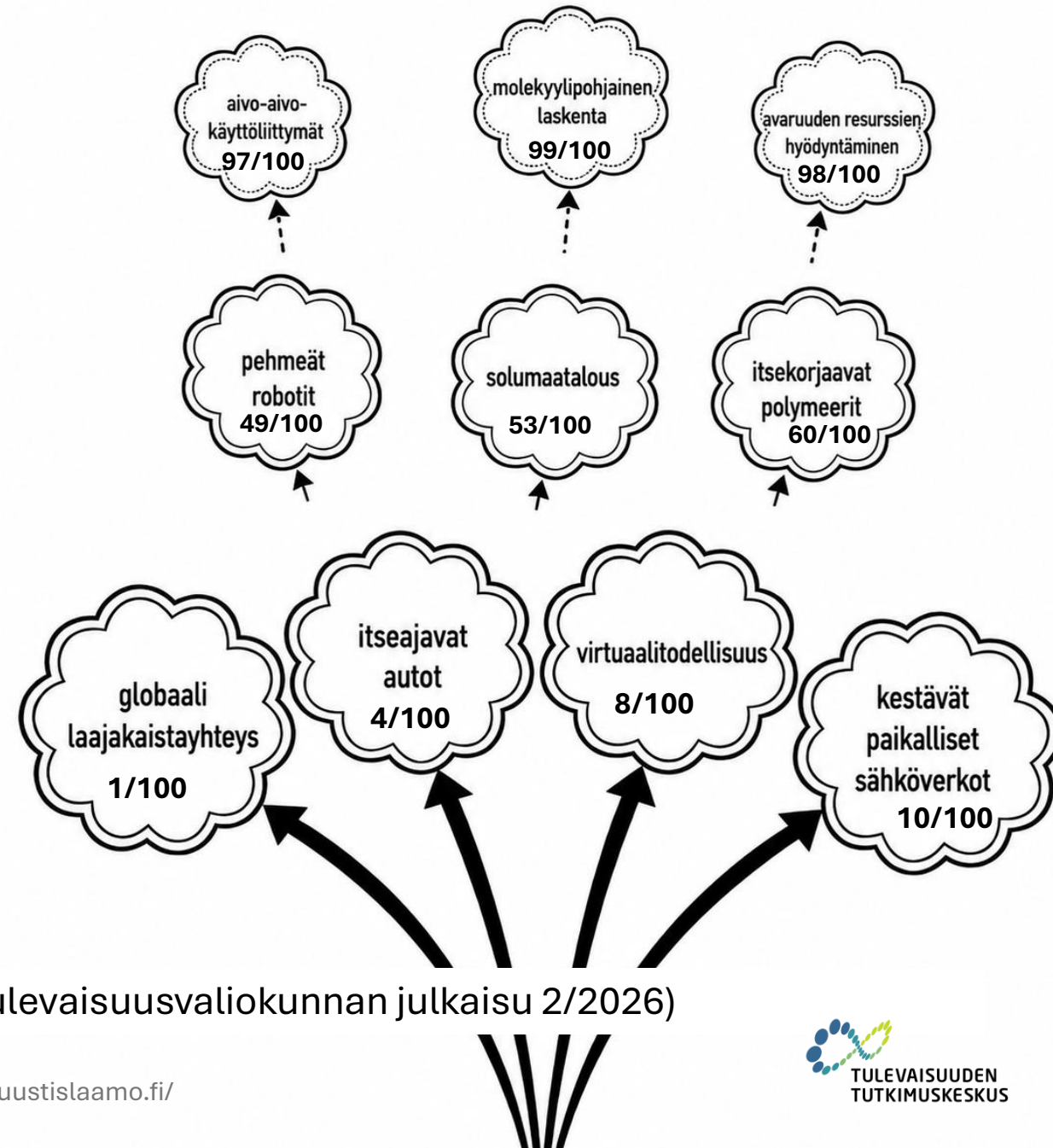
Kuvitus: Esityksen viivapiirustukset on laadittu tekoälyllä

Entä jos seuraava työelämän murros ei ole tekoälymurros?



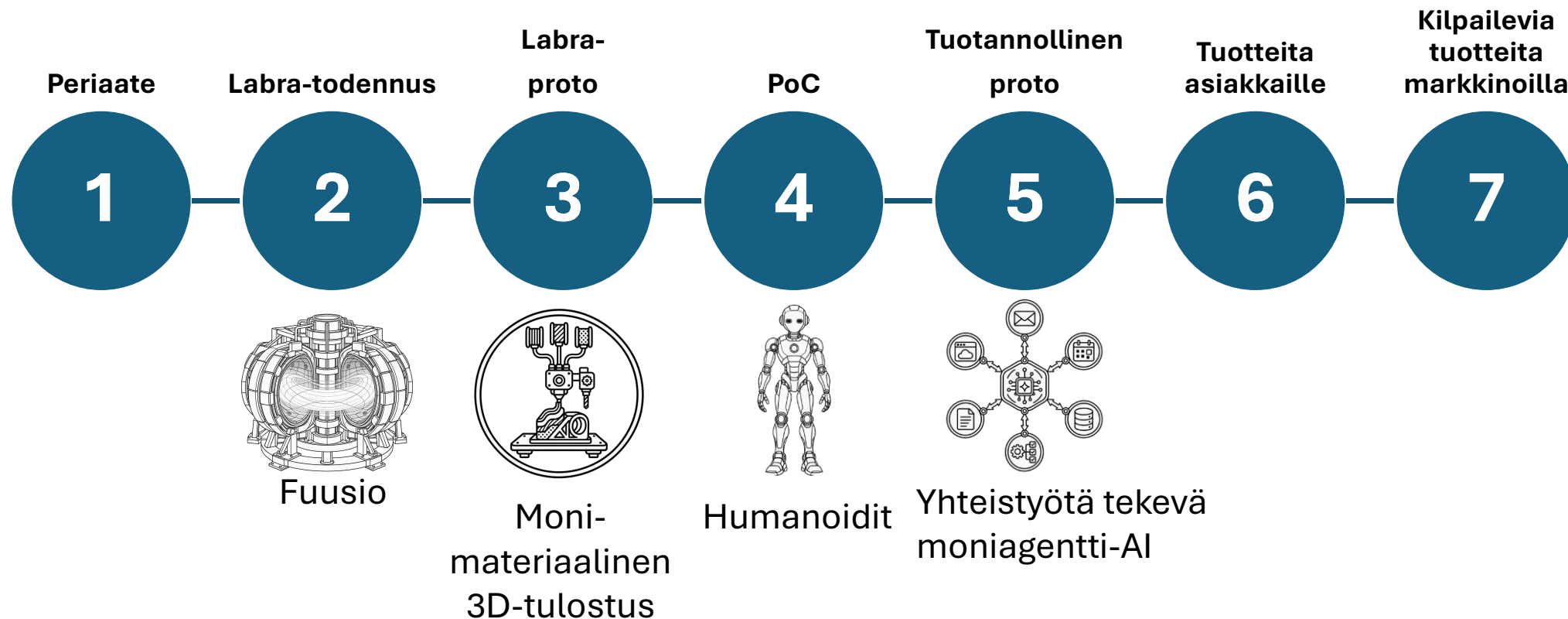
100 teknologista rajansiirtoa

- Radical Technology Inquirer (RTI) on tulevaisuusvaliokunnan kehityttämä teknologianennakkoinnin menetelmä
- 100 ennakoitua radikaalia teknologiaa, 20 arvonluonnin osa-aluetta
- **Teknologia on murrosteknologia sitten kun se muuttaa useita arvonluonnin pullonkauloja**
- RTI-menetelmällä radikaalitekniikat pisteytetään niiden arvioidun murrospotentiaalin mukaan – korkean pistemäärän saaneiden ennakoitaan kehittyvän nopeimmin, alhaisemmat pistemäärät saaneiden ennakoitaan kehittyvän hitaammin



Lisätietoa: [Societal transformations 2026 - 2045](#) (tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 2/2026)

Teknologisen kypsyyden arviointi RTI-menetelmällä



Radical Technology Inquirer

Teknologian
ennakoitu
vaikuttavuus

= sen kypsyy *
sen potentiaalinen
arvonluontia
muuttava vaikutus
20 yhteiskunnan
toiminnoissa

19.8.2026

**Teknologia on sitä
murroksellisempi, mitä
useamman yhteiskunnan
toimintajärjestelmän
arvonluontia se muuttaa**

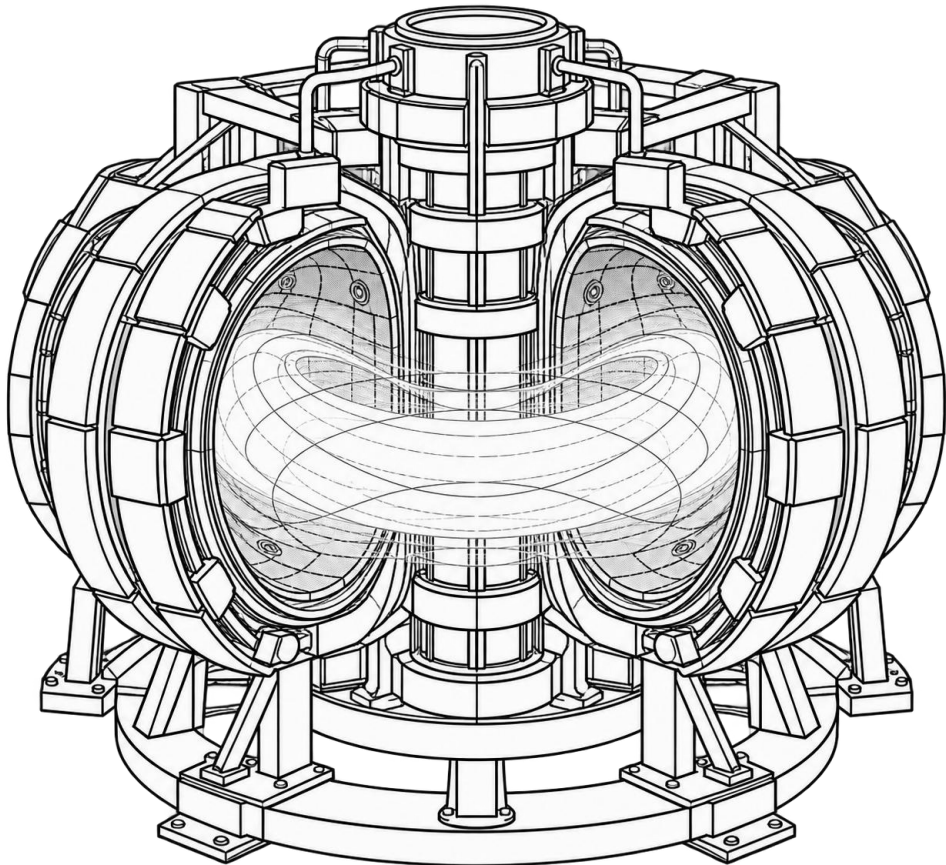
- Liikkuminen
- Teollinen tuotanto
- Energia
- Työ ja toimeentulo
- Terveys
- Osaaminen
- Turvallisuus
- Vaikuttaminen
- Kokemukset
- Jne

<https://tulevaisuustislaamo.fi/>

Esimerkiksi internet on mahdollistanut uusia toimintatapoja ja uutta arvonluontia yhteiskunnan eri osa-alueilla



Teknologinen läpimurto on vielä kaukana käyttökelpoisesta järjestelmästä ja murrosvaikutuksista

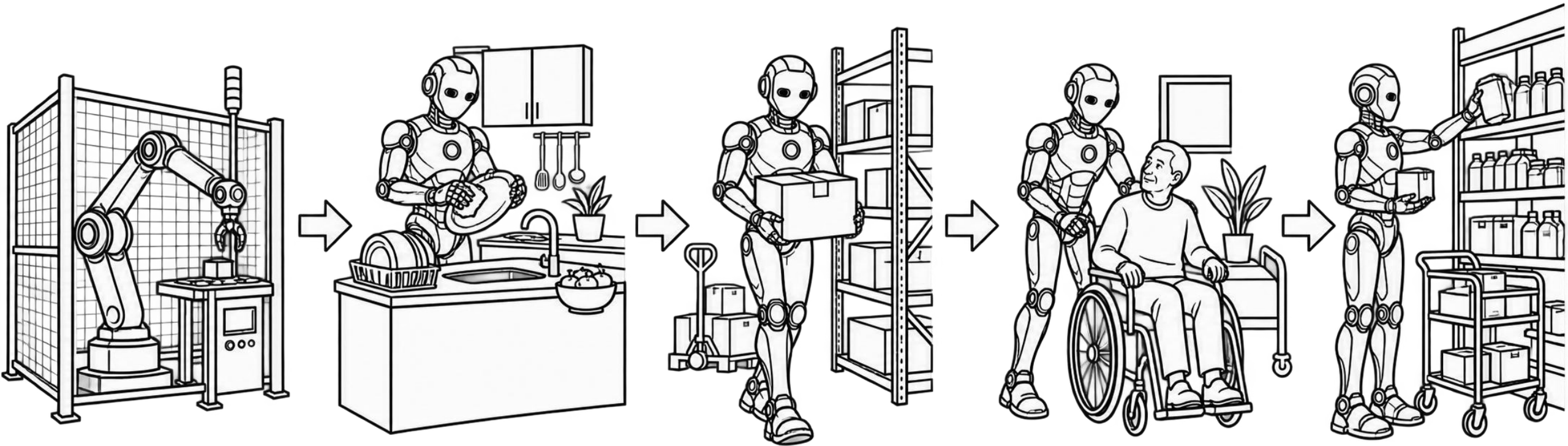


- ✓ Fuusioilmiö saatu tuotettua
- ☐ Laitos puuttuu
- ☐ Infrastruktuuria ei vielä ole
- ☐ Talous: Ei taloudellista vaikutusta lähitulevaisuudessa

ART 08.056 – Fusion Energy Reactors

kypsyys 3/7, sijaluku 73/100

Entä jos robotit sopeutuvat ihmisten ympäristöihin?



ART 05.031 – Humanoid and General-Purpose Robots

kypsyys 5/7, sijaluku 5/100

<https://tulevaisuustislaamo.fi/>

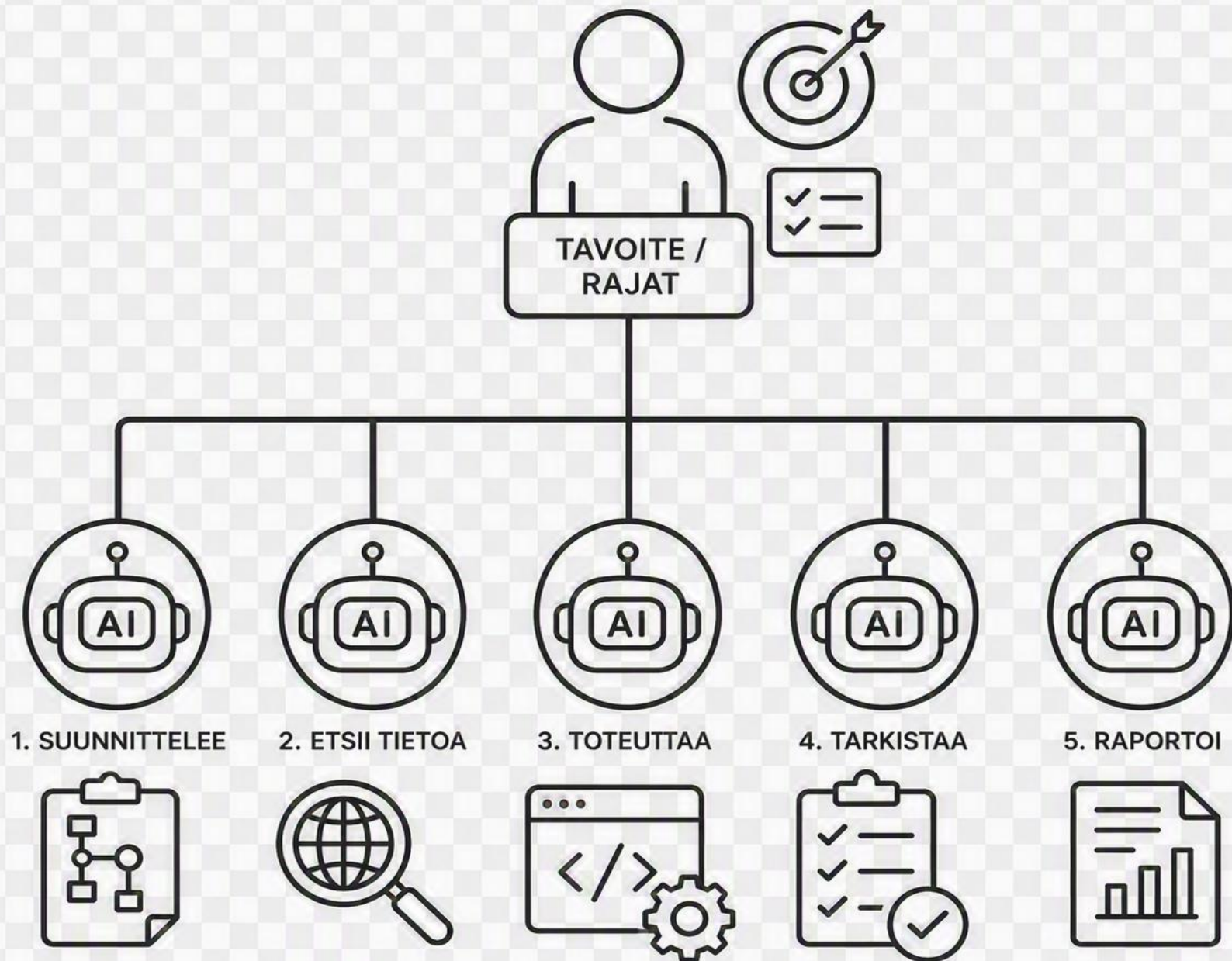
Mitä yhteiskunnallisia kysymyksiä humanoidirobottien yleistyminen luo?

- Suorat **ihmistenväliset kontaktit** saattavat vähentyä, erityisesti työelämässä ja palvelutilanteissa
- Emotionaalinen tai fyysinen **riippuvuus** roboteista?
- **Tulonjaon mekanismit**: Mitä tapahtuu ansiotyötuloille? Kuka robotteja omistaa? Liisataanko/ vuokrataanko robottityövoimaa?
- **Työmarkkinan muutos**: Katoavia työnkuvia; uusia työnkuvia
- Tarvitaanko uusia **jatkuvan oppimisen malleja ja pätevyitysmenetelmiä**, kun robottiominaisuudet kehittyvät ja niiden käyttö yleistyy?



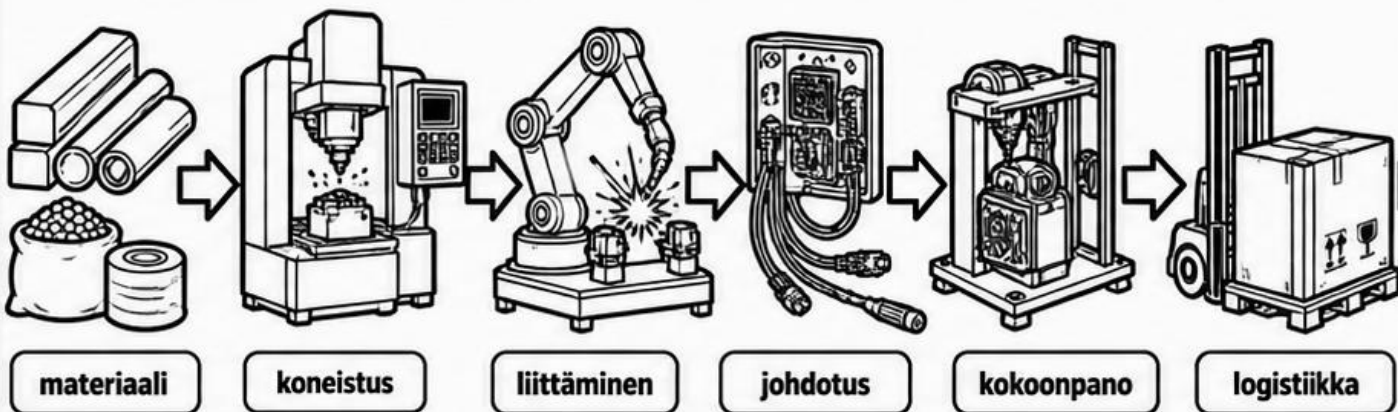
Lisätietoa: [Humanoid robots from now to 2040s](#) (tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2025)

Entä jos tekoäly ei ole apulainen vaan työryhmä?

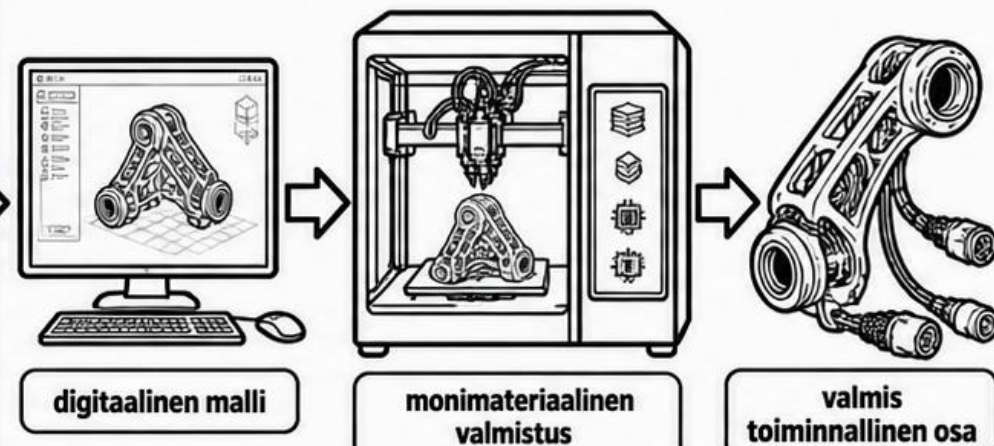


Entä jos tuotantolinja tiivistyy yhteen koneeseen?

NYT



MAHDOLLINEN



Älä ennakoi
ammattinimikkeitä.
Ennakoi muuttuvia
pullonkauloja.

1. **Digitaalinen työ:** Kuka tekee – ihminen vai joukko agentteja?
2. **Fyysinen työ:** Missä ympäristöissä kone voi toimia?
3. **Tuotanto ja infrastruktuuri:** Mitä voidaan valmistaa tai tuottaa aivan uudella tavalla?

Missä syntyy uusi osaamispula?

Mikä nykyinen osaaminen menettää
niukkuusarvoaan?

Mikä uusi infrastruktuuri tai sääntö tekee teknisestä
mahdollisuudesta todellisen markkinan?

Minkä murroksen
haluaisitte oppia
ennakoimaan?

A) AI-agentit ja tietotyön uusi työnjako

B) Robottiikka ja fyysisen työn muutos

C) Uusi valmistus ja paikallinen tuotanto

D) Energia- ja infrastruktuurimurrokset

E) Luovan työn ja kokemusten tuottamisen murros

(RTI-tulkinta: Miten tekoäly, immerssiiviset teknologiat ja digitaalisen sisällön uudet infrastruktuurit muuttavat luomista, tekijyyttä, ansaintaa ja yleisösuhdetta?

Mennään kokeilemaan [Radical Technology Inquireria](https://tulevaisuustislaamo.fi/)

Varalle, jos netti ei toimi: valmiiksi tehty RTI-GPT -keskustelu

Keskustelu RTI-GPT:n kanssa 17.8.2026

Malli GPT-5.6 Sol, Laajennettu päättely

Käyttäjän kysymys: *Yleisöä kiinnostaa [**uusi valmistus ja paikallinen tuotanto**]. Tunnista RTI-aineistosta siihen parhaiten liittyvät ARTit. Mitä konkreettisia heikkoja signaaleja meidän kannattaisi seurata, jos haluamme tunnistaa ajoissa, onko tämä murros todella etenemässä? Erottele ainakin teknologian kypsyminen, käyttöönotto sekä työn ja osaamisen muutoksesta kertovat signaalit.*

Johtopäätös

- RTI-aineistossa **uuden valmistuksen ja paikallisen tuotannon murros ankkuroituu erityisesti kolmeen ARTiin:**
- **ART 06.039 Reconfigurable & Agile Factories – uudelleenkonfiguroitavat ja ketterät tehtaot** on tärkein ankkuri. Sen ydin on siirtyminen kiinteistä, yhdelle tuotteelle optimoiduista linjoista modulaarisiin tuotantosoluihin, joiden tuotteita, työkaluja ja “digitaalisia reseptejä” voidaan vaihtaa nopeasti. Tämä tekee pienistä sarjoista, suuresta tuotevaihtelusta ja alueellisesta tuotannosta taloudellisesti realistisempaa.
- **ART 06.037 Multi-Material & Hybrid 3D Printing – monimateriaali- ja hybridi-3D-tulostus** vie samaa kehitystä vielä pidemmälle: monivaiheista valmistusta voidaan korvata yhdellä digitaalisella valmistusprosessilla ja fyysistä varaosavarastoa osittain hyväksytyillä valmistustiedostoilla ja paikallisella raaka-aineella.
- **ART 05.031 Humanoid and General-Purpose Robots – humanoidit ja yleiskäyttöiset robotit** on kolmas, ennen kaikkea työn ja automaation kautta vaikuttava ART. Se mahdollistaa joustavan automaation olemassa olevissa ihmisissä varten rakennetuissa tuotantoympäristöissä ilman, että jokaista tuotetta varten tarvitaan omaa automaatiolinjaa.
- Matriisi vahvistaa valinnan: GVN 3:ssa **Manufacturing of Goods – tavaroiden valmistus** ART 06.039 ja ART 05.031 saavat vaikutuspisteen **20**, ART 06.037 pisteen **10**. Humanoidirobotiikka saa lisäksi 20 pistettä sekä GVN 10:ssä **Automation of Work – työn automaatio** että GVN 11:ssä **Work and Income – työ ja toimeentulo**. Pistet ovat kuvaavat vaikutuksen merkittävyyttä, eivät teknologista kypsyyttä.

Signaaliryhmä: teknologian kypsyminen

Konkreettinen seurattava asia	Miksi tämä olisi merkittävä signaali?
Tuotelinjan vaihtoajat putoavat päivistä/tunneista minuutteihin ilman suurta mekaanista uudelleenrakentamista.	Ketterä valmistus alkaa olla teknisesti todellista eikä pelkkää joustavan tehtaan visiota. RTI nostaa juuri vaihtoajan lyhenemisen keskeiseksi kypsyysnäytöksi.
Eri valmistajien moduulit toimivat aidosti plug-and-produce-periaatteella standardoitujen rajapintojen kautta.	Paikalliset tehtaat voidaan rakentaa moduuleista eikä yhden toimittajan suljetusta kokonaisuudesta.
3D-tulostus siirtyy prototyypeistä sertifioituihin loppukäyttöösiin , joissa on esimerkiksi eri materiaaleja, johtimia, sensoreita, kanavia tai tiivisteitä samassa tulosteessa.	Tämä osoittaisi, että tulostaminen alkaa korvata kokoonpanoa eikä vain nopeuttaa tuotekehitystä.
Monimateriaalitulosteiden liitosten, elinkaaren ja prosessin laadulle syntyy toistettavia testaus- ja sertifiointikäytäntöjä.	RTI-aineistossa juuri materiaalien yhteensopivuus, kalibrointi ja laadunvarmistus ovat keskeisiä pullonkauloja.
Yleiskäyttöisiä robotteja ostetaan tai vuokrataan useisiin vaihtuviin tuotantotehtäviin , ei vain yhteen tarkasti ohjelmoituun liikkeeseen.	Tämä kertoisi, että joustava robotisaatio alkaa haastaa tuotekohtaista automaatiota.

Signaaliryhmä: Työ ja osaaminen

Konkreettinen seurattava asia	Miksi tämä olisi merkittävä signaali?
Operaattorin työ muuttuu koneen käsisäädöstä digitaalisten reseptien lataamiseen, tuotantosolujen valvontaan ja poikkeusten käsittelyyn.	Osaaminen siirtyy yksittäisen koneen tai linjan hallinnasta koko joustavan järjestelmän orkestrointiin.
Linjakohtaisten asetus- ja vaihtotyön specialistien määrä vähenee , mutta monen solun valvojien, integraattorien ja robottien valvojien tarve kasvaa.	Tämä olisi konkreettista näyttöä siitä, että teknologia muuttaa työnjakoa eikä vain lisää tuottavuutta.
Ammatillisessa koulutuksessa yleistyvät design-for-additive/hybrid-print, digitaalinen validointi, robotin valvonta ja integraatio.	RTI nostaa sekä hybriditulostukseen liittyvän suunnitteluosaamisen että robot supervisor -roolit uusiksi osaamissignaaleiksi.
Työmarkkinaneuvotteluissa keskustelu siirtyy henkilöstömäärästä uudelleensijoittamiseen, robottien valvontaan, työtahtiin ja ohjelmistojen käyttöoikeuksiin.	Tämä kertoo, että uuden tuotantotavan vaikutukset ovat alkaneet näkyä myös vallassa ja työn organisoinnissa, eivät vain konekannassa.
Paikallisissa nopean kierron tuotantokeskuksissa tuotannon, huollon ja logistiikan tehtävärajat alkavat sekoittua.	RTI ennakoi juuri tällaista roolien lähentymistä, jos tuotanto tapahtuu lähempänä kysyntää ja vaihtuu nopeasti.

Signaaliryhmä: Käyttöönotto ja tuotannon paikallistuminen

Konkreettinen seurattava asia	Miksi tämä olisi merkittävä signaali?
Investoinnit siirtyvät kiinteistä tuotantolinjoista modulaarisiin soluihin ja robotteja tukevaan joustavaan infrastruktuuriin.	Vahvempi signaali kuin yksittäinen pilotti: yritysten pääoma alkaa seurata uutta tuotantomallia.
Kannattava vähimmäiserä koko pienenee jatkuvasti ja tehtaat alkavat luvata saman tai seuraavan päivän vaihtoa tuoteryhmästä toiseen.	Paikallisen tuotannon keskeinen taloudellinen este – pienen volyymin korkea yksikkökustannus – alkaa murtua. RTI nostaa pienten erien talouden ydinsignaaliksi.
Alueelliset mikro- tai pienet tehtaat voittavat tilauksia, jotka aiemmin menivät suuriin keskitettyihin tehtaisiin.	Tämä on ehkä kaikkein selvin varhainen näyttö siitä, että kyse ei ole vain paremmasta automaatiosta vaan tuotannon maantieteen muuttumisesta.
Huoltopisteet ja korjaamot tulostavat sertifioituja varaosia paikallisesti , ja yritykset korvaavat hyllyvarastoja hyväksytyjen valmistustiedostojen kirjastoilla.	Tavaran kuljettamisen sijaan aletaan siirtää enemmän suunnittelutietoa ja materiaalia.
Julkinen hankinta, vakuuttajat ja sertifioijat hyväksyvät paikallisesti valmistettuja/tulostettuja osia normaaliksi hankintatavaksi.	Murros alkaa institutionalisoitua; tekninen mahdollisuus muuttuu hyväksytyksi toimintamalliksi. RTI nostaa myös mikrotehdasklustereiden edistämisen alueellisena työllisyysinfrastruktuurina seurattavaksi signaaliksi.

Mitkä signaalit olisivat kaikkein vakuuttavimpia?

- **Varovainen aineistosta tehtävä tulkinta:** yksittäinen uusi 3D-tulostin tai humanoidirobotin tehdasdemo ei vielä osoita paikallisen tuotannon murrosta. Paljon vahvempi näytö syntyisi, jos kolme asiaa alkaisivat tapahtua yhtä aikaa: **pienen tuotantoerien kustannus laskee, tilauksia todella siirtyy keskitetystä tuotannosta alueellisille tuotantoyksiköille, ja työnkuvat sekä koulutus alkavat muuttua joustavan tuotannon ympärille.**
- Erityisen vahva “murros on käynnissä” -signaaliketju olisi siis: *vaihtoaika lyhenee → vähimmäiserä koko pienenee → alueellinen tehdas voittaa kaupallisen tilauksen → fyysinen varasto korvautuu osin digitaalisella inventaariolla → työntekijöitä koulutetaan solujen, robottien ja digitaalisten valmistusreseptien valvojiksi.* RTI-aineistossa nämä elementit esiintyvät eri ART–GVN-suhteissa hyvin johdonmukaisesti.
- **ART 06.038 Digital Twin & Simulation-Driven Production – digitaalisiin kaksosiin perustuva tuotanto** kannattaa lisäksi pitää tukisignaalina: jos pienet alueelliset tehtaot pystyvät käyttämään keskitettyä asiantuntemusta digitaalisten kaksosten kautta, paikallinen tuotanto ei enää edellytä kaiken erikoisosaamisen fyysistä sijaintia samalla tehtaalla. Se voi olla tärkeä mahdollistaja, vaikka en nostaisi sitä tämän ilmiön kolmen pää-ARTin joukkoon.

Aineistolähteet: KNOWLEDGE_MAP.txt; 100ART_Descriptions.docx; arts_signal_scores_matrix.csv (tarkistus: arts_signal_scores_matrix.xlsx); Group5.docx; Group6.docx; GVN_ART_Impact.docx; ART 05.031 Humanoid and General-Purpose Robots; ART 06.037 Multi-Material & Hybrid 3D Printing; ART 06.039 Reconfigurable & Agile Factories; tukevana ART 06.038 Digital Twin & Simulation-Driven Production; GVN 3 Manufacturing of Goods, GVN 10 Automation of Work, GVN 11 Work and Income.

Kiitos!

