

**LASKUHARJOITUS ROBOTTIEN JA TEKOÄLYN
VAIKUTUKSISTA TALOUTEEN JA YHTEISKUNTAAN**

Robotit tulee!

Rauli Partanen

Think Atom Oy
thinkatom.net

Asikkala, heinäkuu 2026



Robotit tulee!

Laskuharjoitus robottien ja tekoälyn vaikutuksista talouteen ja yhteiskuntaan

© Rauli Partanen, 2026

Julkaisija: Think Atom Oy, thinkatom.net

Think Atom on riippumaton, voittoa tavoittelematon ajatuspaja.

Tämä teos on tarkoitettu keskustelun avaukseksi ja sen tueksi – ei tyhjentäväksi tai lopulliseksi analyysiksi. Kirjoittajan esittämät arviot, oletukset ja skenaariot ovat hänen omiaan.

Ensimmäinen painos, heinäkuu 2026.

Sisällys

Alkusanat	i
1 Johdanto – Tarkastellaanko hetkeä vai prosessia?	1
2 Mitkä robotit?	4
2.1 Alkuoletukset	6
2.2 Humanoidirobotit – Keskeiset oletukset	7
2.2.1 Robotin työtunnit ja energiankulutus	8
2.2.2 Robotin elinkaaren valmistus- ja huoltokustannus	9
2.2.3 Robotin ohjelmistokoulutus	10
2.2.4 Yhteenveto robotin elinkaarikustannuksista	11
2.2.5 Sähkömarkkina ja robotit	13
3 Robotit ja talous	15
3.1 Paljonko robotteja voi tulla?	17
3.2 Pullonkaulana teknologia, vai ihminen?	22
3.3 Robotit Suomen työmarkkinoilla ja kansantaloudessa	24
3.4 Kuinka hedelmät jaetaan?	29
3.4.1 Valmistajat ja niiden katteet	31
3.4.2 Yritykset, yhteiskunta ja verotus	33
3.4.3 Hintojen halpuutus (deflaatio)	36
3.5 Itseajavien autojen vaikutus	38
3.6 Konesalien keinoäly	42
4 Suomen teollinen kilpailukyky robotisoituvassa maailmassa	46
4.1 Mitä meillä jo on	47
4.2 Missä voi mennä pieleen	49
4.3 Mitä tarvitaan: politiikka, lainsäädäntö ja teollisuusstrategia	50
4.4 Milloin on liian myöhäistä	52

4.5 Suomi voi olla esimerkki	54
5 Robottivalmistajat – uuden ajan gigakorporaatiot?	56
5.1 Kuka robotit omistaa?	59
6 Ympäristövaikutuksista	62
6.1 Palvelimet ja AI-koulutus	62
6.2 Robottien materiaalijalanjälki	65
6.3 Temua siellä, Temua täällä?	66
7 Ihmisten hyvinvointi	67
7.1 Ammattiyhdistysliike	69
7.2 Kallis länsi vs. kehittyvien maiden halpatyövoima	70
8 Robotit ja väestöpyramidi – uhka vai mahdollisuus?	72
9 Ikääntyminen, superäly, eläkkeet	76
10 Loppusanat – Mitä minulle, ihmiselle, käy?	80
Kirjoittajasta	82

Alkusanat

Robotit tulee ja vie meidän työt! Ja voi olla, että ne tulevat ja vievät myös ne uudet työt, joihin ajattelimme työllistyä kuten aina ennenkin teollistumisen yhteydessä on käynyt. Tämä avaa monia näkymiä, sekä utopioita että dystopioita. On ensiarvoisen tärkeää, että tähän kehitykseen ja sen vauhdittamiseen, hillitsemiseen, estämiseen, sallimiseen, verottamiseen tai verottamatta jättämiseen sekä ylipäätään ihmisen rooliin murroksessa ja sen eri vaiheissa, perehdytään, valmistaudutaan ja että siitä keskustellaan laajasti.

Teoksessa viitataan ”robotisaatioon”. Sillä tarkoitetaan fyysisten ja ohjelmallisten robottien käyttöönottoa osaksi työprosesseja, tuotantoa tai palveluja. Se viittaa prosessiin, jossa yhä useammat tehtävät automatisoidaan robottien avulla. Nämä voivat olla mekaanisia laitteita, ohjelmistorobotteja tai tekoälyä hyödyntäviä järjestelmiä, jotka kykenevät itsenäiseen päätöksentekoon, liikkumiseen tai vuorovaikutukseen.

Keinoäly, itseään ajavat autot ja (humanoidi)robotit ja näihin liittyvä teknologia kehittyy tällä hetkellä niin nopeasti, että edes kolmen vuoden päähän ennustaminen on vaikeaa, saati viiden! Usein keskustelusta puuttuu konkretiaa ja tarttumapintaa, sillä tilanne on aidosti uudennlainen. Onko robotisaatio vain normaali osa teollisen vallankumouksen jatkumoa? Vai onko se laadullisesti uudennlainen yhteiskunnallinen murros, johon historian opit ja analogiat eivät välttämättä päde¹? Robotisaatio voi esimerkiksi tuoda vahvoja deflatorisia vaikutuksia talouteen – siis aiheuttaa monien hyödykkeiden ja palveluiden hintojen laskua, kun niiden tuotantokustannukset romahtavat AI:n ja robottien korvattua ihmiset tuotantoketjusta.

Miten esimerkiksi poliittinen järjestelmä valmistautuu tällaiseen murrokseen, ja miten se kykenee reagoimaan ja toimimaan nopeasti muuttuvassa tilantees-

¹Oheinen pitkäkö artikkeli tarjoaa tähän arvokasta näkökulmaa. <https://knightcolumbia.org/content/ai-as-normal-technology>

sa? Puolueet ovat kesällä 2025 aloittaneet tulevien puolueohjelmiansa laatimisen, ja työ tulee valmiiksi 2026 loppuun mennessä. Näitä ohjelmia tullaan käyttämään seuraavan hallituksen, joka valitaan kevään 2027 eduskuntavaaleissa, hallitusohjelman muodostamisessa. Seuraava hallitusohjelma, jota muovataan siis paraikaa vuoden 2026 aikana, vaikuttaa vielä vuonna 2030 poliittiseen päätöksentekoon.

Robotisaatiolla tulee olemaan yhteiskunnassa valtavia vaikutuksia. Paljon suurempia kuin älypuhelimilla, jotka myös yleistyivät marginaalista koko kansan työkaluiksi yhdessä hallituskaudessa. Tässä lyhyessä teoksessa, ”laskuharjoituksessa robottien ja AI:n vaikutuksiin”, koetan tuoda esille joitain näistä muutoksista, niiden mahdollisia mittakaavoja ja aikatauluja, sekä pohtia hieman mahdollisia vaikutuksia, tai ainakin esittää joitain kysymyksiä, joita Suomenkin päättäjien olisi hyvä alkaa miettiä².

Johdannossa pyrin selventämään sitä hankaluutta, kun yhtäällä pyritään kuvaamaan prosessia, sitä, miten jokin kehitys kenties tulee kulkemaan, ja toisaalta osoittamaan numeroilla mahdollisimman ymmärrettävästi, miltä jokin hetki prosessissa voi näyttää. Prosessin kuvaaminen on väkisinkin epämääräistä ja vaikeasti tartuttavaa, mutta yksittäisen hetken tilannekuva on puolestaan aina väkisinkin väärä.

Tämän jälkeen sukelletaan itse robotisaatioon. Ensin listaan keskeiset oletukset, joita analyysissä käytän. Jokainen voi tietenkin tehdä omat oletuksensa, mutta tärkeintä on oletusten konkretisointi, perustelu ja pohtiminen sekä tästä prosessista syntyvä ymmärrys.

Kun oletukset kustannuksista on tehty, seuraava luku tarkastelee robotisaation ja AI:n tuottamia taloudellisia vaikutuksia. Miten paljon yksi robotti voi tehdä työtä ja minkä arvoista se työ on, kustannuksiin verrattuna? Miten robotisaation tarjoaman tuottavuusloikan hedelmät jaetaan, ja mitä se tarkoittaa valmistajien ja omistajien katteille, yhteiskunnalle ja sen veropohjalle, hyödykkeiden hintatasolle ja niin edelleen. Case-tapauksena tarkastellaan Suomen taloutta ja työmarkkinoita.

Megayhtiöiden kasvua ja murrosta tarkastellaan seuraavaksi. Jos edes varovaiset skenaariot robottien sekä AI:n hyödyllisyydestä toteutuvat, tulevat niiden valmistajat olemaan tulevaisuuden megakorporaatioita aivan eri mittakaavassa

²Monet alan ammattilaiset tuntevat termistön paljon minua paremmin ja saattavat harmistua kun käytän termejä kuten AI ja robotit melko laajalla ja epämääräisellä tavalla. Sateenvarjotermiit kuvaavat monia asioita kuten koneoppimista, algoritmeja, kielimalleja, päättelyä, agentteja jne. Tarkoitus ei ole olla akateemisesti tarkka tai korrekti, vaan antaa tavalliselle ihmiselle mahdollisimman ymmärrettävästi tietoa ja työkaluja omaan ajatteluun ja analyysiin.

kuin nykyiset 1–4 biljoonan euron markkina-arvolla olevat teknologiayhtiöt. AI- ja robotiikkayhtiöt voivat kasvaa arvoltaan useisiin kymmeniin biljooniin parissa vuosikymmenessä. Tämä ei voi olla vaikuttamatta yhteiskuntaan laajemminkin.

Kahdessa seuraavassa luvussa tarkastelen hieman robotisaation ja yhä kasvavien konesalien vaikutuksia ympäristön ja ihmisten hyvinvoinnille, sekä halvan robottityövoiman vaikutuksia globalisaatioon. Mikä on esimerkiksi ammattiyhdistysliikkeen rooli ja kohtalo, jos robotit korvaavat yhä useamman ihmisen eri töissä?

Lopuksi palataan ihmisyyteen ja ihmislajiin. Afrikkaa ja muutamaa muuta maata lukuun ottamatta syntyvyys on romahtanut kaikkialla. Miksi ihmiset eivät hanki lapsia, ja tuleeko robotisaatio ja sen mahdollisesti tuoma yhteiskunnallinen ja taloudellinen murros vaikuttamaan tähän jotenkin?

Asikkalassa, heinäkuussa 2026

Rauli Partanen

Ps. Tämän selvityksen alkusysäys oli halu laskea auki niitä vaikutuksia, joita laajamittainen robotisaatio tulee merkitsemään esimerkiksi taloudelle. Lisäksi halusin selvittää, voisivatko robotit tarjota vetoapua Suomen vaikeaan taloudelliseen tilanteeseen, miltä se näyttäisi ja mitä se vaatisi. Muutaman sivun laskuharjoitus laajeni hieman laajemmaksi teokseksi, sillä tajusin, että monet aiheet kaipaavat ympärilleen kontekstia ja analyysiä. Paljon asioita jäi silti käsittelemättä, eikä mihinkään aiheeseen pureuduta tyhjentävästi tai kovin syvällisesti. Tämä teos on tarkoitettu keskustelun avaukseksi ja sen tueksi. Se auttaa enemmän kysymään oikeita kysymyksiä eikä niinkään tarjoa valmiita vastauksia.

Tein selvityksen oman toimen ohella, eikä sitä rahoittanut mikään taho. Analyysi toki heijastelee omia vinoumiani ja maailmankuvaani, mutta älä anna sen peittää alleen itse asiaa ja sen merkitystä. Jos laskelmat ovat edes osittain oikeansuuntaisia, edessä on hurja murros, johon on syytä valmistautua.

Kiitokset

Harri Juntunen, ideoista, asiantuntemuksesta ja rakentavasta kritiikistä.

Esa Suominen, avusta ja ponnisteluista löytää Suomen järjestökentästä raportille sopiva julkaisukanava.

LUKU 1

Johdanto – Tarkastellaanko hetkeä vai prosessia?

Robottien yleistymistä on hieman hankala tarkastella. Jos sitä katsoo staattisena pisteenä tulevaisuudessa, kuten tässä teoksessa pääosin tehdään, niin saa vain otoksen tietystä hetkestä, jossa pätevät tietyt oletukset. Nämä oletukset eivät päde enää vuoden tai kahden kuluttua, eivätkä päteneet vuosi tai kaksi tarkasteltua hetkeä aikaisemmin.

Jos taas tarkastelee asiaa prosessina, jossa tilanne kehittyy dynaamisesti, tulee kokonaiskuvan mittaaminen ja hahmottaminen lähes mahdottomiksi. ”Tilanne muuttuu kiihtyvää vauhtia” on helppo sanoa, mutta tarjoaa vain vähän konkreettista tартtumapintaa siihen, mitä todellisuudessa tapahtuu kunakin hetkenä ja mitkä sen suorat ja epäsuorat vaikutukset ovat eri aikaväleillä.

Jos taas tarkastelee vain tiettyä hetkeä, on sen oletukset helppo haastaa tai kumota viittaamalla johonkin toiseen hetkeen tulevaisuudessa, jolloin ne eivät pidä paikkaansa juuri sellaisina kuin ne on esitetty. ”Robotin valmistaminen maksaa kymmenen kertaa enemmän kuin väität” pätee hyvinkin, jos ollaan riittävän aikaisessa vaiheessa tuotekehitystä eikä massavalmistusta ole vielä saatu käyntiin. ”Robotti ei osaa tehdä työtehtävää X, Y, tai Z” voi päteä nyt ja vielä kahden vuoden päästä, mutta unohtaa pari keskeistä seikkaa:

Robotit kehittyvät jatkuvasti ja oppivat matkimalla ihmistä. Meidän on vaikea kuvitella, mitä kaikkea robotit voivat oppia ja missä järjestyksessä erityyppisiä asioita opitaan luontevimmin, koska meillä ei ole aiempaa kontekstia.

Robotit voivat työskennellä myös ihmisen apurina, jolloin ”erityisosaamista” vaativan tehtävän tekee ihminen. Ne eivät välttämättä siis korvaa kaikkia työtehtäviä jossain työssä, vaan vain osan, vähentäen tiettyyn työtehtävään

tarvittavien ihmisten määrää ja tehostamalla jäljellä olevien työntekoa. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat kielimallit, jotka auttavat ohjelmoinnissa.

Robottia voi tavallaan verrata lapseen, joka on aikuisen ruumiissa. Se on aluksi kömpelö eikä osaa juuri mitään. Katselemalla, kokeilemalla ja pääättelemällä se kuitenkin oppii monenlaisia taitoja. Robotille tämä opettaminen tapahtuu keskitetysti datakeskuksessa, minkä jälkeen malli ladataan robottiin. Voi olla, että tämän lisäksi tarvitaan vielä tapauskohtaista ”perehdyttämistä”.

”Jos-sitten”-tyyppisten ohjelmointilauseiden koodaamisen sijaan neuroverkko-pohjainen oppiminen on osoittautunut ylivoimaiseksi. Siinä robotit oppivat kirjaimellisesti katsomalla vaikka videota jostain suorituksesta, pelaamalla jotain peliä simulaatioympäristössä tai käsittelemällä massiivisia määriä tekstiä ja lauserakenteita.

Neuroverkko-oppiminen tapahtuu huomattavasti nopeammin kuin lapsilla. Tarkemmin sanottuna kone oppii asioita eri tavalla kuin ihminen, ja usein tämä tapahtuu paljon nopeammin. Yksinkertaistaen, käytösmalli koulutetaan mahdollisimman suurella määrällä todellista tai simuloitua digitaalista aineistoa halutusta aihepiiristä. Tämän jälkeen mallia hiotaan ja eri asioita painotetaan parhaan lopputuloksen saamiseksi.

Käytösmallit tulevat kehittymään yhä paremmiksi ja paremmiksi, ja niitä voidaan kouluttaa myös paikallisiin oloihin sopiviksi – ne voivat siis oppia yksilöllisemmiksi, ”talon tavoille”. Samalla itse robottien laitteisto kehittyy yhä kyvykkäämmäksi. Robotit eivät myöskään ”kuole”, vaan niiden ohjelmisto voidaan varmuuskopioida pilvipalveluun ja ladata aina seuraavaan robottiin. Tulevaisuudessa vaikkapa ihmisen seurassa vuosikymmeniä viettänyt robotti (ohjelmisto) oppii tästä ihmisestä hämmentävän paljon, mikäli se sallitaan. Tähän liittyy luonnollisesti sekä merkittäviä etuja että monenlaisia riskejä, joita nähtiin kielimallien ja agenttien osalta esimerkiksi vuoden 2026 alussa OpenClaw-agentin tapauksessa¹.

Robotisaation tarkastelu etenevänä prosessina on siis varsin erilainen kuin tietyn ajankohdan tarkastelu matkan varrella. Tietyn ajankohdan tarkastelussa kiinnostavaksi nousee myös se, kuinka kaukana tulevaisuudessa tämä piste on. Miten kauan yhteiskunnalla ja ihmisillä on aikaa valmistautua muutokseen ja kuinka nopeaa muutos on?

Skenaariot eivät ole ennustuksia, vaikka ihmiset usein tulkitsevat ne sellaisiksi.

¹Kts esimerkiksi <https://www.pcgamer.com/software/ai/i-had-to-run-to-my-mac-mini-like-i-was-defusing-a-bomb-openclaw-ai-chose-to-speedrun-deleting-meta-ai-safety-directors-inbox-due-to-a-rookie-error/>

Skenaario ei koskaan tule tapahtumaan sellaisenaan, vaan sen tarkoitus on kuvata tilannetta ”jos tietyt asiat tapahtuvat tietyllä tavalla.” Se on siis enemmänkin ajattelun ja analyysin työkalu kuin kurkistus kristallipalloon².

Vielä yksi argumentti voi olla ”Ei roboteille ole töitä 7000 tuntia vuodessa, koska suurin osa ihmisistäkin nukkuu öisin eikä tee työtä.” Tämä on totta; suuri osa yhteiskunnasta menee nukkumaan yöllä. Mutta jos tarjolla on väsymätön ja edullinen työvoima myös öisin, yhteiskunta alkaa hiljalleen sopeutua uuteen tilanteeseen. Jos robotakseilla ei ole öisin ihmisiä kuljetettavaksi, ne voivat tuolloin (akkujen lataamisen lisäksi) kuljettaa postipaketteja. Yksityistalouksien robotit voivat öisin käydä vaikka hoitamassa seuraavan päivän ruokaostokset. Tämä vähentää kauppojen kuormitusta päivisin ja lisää niiden insentiiviä olla auki myös öisin – toki kauppaa pyörittävät tällöin paljon robotit. On oma kysymyksensä, miten ihmistyölle rakennettu sääntely taipuu tällaisiin tilanteisiin?

Voi myös olla, että syntyy robomarketteja, joihin ihmisillä ei ole edes asiaa. Myymälävarkaudet loppuvat, jos kauppaan ei päästetä ihmisiä sisään, vaan ostokset hoitaa robotti. Robotti voi jopa olla kaupan omistama ja toimittaa tilatut tavarat suoraan noutolaatikkoon. Kaupan katteet paranevat sekä hävikin ja varkauksien vähenemisen että henkilökunnan robotisoitumisen myötä, mikä alentaa ruoan ja muiden tuotteiden hintoja.

Hinnat siis ehkä halpenevat trendinomaisesti, kun ketjun eri osat tehostuvat ja vähentävät hävikkiä, mutta on mahdotonta tietää tänään, kuinka paljon ne ovat keskimäärin halventuneet vaikkapa vuonna 2032 juuri Suomessa. Tähän kehityskulkuun vaikuttavat monet dynaamiset muuttujat, tehdyt päätökset ja poliittiset linjaukset sekä teknologian ja ohjelmistojen kehitys.

Tilannetta on vaikea käsitellä ja analysoida, sillä meillä ei ole vastaavia analogioita. Mitä tapahtuisi yhteiskunnalle, työpaikoille ja ihmisten arjelle, jos Suomeen tulisi miljoona työikäistä, eri asioissa taitavaa ihmistä tekemään 20+ tuntia vuorokaudessa töitä yhden euron tuntipalkalla? Lisäksi he eivät söisi mitään, eivät tarvitsisi yhteiskunnan palveluita, eivät asuntoja, eivät sosiaaliturvaa tai lääkäreitä, eivät valittaisi, suuttuisi tai lakkoilisi. Tekisivät vain töitä niin, että asiat edistyisivät joka hetki noin miljoonan työläisen voimin, luoden palveluita ja tuotteita ihmisten (ja robottien) käyttöön pilkkahintaan.

Lähdetään seuraavaksi tutkimaan, millaisia seurauksia tällä voi olla ihmiskunnalle ja etenkin Suomelle tulevana vuosina ja vuosikymmeninä.

²Stanfordin tuore tutkimus siitä, miten ihmiset ja asiantuntijat ajattelevat eri alojen työskentelystä AI agenttien kanssa antaa kiinnostavaa perspektiiviä: <https://futureofwork.saltlab.stanford.edu/data-explorer>

LUKU 2

Mitkä robotit?

Keinoäly ja robotiikka, lyhyesti ”robotit” jaetaan tässä teoksessa karkeasti kolmeen kategoriaan.

1. Kielimallit ja multimodaaliset mallit ja agentit. Puhetta, tekstiä, kuvaa ja äänimaailmaa ymmärtävät ja päättelyyn kykenevät mallit, joilla voi tuottaa kuvaa, ääntä, ohjelmistokoodia jne. Näistä esimerkkeinä Claude, ChatGPT, Grok, Gemini jne. Luonnollisen kielen käyttöliittymä on mullistava: koneen saa tekemään haluamiaan asioita puhumalla ja keskustelemalla ohjelmoinnin sijaan. Lisäksi tekoäly voi oppia tästä vuorovaikutuksesta, jonka pitkän aikavälin vaikutuksia emme vielä kovin hyvin ymmärrä. Lisäksi tähän ryhmään kuuluvat erilaiset agentit, jotka osaavat käyttää työkaluja, yhdistellä eri kielimallien käyttöä tehokkaasti sekä toteuttaa pidempiä ja monimutkaisempia tehtäväkokonaisuuksia. Niitä voi kutsua digitaalisiksi keinoälyksi.

Näillä ”roboteilla” ei pääsääntöisesti ole varsinaista fyysistä kehoa, jolla ne olisivat kanssakäynnissä ja manipuloisivat maailmaa. Ne ovat ”tietokoneita”, karkeasti joko paikallisia tai palvelinkeskuksista käsin pyyntöihimme (tai agenttiemme pyyntöihin) vastaavia ohjelmistoja. Kielimallien ja agenttien käyttöliittymänä ja päätelaitteena voivat toimia hyvin monenlaiset laitteet, kuten älykello, älypuhelin tai lähes mihin tahansa asennettu soveltuva tietokone. Mitä kyvykkäämpi päätelaite, sitä hyödyllisempiä asioita sille asennettu keinoälyohjelmisto voi tehdä paikallisesti ilman yhteydenottoja palvelinkeskuksiin.

Paikallisten tekoälymallien suosio on kasvussa muutamasta syystä: niiden kyvykkyys on parantunut aidosti hyödylliselle tasolle, tietokoneita ja muita päätelaitteita on kehitetty tehokkaammiksi ja optimoitu keinoälyä varten,

tietoturva on parempi, kun dataa ei siirretä internetin yli, ja käyttökustannukset ovat pienemmät (vain sähköä oman laitteen pyörittämiseen).

Kohua ja huolta herätti myös Yhdysvaltojen hallinnon päätös sulkea tilapäisesti Anthropic-yhtiön Mythos 5 ja Fable 5 mallit tietoturvahuoliin vedoten. Vaikka huoli oli kenties aiheellinen ja sulkua tilapäinen, on seuraava ajatus silti väistämättä: Oliko tämä alkusoittoa laajemmalle keinoälymallien geopoliittiselle ”kylmälle sodalle”, jossa kokonaisten kansakuntien tuottavuus ja yhteiskunta voidaan tulevaisuudessa rampauttaa keinoälypalveluita myyvien yritysten kotimaan poliitikkojen yksipuolisella päätöksellä?

2. Robotaksit ja lennokit (dronet). Kuljetuspalveluihin kykenevät robotit eli itseään ajavat autot, lennokit, veneet ja laivat. Pääasiallinen käyttötarkoitus on ihmisten ja asioiden liikuttaminen paikasta toiseen hieman pidempiä matkoja, mutta ei niinkään ympäristön manipuloiminen.
3. Erilaiset robotit, suosituimpana ihmistä muistuttavat humanoidit. Pääasiallinen tarkoitus on ympäristön aistiminen ja manipulointi, ja näitä kutsutaan siksi fyysiseksi keinoälyksi. Nämä voivat usein toimia myös käyttöliittymänä kielimalleille ja agenteille, eli ne voivat vastata kysymyksiin ja ymmärtävät puhetta, riippuen siitä, millaisesta robotista ja käyttötarkoituksesta on kyse.

EU:ssa robotit ja tekoälyjärjestelmät eivät ole itsenäisiä oikeussubjekteja, vaan ne rinnastetaan teknologisiin työkaluihin, joiden käytöstä vastuun kantaa aina ihminen tai oikeushenkilö, kuten yritys tai julkinen organisaatio. Tekoälyn ja robotiikan käyttöä säätelee useita rinnakkaisia lakeja ja asetuksia:

- EU:n tekoälysäädös (AI Act¹) määrittelee järjestelmien riskiluokat ja käyttövaatimukset,
- AI-vastuudirektiivi (AI Liability Directive²) helpottaa vahingonkorvausten hakemista tekoälyn aiheuttamista vahingoista, ja
- Yleinen tietosuojasetus (GDPR³) säätelee henkilötietojen käsittelyä tekoälyä hyödyntävissä sovelluksissa.
- Lisäksi tuotevastuulaki, koneasetus (konedirektiivi⁴) ja turvallisuus- ja vastuusäädökset koskevat erityisesti fyysisiä robotteja ja autonomisia konei-

¹<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>

²[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/739342/EPRS_BRI\(2023\)739342_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/739342/EPRS_BRI(2023)739342_EN.pdf)

³<https://gdpr.eu/what-is-gdpr/>

⁴<https://eur-lex.europa.eu/FI/legal-content/summary/machinery-safety.html>

ta. Juridisesti robotti ei voi toimia itsenäisesti eikä sillä ole oikeuksia tai velvollisuuksia – vastuu on aina sen kehittäjällä, omistajalla tai käyttäjällä.

2.1 Alkuoletukset

Robotteihin ja niiden eri ilmenemismuotojen kehitykseen liittyy muutamia alkuoletuksia. Näistä oletuksista, trendeistä ja kehitysvauhdista voi olla perustelusti montaa mieltä, mutta alla lyhyesti tämän teoksen taustalla olevat oletukset.

1. Erilaiset melko autonomiset robotit kehittyvät hurjaa vauhtia, nopeammin kuin useimmat asiantuntijatkaan uskalsivat arvioida 2020-luvun alkuvuosina. Näyttävien kung fu- ja tanssiesitysten⁵ lisäksi ne kykenevät jatkossa korvaamaan ihmistyötä yhä monimutkaisemmissa tehtävissä.
2. Käytösmallit eivät koskaan tule olemaan yhtä huonoja kuin ne ovat tänään, sillä neuroverkko-oppiminen, kasvava datakeskuskapasiteetti ja yhä lisääntyvä oppimisaineisto johtavat trendinomaisesti yhä parempiin tuloksiin. Tämä on kirjailijan kannalta turhauttavaa, sillä jos annan tässä järjestykseltä kuulostavan tuoreen esimerkin, se on muutama kuukausi myöhemmin lukuhetkellä onnettoman vanhentunut kömpelö suoritus.
3. Robotit oppivat jopa tuhansia kertoja ihmistä nopeammin, sillä niiden kyky käsitellä ja vastaanottaa tietoa eri muodoissa on suurempi ja rakenteellisesti erilainen kuin ihmisellä.
4. Robotit voivat oppia kollektiivisesti ja opit voidaan kopioida robotista toiseen. Se tarkoittaa sitä, että mitä enemmän robotteja on ja mitä enemmän tehtäviä ne tekevät, sitä paremmiksi kaikki robotit voidaan päivittää ohjelmistopäivityksellä näissä tehtävissä, koska ne samalla keräävät oppimisaineistoa, harvinaisia ja uusia tapahtumia ja tilanteita jne. Ne eivät myöskään koskaan eläköidy samalla tavalla kuin ihmiset, vaan osaaminen on päivitettävissä loputtomasti aina uuden laitesukupolven mukana. Ajattele, jos saisit itse joka päivä osaamiseesi kaikkien samankaltaisia työtehtäviä maailmassa tekevien ihmisten oppimat asiat.
5. Roboteille mahdollisten työtehtävien määrä tulee kasvamaan, ja niiden tehokkuus ja työn laatu niissä tehtävissä tulevat paranemaan jatkuvasti.
6. Robotit ja keinoäly tulevat siis yhä kyvykkäämmiksi korvaamaan yhä

⁵Esimerkiksi Kiinan 2026 kevätgaalan esitys, jota kommentoidaan esimerkiksi tällä videolla <https://www.youtube.com/watch?v=gfJTXIYOynM>

useampia tehtäviä, joita ihmiset nyt tekevät, sekä fyysisesti että kognitiivisesti. Ne tulevat tekemään myös täysin uusia tehtäviä, joita ihmiset eivät ole kyenneet tai halunneet tehdä.

7. Tämä kehitys on vielä alkuvaiheessa, ja kun keinoäly tulee ihmistä kyvykkäämmäksi itsensä kehittämisessä (ohjelmointi, laitesuunnittelu, tietokonesirujen ja järjestelmien suunnittelu ja valmistus), kehitys kiihtyy entistään. Siitä, mihin kaikkeen tämä johtaa, keskustellaan paljon ja myös erittäin huolestuttavia skenaarioita on esitetty. Tämä teos pysyttelee kuitenkin positiivisissa, lähinnä tuotantotaloudellisissa ja kansantaloudellisissa vaikutuksissa. Eri riskejä ja mahdollisuuksia esitellään esimerkiksi kirjassa *The Last Economy*⁶.
8. Keinoälyn, kielimallien, robottien ja robotaksien maailmassa energiankulutuksen ja BKT:n suhde tulee olemaan yhä selkeämpi ja suoraviivaisempi. Robottien valmistamisessa, koulutuksessa ja käytössä keskeisessä asemassa ovat niiden komponenttien vaatimat mineraalit, yhä suuremmat ja kyvykkäämmät palvelinlaitteistot ja kehittyneemmät ajo- tai päättelytietokoneet (englanniksi inference computer) sekä toiminnan mahdollistava sähköntuotanto ja sen siirtoverkot sekä akustot.

2.2 Humanoidirobotit – Keskeiset oletukset

On melko todennäköistä, että juuri humanoidin kaltaiset robotit tulevat aiheuttamaan suurimmat murrokset. Myös roboautot, eli itseään ajavat ajoneuvot, tulevat vaikuttamaan ihmisten elämään isosti, mutta eivät ihan samassa mitataavassa. Roboautojen vaikutukset käsitellään myöhemmin erikseen, sillä ne tarjoavat oivan esimerkkitapauksen yksittäisen sektorin robotisoitumisen vaikutuksista yhteiskuntaan.

Tehdään humanoidirobottien osalta vielä muutama oletus. Tärkeintä ei ole osua täsmälleen oikeaan, vaan löytää perusteltavissa oleva suuruusluokka.

Yksi humanoidirobotti, tehdessään fyysistä työtä, käyttää sähköä noin 100 watin keskiteholla. Lisäksi oletetaan, että sen sensorit ja prosessorit käyttävät keskimäärin 400 wattia (Teslan autojen AI4-tietokone käyttää 100–250 wattia ajaessaan täysin itseajavassa FSD-toiminnossa). Osa tästä kulutuksesta voi olla myös palvelinkeskusten kautta tapahtuvaa ”inference-laskentaa”, silloin kun paikallinen käytösmalli ja prosessori eivät kykene ratkaisemaan jotakin tehtävää. Kokonaisuutena robotti siis käyttää sähköä keskimäärin 500 watin teholla

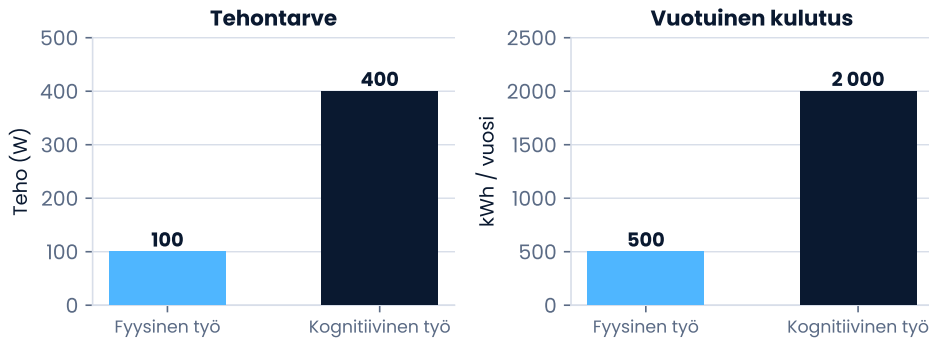
⁶Emad Mostaque, 2025, *The Last Economy: A Guide to the Age of Intelligent Economics*

työskennellessään. Tämä luku voi olla todellisuudessa puolet isompi tai pienempi, sillä kyseessä on lähinnä arvaus kokoluokasta. Oletetaan vielä, että se kykenee tekemään 20 tuntia työtä vuorokaudessa, 250 päivää vuodessa. Loppuaika menee latauksiin, huoltoihin ja ”tyhjäkäyntiin” kuten siirtymiin ja odotteluun. Voi olla, että tyhjäkäynninkin aikana sen prosessoria käytetään hajautettuun laskentaan, mikä voi lisätä jatkuvaa energiankulutusta ehkä 10–30%, mutta jätetään se pois tästä laskelmasta.

• Robotin työtunnit ja energiankulutus

- Robotin käyttämä sähkö työkäytössä: 500 wattia
- Työtunnit vuorokaudessa: 20 h
 - Sähkönkulutus 10 kWh per työpäivä
- Työpäivät vuodessa: 250
 - Työtunnit vuodessa: 5000 h
 - Sähkönkulutus 2,5 MWh per vuosi
- Käyttöikä: 10 vuotta
 - 50 000 h työtä käyttöiän aikana
 - Sähkönkulutus koko käyttöiän aikana 25 MWh
- Käytösähkön hinta kuluineen: 0,1 € /kWh
- Käytösähkön kustannus:
 - 0,05 €/h
 - 1 €/päivä
 - 250 €/vuosi
 - 2500 €/robotti

Robotti siis käyttää sähköä enintään noin 10 kWh vuorokaudessa ja 2500 kWh vuodessa. Oletetaan myös, että robotin keskimääräinen käyttöikä on 10 vuotta, eli koko käyttöikänsä aikana robotti käyttää sähköä noin 25 MWh, karkeasti saman verran kuin sähkölämmitteinen omakotitalo kuluttaa vuodessa. Voi olla, että jotkin robotit tekevät raskaampaa työtä ja toiset kevyempää, eivätkä ne tee jatkuvasti töitä ja päättelyä täydellä teholla, mutta käytetään oheisia numeroita kuvaamaan tilannetta keskimäärin.

Robotin energiankulutus: fyysinen vs. kognitiivinen työ

Kuva 2.1: Robotin oletettu tehontarve ja vuotuinen sähkönkulutus, jaoteltuna fyysiseen ja kognitiiviseen työhön.

Oletetaan lisäksi, että yhden robotin valmistaminen massatuotantona (ilman tuottomarginaaleja) maksaa 15 000 euroa. Sen huoltoihin ja osien vaihtamiseen kuluu 5000 euroa sen 10 vuoden käyttöiän aikana. 15 000 euroa on todennäköisesti yläkanttiin, sillä robotissa massaa (ja siten materiaaleja) on paljon pienemmän auton vähemmän ja massatuotannossa valmistuskustannukset alkavat lähestyä materiaali- ja energiakustannuksia. Esimerkiksi robottien akustot, jotka sähköautossa ovat yleensä kallein yksittäinen komponentti, ovat paljon pienemmät.

• Robotin elinkaaren valmistus- ja huoltokustannus

- Massavalmistuksen kustannus: 15 000 € / robotti
- Huollot käyttöiän aikana: 5000 € / robotti
- Kokonaiskustannus: 20 000 € / robotti
- Hinta jaettuna 10 käyttövuodelle: 2000 € / vuosi
- Hinta jaettuna 250 työpäivälle: 8 €/päivä
- Hinta jaettuna 5000 käyttötunnille: 0,4 €/h.

Valmistuskustannus voi painua ennen pitkää huomattavastikin tuota alemmas, mutta tuskin jää massavalmistuksessa sitä merkittävästi ylemmäs. Robottien käyttämät komponentit ja niiden sisältämät mineraalit voidaan kierrättää hyvin pitkälle, joten voi olla, että uuden mallin saa valmistajalta paljon ovh-hintaa

edullisemmin, jos palauttaa vanhan robottinsa ”pullopanttina” oston yhteydessä.

Keinoälyn koulutus vaatii sekä sähköä että massiivisia palvelinsaleja. Palvelinsaleja suunnitellaan ja rakennetaan hurjassa kilpajuoksussa ja investointien odotetaan kohoavan jopa biljoonaan euroon vuonna 2026⁷. Luotettava, kohtuuhintainen ja mielellään puhdas sähkö on muodostumassa yhä pahenevaksi pullonkaulaksi.

Palvelinkeskusten osuus yksittäisen robotin kustannuksessa voi vaihdella valtavasti, sillä tämä suhteellisen kiinteä kulu jaetaan kaikkien valmistettujen robottien kesken, ja toisaalta erilaisten työtehtävien koulutus vaatii kukin oman resurssinsa.

• Robotin ohjelmistokoulutus

- Koulutukseen menee 20 % robotin elinaikana käyttämästä sähköstä
 - 5 MWh ja 500 €/robotti
 - 500 kWh ja 50 €/vuosi
 - 0,5 kWh ja 0,05 €/h
- Palvelinsalien kustannus: 10 x niiden käyttämän sähkön kustannuksesta
 - 5000 €/robotti
 - 500 €/vuosi
 - 0,5 €/h

Tällä hetkellä kielimallien koulutuksen ja käytön vaatima sähkönkulutus on karkeasti suhteessa 20/80. Oletetaan, että robotin ohjelmiston koulutuksen vaatima sähkömäärä on 20 % muun sähkönkäytön päälle, eli 5 MWh/robotti (500 € olettaen sähkönn hinnan 10 c/kWh). Tämä voi olla paljon tai vähän, riippuen esimerkiksi siitä, kuinka moneen robottiin kukin koulutuspaketti asennetaan – joskin eri taidot vaativat omat koulutuksensa, ja yhteen robottiin saattaa sen käyttöiän aikana päätyä useampia ohjelmistoja.

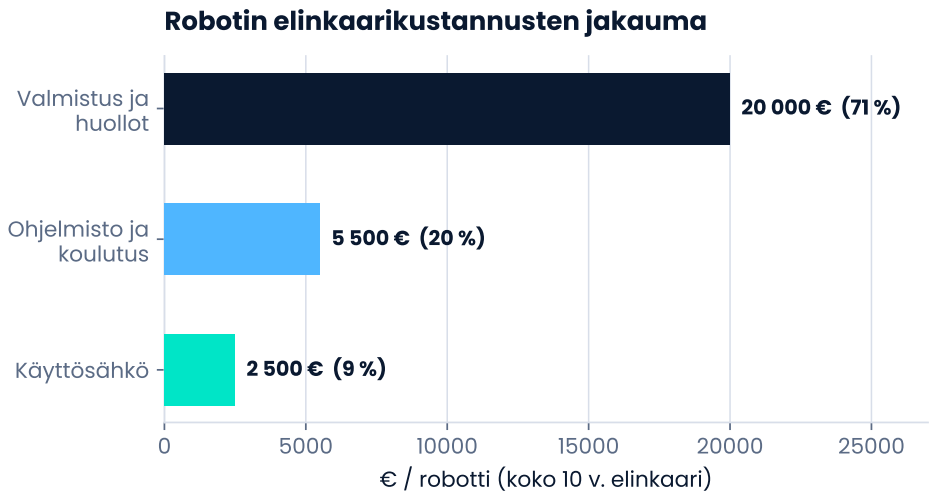
Palvelinkeskukset laitteineen ja ylläpitotoineen puolestaan muodostavat 80–90 % koulutuksen kustannuksista, siinä missä sähkö on 10–20 % kustannuksista. Tämä riippuu toki myös sähkönn hinnasta. Oletetaan, että mallin koulutukseen käytettävän palvelinkeskuksen muut kustannukset ovat 10 kertaa suuremmat

⁷<https://futurumgroup.com/insights/ai-capex-2026-the-690b-infrastructure-sprint/>

kuin sähkön kustannus, eli 5000 euroa per robotti.

• **Yhteenveto robotin elinkaarikustannuksista**

Alla on taulukossa vielä yhteenveto robotin elinkaaren kustannuksista jaettuna valmistus- ja huoltokustannuksiin, ohjelmistoon ja koulutukseen (sisältäen palvelinkeskukset ja niiden sähkönkulutuksen) sekä robottien käytösähkön.



Kuva 2.2: Robotin elinkaarikustannusten jakauma valmistus- ja huoltokustannuksiin, ohjelmistoon/koulutukseen sekä käytösähkөөn (ilman valmistajan katetta).

Yhteenveto kustannuksista	€/h	€/työpäivä	€/kk	€/vuosi	€/robotti	%-osuus
Valmistus ja huollot	0.4	8.0	167	2000	20000	71%
Ohjelmisto ja koulutus	0.11	2.2	46	550	5500	20%
Käytösähkö	0.05	1	21	250	2500	9%

Nämä oletukset osoittautuvat tulevaisuudessa vääriksi, mutta ne ovat perusteltavissa ja niitä voidaan käyttää kokonaiskuvan muodostamiseen. Tuntikustannukseksi robotin tekemälle työlle tulee näillä oletuksilla 56 senttiä⁸. Vaikka

⁸Taannoisessa Moonshots-podcastissa arvioitiin kuluttajahinnoiksi hyvin samansuuntaisia lukemia. <https://podcasts.apple.com/fi/podcast/moonshots-with-peter-diamandis/id1648228034?i=1000722102714>

kustannukset olisivat todellisuudessa kertaluokkaa tai kahtakin isommat, ei sil-
lä ole ison kuvan kannalta hirveän suurta merkitystä: robottien tekemä työ on
jopa kymmeniä kertoja ihmistyötä edullisempaa länsimaisella palkkatasolla.

Investointipankki Morgan Stanley'n analyytikko Adam Jonas julkaisi kesällä 2025
videon⁹, jossa hän haarukoi robottien tulemisen perusteita ja seurauksia eri
sektoreille. Hänen arvionsa eivät ole merkittävästi erisuuntaisia. Globaali työ-
markkina on noin 40 biljoonaa dollaria (4 miljardia työläistä, keskimäärin 10 000
\$/vuosi). Yksi 5 dollarin tuntihinnalla vuokrattu humanoidirobotti voi korvata
kaksi 25 dollarin tuntihinnalla työskentelevää työntekijää. Jonasin laskelmien
mukaan robotin "nykyhetken nettoarvo" (net-present value, NPV) on tällöin
noin \$200 000 per robotti.

Yllä olevassa laskelmassa ei tosin ole vielä mukana valmistajien ja ohjelmistoyh-
tiöiden katteita. Näitä voi laskea ja arvioida monella tavalla. Alla olevassa taulu-
kossa on oletettu robotille 5000 € myyntikate per robotti (33,34 %) ja ohjelmis-
tolle 90 %:n kate koulutuskustannukseen nähden.

Yhteenveto kustannuksista	€/h	€/työpäivä	€/kk	€/vuosi	€/robotti	%-osuus
Valmistus ja huollot	0.5	10.0	208	2500	25000	30%
Ohjelmisto ja koulutus	1.10	22.0	458	5500	55000	67%
Käyttösähkö	0.05	1	21	250	2500	3%

Näillä oletuksilla robotin kokonaiskustannuksesta noin 66 % olisi valmistajan
katetta, 31 % valmistus- ja koulutuskustannusta, ja loput on käyttösähköä. Val-
mistajan kustannus sisältää alla olevassa taulukossa myös huollot.

	€/h	€/työpäivä	€/kk	€/vuosi	€/robotti
Kokonaiskustannus YHTEENSÄ	1.65	33.00	687	8250	82500
Valmistajan kustannus	0.51	10.20	213	2550	25500
Valmistajan kate	1.09	21.80	454	5450	54500

Varsin korkealla 90 %:n katteella ohjelmistopakettien myynti tai liisaus dominoi
sekä kokonaiskustannusta että valmistajan saamaa tuottoa. Ohjelmiston tarjoa-

⁹<https://www.morganstanley.com/insights/videos/humanoid-robots-adam-jonas>

ja saisi tällöin noin 5 000 euroa vuodessa puhdasta tuottoa per robotti. Jos valmistajalla on asiakkaille toimitettuna 100 miljoonaa robottia, ohjelmiston myynnin vuotuinen tuotto on 500 miljardia.

Kyseinen kate ei kuitenkaan ole kustannuksena kuin noin euron per työtunti, joten varsin perusteltavissa on myös korkeampi kate. Tulevaisuuden humanoidirobotteja ja niiden käyttöohjelmistoja kouluttavilla palvelinkeskuksilla tulee olemaan erittäin korkea maksukyky esimerkiksi niiden käyttämästä sähköstä. Tämä on jo johtamassa lieveilmiöihin, kuten nouseviin sähkönhintoihin, jos palvelinkeskuksat ja robotit yleistyvät sähköntuotantokapasiteettia nopeammin, sillä ne pystyvät tuottamaan käyttämällään sähköllä niin paljon lisäarvoa, että monet muut käyttötarkoitukset päätyvät väistymään tarjouskilpailussa.

• Sähkömarkkina ja robotit

Sekä palvelinkeskuksat että humanoidirobotit hyötyvät toimitusvarmasta sähköstä. Nykyisten palvelinkeskusten joustokyky on varsin rajallinen, karkeasti ehkä 10–30 %, mutta tämä riippuu palvelinkeskuksista. Jatkossa niiden joustohalu tulee pienenemään suhteessa tuottamaansa arvoon. Jos humanoidirobotin koulutukseen käytetty megawattitunti on arvoltaan 1000 euroa ohjelmistosta saatavan hyödyn ja hinnan kautta, on palvelinkeskuksen maksukyky ”marginaalissa” periaatteessa lähellä tuota. Ohjelmistokoulutuksen alasajo huonolla hetkellä voi toki olla kustannukseltaan paljon tuotakin korkeampi (tai vastaavasti matalampi, jos kyseessä on kissavideon luominen ja lähettäminen kuluttajalle muutaman sekunnin viiveellä).

Robotit puolestaan tuottavat käyttämäänsä megawattituntia kohden hyvinkin kymmeniä tuhansia euroja arvoa. Vaikka niiden lataamista voi toki optimoida spot-hintojen mukaan, on kalliinkin sähkön osuus niiden työpanoksen arvoon nähden hyvin pieni. Mitä vähempiarvoista ja ajallisesti joustavampaa työtä robotti tekee, sitä suurempi on sen omistajan kannustin optimoida robottinsa latausta pörssisähkön hinnan mukaan. Lähtökohtaisesti joustohalu on kuitenkin hyvin pieni, koska kustannusrakennetta dominoivat muut kustannukset käyttö-sähkön sijaan.

Oletetaan, että yhden robotin akuston koko tulee olemaan 3–4 kWh, jolla se pystyy tekemään työtä suurin piirtein 6–8 tuntia, yhden ihmistyöpäivän. Robotin lataaminen yhtä 8 tunnin työpäivää varten maksaa erittäin korkeillakin sähkön hinnoilla ehkä euron. Akun koko on karkeasti 20 kertaa pienempi kuin sähköautoissa on (50–80 kWh). Jos robotin akun koko on keskimäärin 3 kWh ja niitä on miljoona, on roboteissa 3 gigawattitunnin energiavarasto, jota ne pys-

tyvät lataamaan luultavasti parin kilowatin teholla (tähän riittää 10 ampeerin pistorasia).

Miljoona robottia voi aiheuttaa yhtä aikaa ladataksaan noin 2 GW:n kysyntäkuorman sähköjärjestelmään, joka vastaa karkeasti kahta isohkoa ydinvoimalaa, Suomen yön ja päivän välistä sähkönkulutuksen eroa tai vesivoimaloidemme tuotannon säätökapasiteettia. Akun täyttö tyhjästä täyteen vie puolestaan 1–2 tuntia. Kolmen gigawattitunnin sähkövarastolla pyörittäisi Suomea ajankohdasta riippuen karkeasti varttitunnin.

Yhtäällä, jos robotin akku alkaa olla tyhjä, mutta työtä on vielä jäljellä ja sillä on kiire, niin sen kannattaa mennä hetkeksi latureihin riippumatta sähkön senhetkisestä hinnasta. Toisaalta, järkevällä ennakoinnilla ja automaatiolla lyhyet hintapiikit voidaan välttää lataamalla robotteja ennakoon, mikäli latureita riittää. Tätä ”työnjohtoa” ja optimointia tullaan tekemään etenkin tekoälyn ja algoritmien avulla. Vaihtoehtona robotin käyttäjälle on myös maksaa spot-markkinoiden riskienhallinnasta sähkön myyjälle ottamalla kiinteähintainen sähkösopimus.

Akustot roboteissa tuottavat todennäköisesti paljon enemmän arvoa kuin akusto osana sähköjärjestelmää. Siksi robottien ei kannata olettaa toimivan merkittävänä sähköverkon kysynnän ja tarjonnan tasaajana. Toisaalta, tällaisessa tilanteessa akkuja ei ylipäätään kannata valmistaa sähköverkon tasaajiksi, vaan ne kannattaa laittaa robotteihin ja roboautoihin. Akkuja ja akkukemioita on onneksi monentyyppisiä, joten eri käyttötarkoituksiin löytyy omansa. Myös esimerkiksi datakeskukset tarvitsevat yhä enemmän akkuja tasaamaan sähkön laatua, seuraamaan käytön aiheuttamia kulutusvaihteluja ja turvaamaan sähkönsaannin poikkeustilanteissa. Näitä akkuja halutaan yhä enemmän valjastaa myös sähköjärjestelmän käyttöön.

Akkumarkkina on viime vuosina heilahdellut villisti, kun tuotantokapasiteettia on ensin rakennettu valtavasti, minkä jälkeen esimerkiksi monet autonvalmistajat ovat peruneet tai lykanneet sähköistymissuunnitelmiaan. Tämä on johtanut ylituotantoon ja hintojen romahtamiseen. Akut ovat kuitenkin ylipäätään niin käyttökelpoisia monessa tarkoituksessa, että niille löytyy lopulta asiakas, kunhan hinta on kohtuullinen.

LUKU 3

Robotit ja talous

Robottien tekemän työn ja tuottaman arvon mittaaminen voidaan tehdä monella tapaa. Tässä yhteydessä käytän sitä summaa, joka vastaavan ihmistyön teettämisestä maksetaan. Jos siis työntekijälle maksetaan kaikkine palkan sivukuineen, vakuutuksineen ja lomarahoineen vaikka 25 euroa tunnissa, hän periaatteessa tuottaa keskimäärin vähintään tuon verran arvoa. Todellisuudessa arvo on todennäköisesti paljon suurempi, koska taustalla on monia muitakin kuluja, kuten investointien kuoletukset, vuokrat, sähkö ja lämpö, hävikki, muut vakuutukset sekä muut yrityksen yleiskustannukset ja pääoman tuottovaatimus. Tässä laskelmassa asiaa lähestytään yksinkertaisuuden vuoksi työn kustannuksen tai minimiarvon kautta eikä esimerkiksi asiakkaalle tuotetun kokonaisarvon kautta.

Suomessa vähimmäistuntipalkka on noin 10 euron luokkaa, mutta se riippuu paljolti alasta ja siellä olevista työehtosopimuksista sekä tietenkin alan yleisestä tuottavuudesta. Sivukuluineen päivineen kustannus työnantajalle on karkeasti 15 €, joten paljon tätä pienempää (suoraa + epäsuoraa) arvoa tuottavia töitä ei Suomessa kannata (laillisesti) teettää.

Mediaani bruttopalkka puolestaan on noin 3600 €/kk (~22 €/h). Mediaani tarkoittaa, että puolet suomalaisista tienaa tuota vähemmän ja puolet enemmän. Nettona tästä jää tekijälle käteen noin 2200 €/kk (~13 €/h) ja seuraavasta tienatusta lisäeurosta noin puolet menee verottajalle. Työnantajan maksamat suorat sivukulut ovat bruttopalkan päälle yhteensä 20–25 %, eli mediaanipalkassa noin 5 €/h tai 800 €/kk ja minimipalkassa noin puolet tästä. Tämän päälle tulevat mahdolliset muut epäsuorat kulut kuten työterveyshuolto, lounas-, liikunta- ja kulttuuriedut, rekrytointi- ja koulutuskulut, työvälineet ja työtilat jne.

Työntekijän saaman nettoansion perusteella työnantajan on saatava työnteki-

jän työpanoksesta arvoa hyvinkin kaksinkertaisesti, jotta työllistäminen on kestävällä pohjalla. Tämä laskelma on hyvä pitää mielessä, kun mietitään robotin työllään tuottamaa arvoa suhteessa vastaavan arvon tuottamiseen ihmisellä ja sen kokonaiskustannukseen.

Tehdään laskelmaa varten yksinkertainen oletus, että robotti pystyy tuottamaan arvoa 15 €/h, eli karkeasti saman verran kuin minimipalkkainen työntekijä tuottaa vähintään. Tällaisen työn osaamisen vaatimustaso ei yleensä ole kovin korkea, joskin poikkeuksiakin on¹. Arvio on siis hyvinkin alakanttiin. Herkkyystarkasteluun voimme ottaa lisäksi 10 €/h ja 20 €/h arvot.

Jos robotti työskentelee 20 h vuorokaudessa ja 250 vuorokautta vuodessa, on tämä 5 000 tuntia vuodessa. Jos robotti pysyy samassa työpisteessä koko ajan, 5 000 tuntia vuodessa on kenties alakanttiin. Jos se taas liikkuu paljon paikkojen välillä, on se ehkä yläkanttiin (joskin se voi kenties käyttää siirtymiä esimerkiksi akkujen lataukseen). 5 000 tuntia on perusteltavissa oleva keskiarvo. Joissain käyttökohteissa tuntimäärä voi ylittää 7 000 tuntia vuodessa, joissain toisissa voidaan olla 3 000 vuositunnin tuntumassa.

Tällöin yhden robotin tuottama bruttoarvo yhteiskunnalle on 50 000–100 000 € vuodessa. Ihmistä korkeamman työmäärän ansiosta robotin kokonaistulos on alimmallakin arvontuottoasteella mediaanisomalaisen palkan ja sivukulujen tasolla. Oheisessa taulukossa on yhden robotin tuottama bruttoarvo eri herkkyystarkasteluissa.

Työn arvo	€/h	€/työpäivä	€/kk	€/vuosi	€/käyttöikä
Matala	10	200	4167	50,000	500,000
Keski	15	300	6250	75,000	750,000
Korkea	20	400	8333	100,000	1,000,000

Kuten aiemmin laskimme, työn kustannus ilman valmistajan katteita oli noin 56 senttiä/h, tai 2800 €/vuosi. Matalalla 10 €/h arvontuotolla kustannukset painuvat alle 6 % tuotetusta bruttoarvosta, jättäen melkein 95 % katetta. Muistetaan myös, että tarkastelussa keskimmäinen työn arvo, 15 €/h, vastaa karkeasti länsimaista matalapalkkatyöläisen tuottamaa minimiarvoa, jolla henkilö ylipäättään kannattaa pitää töissä. Korkea työn arvo, 20 €/h, on puolestaan vielä suomalaisen mediaanipalkan alapuolella ja vastaa vain noin kahta kolmannesta mediaanipalkasta sivukuluineen.

¹Esimerkiksi taide-, kulttuuri-, humanistisilla ja kasvatuksen aloilla palkkataso voi olla suhteellisen matala, vaikka työ saattaa vaatia korkeakoulututkinnon ja olla vaativaa.

Näillä oletuksilla robotin ei tarvitse olla kyvykäs tuottamaan kuin kymmenes-osa matalapalkkatyöntekijän tuottamasta arvosta per tunti, kun se alkaa näyttää varsin kannattavalta investoinnilta – vaikka mukana olisivat yllä mainitut valmistajan katteetkin, jotka noin kolminkertaistaisivat robotin elinkaarikustannuksen.

Milloin viimeksi ihmiskunta on törmännyt näin radikaalisti talouden oletuksia ja sääntöjä muuttavaan tuottavuusloikkaan?

3.1 Paljonko robotteja voi tulla?

Robottien ”tulemista”, aikataulua ja volyymejä voi tarkastella monella tapaa. Pulonkaulaksi voi muodostua ainakin:

- Potentiaalisten käyttökohteiden määrän kehitys.
- Osaamisen tason parantuminen (palvelinkeskukset ja niiden laitteistot sekä koulutusmateriaalin määrä ja laatu).
- Valmistuskustannus suhteessa hyödyllisyyteen.
- Fyysinen kokoonpanokapasiteetti.
- Komponenttien ja niiden raaka-aineiden tuotantoketjut ja valmistuskapasiteetti.

Peruslaskelmista havaitsimme, että ihmistyöhön verrattuna robottien käyttökustannukset tulevat olemaan matalat, kunhan massavalmistukseen päästään ja laitteistoista saadaan riittävän kestäviä ja helppoja huoltaa.

Humanoidit ovat monikäyttöisin robottien ilmenemismuoto, koska rakennettu maailma on paljolti suunniteltu humanoideille, eli ihmisille. Siksi myös niiden tuotantovolyymit kasvavat nopeimmin, mikä johtaa kriittiseen kehityskierteseen tuotekehityksessä, valmistuskapasiteetissa ja valmistuskustannusten alenemisessa. Vaikka johonkin työhön soveltuisi hieman erimallinen robotti paremmin, voi silti olla kustannustehokkaampaa hoitaa se humanoidilla. On helppo kuvitella erilaisia tylsiä tai melko yksinkertaisia, aikaa vieviä tehtäviä, jotka robotti oppii hoitamaan riittävällä laadulla.

Alla muutama esimerkki fyysisistä tehtävistä joihin robotti soveltuu vähintään kohtalaisesti:

- Hampurilaiskokki pikaruokalassa

- Tarjoilija
- Kassatyöntekijä, hyllyttäjä
- Siistijä
- Opettaja tai koulunkäyntiavustaja
- Kotiavustaja/kodinhoitaja
- Monet sairaanhoidon eri tehtävät
- Ruoka/tavaralähetti
- Tavaroiden siirtelyyn ja kantamiseen liittyvät tehtävät monilla eri aloilla
- Tehdastyöläisten monet tehtävät
- Turvallisuushenkilöstön monet tehtävät.

Ohessa on vain ensimmäisen viiden minuutin aikana mieleen tulleita työtehtäviä. Ihmisillä on taipumuksena etsiä yksittäisiä tehtäviä, joita robotti ei (aina-kaan heti aluksi) osaa kokonaan hoitaa ja vetää siitä johtopäätös, että ”niinpä robotti ei voi korvata kyseistä työtä.” Mutta jos robotti kykenee tekemään sairaalassa työtehtäviä, jotka nyt vievät paljon henkilökunnan aikaa muilta tärkeiltä tehtäviltä, vaikkapa ruokatoimitukset, asiakkaiden voimien kyselyt ja tutkimusten tulosten luku ja tulkinta, tavaroiden tai pyykkien kuljetukset, lääkkeiden annostelut ja niin edelleen, niin on helppo kuvitella robotin olevan erittäin hyödyllinen sairaalatyöntekijä, vaikka se ei ihan kaikkiin tehtäviin soveltuisikaan. Jos työntekijän työtehtävistä 50 % hoidetaan keinoälyllä tai roboteilla, vaikutus kokonaisuuteen on todella merkittävä.

Lisäksi se olisi eittämättä keskivertoihmistä parempi/huolellisempi monissa tärkeissä tehtävissä, joissa pienet, vaikka väsymyksestä johtuvat huolimattomuusvirheet voivat kantaa vakavia seurauksia asiakkaiden terveydelle. Robotti ei ole koskaan väsynyt tai ärtynyt. Sen huomio ja ajatukset eivät ole toisaalla. Se ei unohda. Se jaksaa tarkistaa asiat tarvittavan monta kertaa. Nämä ovat kaikki ominaisuuksia, jotka ihmisiltä puuttuvat, mutta jotka ainakin itse haluaisin minua hoitavalta henkilökunnalta löytyvän.

Ihmishoitaja tai lääkäri on varmasti *parhaimmillaan* vielä pitkään robottia ja keinoälyä parempi, mutta ongelma on, että tämä ”parhaimmillaan oleminen” tapahtuu melko harvoin ja melko harvoille, koska ihmiset ovat ihmisiä. Niinpä robotit tulevat olemaan ensin parempia kuin heikoimmin suoriutuva 10 % ihmisistä. Sitten heikoimmat 20 %, 40 %, 60 % ja niin edelleen. Robottia ei siis

tule verrata siihen ideaaliin, täydelliseen ihmiseen hänen parhaana päivänään, mikä on yleinen ja helposti tapahtuva ajatusvirhe. Tämä ihminen ei ole käytettävissä kuin teoreettisesti eikä hän skaalaudu koko terveydenhoitojärjestelmän käyttöön 24/7.

Monesti voi jopa käydä niin, että edes keskiverto-osaamisella varustettua verrokki-ihmistä ei ole saatavilla ollenkaan. Monilla aloilla on Suomessa pulaa osaavasta työvoimasta. Osa pulasta johtuu ihmisten vähäisestä kiinnostuksesta (työn luonne ja kuormittavuus, palkkaus), osa siitä, että alalle on koulutettu liian vähän, osa siitä, että kyseisellä alueella ei asu osaajia riittävästi, ja heidän houkuttelemisensa muualta on vaikeaa. Kaikki nämä ongelmat ovat teoriassa ratkaistavissa, mutta usein käytännössä niiden ratkaiseminen on vaikeaa ja aikaa vievää, jopa mahdotonta.

Lisäksi, jos vaikka perusterveydenhuollossa on työvoimapulaa, muodostuu sinne hoitovajetta. Tämä aiheuttaa lisäkustannuksia ja pidentyviä hoitonoja, joiden vuoksi ihmisten vaivat ja sairaudet etenevät ja voivat kroonistua. Tällöin AI:n tuottamaa palvelua ei voi verrata ihmisen antamaan hoitoon, vaan siihen, ettei hoitoa saa ollenkaan. AI-hoitajat ja lääkäripalvelut ovat periaatteessa saatavilla 24/7 ilman merkittävää jonotusta ja yötyölisää, todella pienellä tuntikustannuksella. Palvelun laatu ja osaaminen tulevat paranemaan jatkuvasti, ja on vain ajan kysymys, milloin se on parempaa kuin ihmisten tarjoama yli 90 % ajasta².

HS:n artikkelissa työeläkevakuutusyhtiö Varman toimitusjohtaja Risto Murto maalailee, että jatkossa, alkaen seuraavien 10 vuoden aikana, kun suuret ikäluokat siirtyvät aktiiviselta eläkkeeltä yhä enenevässä määrin ympärivuorokautiseen hoivaan, aikuiset lapset saattavat joutua ottamaan enemmän vastuuta vanhemmistaan³.

Tämä yhtälö on erittäin vaikea ratkaista. Aikuiset lapset ovat usein jo nyt täysin työllistettyjä työelämässä ja omien lastensa hoitamisessa, eikä nettopalkkaa jää suhteellisen korkeiden verojen jälkeen paljoakaan käteen. Aikaa ei siis ole, rahaakaan ei välttämättä ole laitospaikkaan tai edes ”au pair”-hoitajaan⁴, eikä usein myöskään ole jaksamista. Noin 3600 euron mediaanipalkasta ei verojen ja pakollisten kulujen (asunto, liikkuminen, ruoka, energia, terveys, vaatteet) jäl-

²Ihminen ei ole virheetön. ”Vuonna 2024 Potilasvakuutuskeskus antoi 8 536 ratkaisua potilaskorvahinkojen korvattavuudesta. Korvauksenhakijoista neljännes (24,6 %) sai myönteisen korvauspäätöksen vähintään yhden hoitopaikan osalta.” <https://www.pvk.fi/ajankohtaista/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset-ja-tiedotteet/2025/potilaskorvahinkoilmoitusten-maarassa-nousua-2024/>

³<https://www.hs.fi/politiikka/art-2000011388680.html>

⁴Norja lakkautti ongelmallisen au pair -järjestelmän: miksi Suomi sallii sen yhä? (2026). <https://www.hs.fi/feature/art-2000011816701.html>

keen jää kummoisia summia vapaaehtoiseen kulutukseen. Ja puolella väestöstä palkka on siis tätä pienempi.

Suomessa yhteiskunta ja valtio ovat sopineet kansalaisten kanssa, että maksetuilla veroilla yhteiskunta hoitaa vanhukset ja sairaat. Tämä lupaus on aikanaan tehty nojaten oletuksiin esimerkiksi väestönkasvusta, jotka eivät ole toteutuneet. Yhtälöön tarvitaan lisämuuttuja, sillä työväestön selkänahasta ei kenties ole yksinkertaisesti mahdollista ottaa irti merkittävästi nykyistä enempää.

Kotihoitorobotti voi auttaa, hoitaa ja tarkkailla kotona asuvaa vanhusta tai toimintakyvyn vajauksesta kärsivää ihmistä vuorokauden ympäri, ja kustannus voi silti olla huomattavasti edullisempi kuin laitospaikka. Myös elämänlaatu voi olla huomattavasti parempaa, kun kotona on yksinäiselle ihmiselle jatkuvasti apua ja väsymätöntä keskusteluseuraa. Robotille voidaan ladata henkilön täysi hoi-tohistoria, vaivat, tapaturmat ja taudit, ja se muistaa ne aina täydellisinä ja voi jatkuvasti seurata, miten henkilön tila muuttuu, ja siten myös ennakoida monia alkavia sairauksia.

Emme halua, että kukaan saa huolimattomuusvirheen tai viimeisimmän tiedon tarkistuksen puutteen takia väärän lääkityksen (molemmat tapauksia, joita lähipiirissäni on käynyt). Jos siis roboavustajat voivat vaikka vain vähentää hoi-tohenkilökunnan kuormitusta tekemällä osan rutiinitehtävistä, voi positiivinen vaikutus hoidon laatuun olla mittava samalla, kun kustannukset pysyvät kurissa.

Ennen pitkää eteen tulee tilanne, jossa on mahdollisuus ottaa käyttöön robotti, joka on huomattavasti ihmistyötä edullisempi ja suoriutuu ainakin osasta tehtäviä riittävän hyvin ihmiseen verrattuna. Mitä edullisempi ja suorituskykyisempi robotti on verrattuna ihmiseen, sitä todennäköisemmin ihmistyö korvataan robotilla. Trendinä korvaaminen tapahtuu pääsääntöisesti työpaikan heikoiden tuottavasta ihmistyöntekijästä alkaen.

Aidosti hyödyllisten robottien kysyntä todennäköisesti kasvaa nopeammin kuin niiden tuotanto. Tällöin pullonkaulaksi muodostuu tuotantoketju tai jokin osa siellä, kuten akustot, aktuaattorit ja moottorit, sensorit tai päättelytietokoneet, tai robottien käytösmallien koulutukseen käytettävät palvelinkeskukset ja niiden tarvitsemat tietokonesirut ja vakaa sähköntuotanto. Kun kysyntää on enemmän kuin tarjontaa, markkina tasapainottuu hintojen nousulla, mikä puolestaan kannustaa investointeihin tuotantoketjun pullonkaulojen purkamiseksi.

Autoja valmistetaan noin 100 miljoonaa vuodessa, ja suurimmat valmistajat (Toyota ja Volkswagen) valmistavat niitä noin 10 miljoonaa vuodessa kumpikin. Au-

toja on maailmalla kolmisen miljardia. Robotteja voi tulla paljon enemmän kuin autoja. Ne ovat pienempiä eli vievät vähemmän materiaaleja ja energiaa, minkä lisäksi ne ovat myös monikäyttöisempiä. Yksi roboteille ensimmäisten joukossa opetettavista työtehtävistä lienee robottien valmistus ja kokoonpano. Tämä mahdollistaa tuotannon skaalaamisen suureksi todella nopeasti verrattuna ihmisten pääosin pyörittämiin tehtaisiin.

Robottien tuotantovauhti voi siis alkuun päästyään kasvaa nopeasti, useita satoja prosentteja vuodessa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että voimme olla sadan miljoonan robotin vuotuisessa tuotantovauhdissa alle vuosikymmenessä, siis parissa hallituskaudessa. Tesla alkaa suunnitelmiensa mukaan rakentaa Fremontin tehtaalleen miljoonan Optimus-robotin vuosituotantoon kykenevää tuotantolinjaa 2026 aikana⁵, jonka jälkeen vuorossa on kymmenen kertaa isompi linjasto Teksasin tehtaalla. Julkilausuttu tavoite on tehdä historian nopein tuotannon ylösajo. Tuotantovauhti pelkästään Teslalla tulee kenties olemaan miljoona robottia vuodessa vielä 2020-luvulla, ja se on vain yksi monista humanoidirobotteja kehittelevistä yhtiöistä.

Tällaiset määrät alkavat ennen pitkää näkyä myös niitä ja niiden keinoälyohjelmistoja valmistavien yritysten osavuosikatsauksissa. Ensin se tulee näkymään massiivisina investointeina ja vaatimattomina tuottoina, kun sekä osaamista että tuotantolinjoja vielä kehitetään. Mutta jossain vaiheessa robotin kustannus kääntyy pienemmäksi kuin sen tuottama arvo, jonka jälkeen tämä ero jatkaa kasvuaan sitä nopeammin, mitä enemmän robotteja valmistetaan ja otetaan käyttöön yhä uusiin tehtäviin.

Toisaalla vertasimme hieman yhden robotin vuotuista tuottoa ja sen valmistamiseen ja käyttöön liittyvää kustannusta. Jos yksi robotti tuottaa esimerkiksi 60 000 euron arvosta tuotteita ja palveluita kulujen jälkeen vuodessa, ja jos tämä ”tuotto” tai hyöty jaetaan tasan valmistajan, omistajan ja kuluttajan kesken, on sadan miljoonan robotin ”laivaston” vuotuinen liikevoitto niitä valmistavalle yritykselle 2000 miljardia euroa.

Liikevoitto olisi siis samaa kokoluokkaa kuin nykyisten maailman suurimpien yhtiöiden markkina-arvo (1–4 biljoonaa kukin), ja noin 7-kertainen esimerkiksi Suomen koko bruttokansantuotteeseen verrattuna (noin 295 miljardia euroa 2025:n arvio). Tässä esimerkkilaskelmassa 2000 miljardia on vasta kolmannes koko potista, eli vastaavat siivut tulisivat myös vaikkapa robottien omistajille/-käyttäjille, sekä kuluttajille (esimerkiksi alentuneena hyödykkeen hintana, ro-

⁵<https://www.assemblymag.com/articles/99853-tesla-to-end-model-x-s-production-convert-fremont-space-for-optimus-robots>

bottien tuottavuuden verottamisen kautta tarjottuna perustulona tai muuna etuna).

3.2 Pullonkaulana teknologia, vai ihminen?

Ohessa käsiteltiin eri pullonkauloja ohjelmistojen ja valmistusteknologian kehittämisessä sekä valmistuskapasiteetin kasvattamisessa. Yksi isoimmista pullonkauloista saattaa kuitenkin olla ihminen ja olemassa olevat tavat organisoi-
tua, johtaa ja tehdä työtä.

Yksinkertaisimmillaan pullonkaulan voi kuvata näin: Sari Sairaanhoitaja toimii osastopäällikkönä sairaalassa. Hän ja hänen alaisensa ovat ylityöllistettyjä, uupumuksen partaalla ja jatkuvien ristiriitaisten vaatimusten ristitulella. AI:n tai robottien käyttöönotto voisi helpottaa heidän työtaakkaansa monin tavoin hoitamalla suuren osan työtehtävistä tehokkaasti ja kustannustehokkaasti. Mutta se vaatisi Sarilta ja hänen kollegoiltaan uutta ajattelutapaa ja kognitiivisia ponnisteluja, kykyä keskittyä tämän asian miettimiseen ja suunnittelemiseen sekä jälleen uuden muutoksen sietokykyä. Se voisi myös vaatia täysin uuteen lainsäädäntöön ja sääntelyyn tutustumista sekä monien vastuuasioden analysointia ja ratkaisemista.

Monen organisaation ”Sari” on aivan liian kuormittunut kyetäkseen ottamaan asioista selvää ja käynnistämään organisaation sisällä projektin keinoälyn ja robottien käyttöönoton edistämiseksi. Niinpä asia jää, kuormitus pahenee eikä tilanne lähde korjaantumaan. Monesti jo nykyisillä AI:n kyvykkyyksillä teknologia itsessään ei ole rajoite, vaan ihmisten ja organisaatioiden kyky omaksua ja soveltaa sitä tehokkaaseen käyttöön.

Muutokseen pitää siis investoida etupainoisesti sekä aikaa että rahaa. Oppiminen, työprosessien muuttaminen ja teknologian käyttöönotto esimerkiksi hoivatyössä vaativat paljon ponnisteluja, suunnittelua ja harjoittelua. Näin iso muutos ei onnistu ilman systemaattista ja pitkäjänteistä työtä. Sitä ei voi tehdä ”oman toimen ohella”.

Yrityksissä tämä kyky omaksua tulee nopeammin, ja markkinoiden paineessa: jos yritys ei onnistu tehostamaan toimintojaan samalla kun kilpailija tekee niin, yritys katoaa ennen pitkää markkinoilta. Julkisella sektorilla kannustimet ovat usein erilaisia, toimialasta riippuen. Todella paljon riippuu myös organisaation johdosta ja sen kyvystä omaksua uutta tietoa, uusia tapoja ajatella, strategista ajattelua ja keinoja viedä ajattelun ja työtapojen muutoksia organisaatioon.

Kenties vielä enemmän riippuu ylipäättään kannustimista, päätöksentekijöiden osaamisesta ja motiiveista sekä siitä, miten rahoituksen ja sen käytön kehikko määrittää sitä, mitä voidaan tehdä. Tästä on hyvä esimerkki HS:n artikkelissa ”Hallitus laskee: Teknologiaa käyttämällä voidaan vähentää 662 hoitajaa⁶.”

Yksi keskeinen kehikon ongelma on se, että lakiin on kirjattu hoitajamitoitus, eli montako hoitajaa pitää olla per ympärivuorokautista hoitoa vaativa potilas. Hoitajamitoitusluku on kirjoitushetkellä 0,6, mutta sen suuruus tai pienuus on tässä yhteydessä vähiten kiinnostava asia.

Ensinnäkin hoitajien määrä per potilas on välillinen ja varsin epätäydellinen mittari hoidon laadulle. Se on kuitenkin helposti mitattavissa oleva, niin luku-
na kuin kustannuseränä. Se on ”numero”, joten se koetaan itsessään, mittarina, arvoneutraaliksi, mutta sen ympärillä voidaan käydä hyvinkin arvopitoista poliittista keskustelua. Tämän yksittäisen luvun sijaan tärkeä asia on kuitenkin hoidon laatu, potilaan elämänlaatu, sekä hoidon kustannus yhteiskunnalle.

HS:n artikkelissa keskustelua käytiin siitä, voidaanko teknologia laskea hoitajamitoitukseen, millä ehdoin, ja miten paljon sitten voidaan leikata hyvinvointialueiden rahoituksesta. Hallituksen lakiesityksen mukaan teknologia voisi laskea hoitajamitoitusta vain 0,6 ylittävältä osalta. Teknologian käytössä voitaisiin siis laskennallisesti olettaa, että niissä tilanteissa, joissa hoitajamitoitus on vielä hieman yli lain määräämän minimin, tätä hoitajien määrää (ja siten rahoitusta) voidaan laskea teknologian avulla.

Koko kehikko on niin sekava ja kunkin toimijan kannustimet niin ristiriitaiset, että on todella vaikea nähdä toimijoiden satsaavan pitkäjänteisesti teknologian käyttöönottoon. Siihen kun ei tarjota resursseja (päinvastoin, vähäinenkin 0,6 hoitajan yli menevä pyritään pikavauhtia leikkaamaan pois), ei kannustimia (teknologialla et voi kuitenkaan alittaa 0,6 ihmishoitajan mitoitusta, et vaikka hoidon laatu ja kustannus paranisivat kymmenkertaisesti) eikä varsinkaan itse ihmistä huomioida kaiken tämän hoidon keskellä.

Jos teknologian käyttöönottoa kohdellaan ensisijaisesti keinona ja verukkeena budjettien leikkaamiseen, tuloksena on AI:n parissa vuosia työskennelleen Harri Juntusen mukaan⁷:

- Nykytilan huonojen puolien vahvistuminen.
- Organisaatioiden vastarinta (ymmärrettävistä syistä).

⁶<https://www.hs.fi/politiikka/art-2000011341837.html>

⁷<https://www.linkedin.com/posts/hjuntunen-suurin-riski-ain-käyttöönotossa-sotessa-activity-7346435781030305793-AL4q/>

- Muutoshankkeiden epäonnistuminen.
- Pahimmillaan koko teknologian potentiaalin menetys.

SOTE-budjetti on 26 miljardin euron kokoluokassa. Tästä noin kymmenys kuluu STM:n selvityksen mukaan kirjaamisiin. Asioita siis kirjataan ylös ammattilais-ten toimesta 2,5 miljardilla eurolla vuodessa. Tämä jos mikä olisi kohde, jossa simppele, jo tänä päivänä saatavilla oleva teknologia voisi säästää huomattavasti työtä, aikaa ja rahaa – kenties jopa riittävästi nykyisten hoitojonojen purkamiseen. Mutta sen käyttöönottoon pitäisi panostaa oikeasti.

Kyseisestä 26 000 miljoonan budjetista lohkaistiin äskettäin STM:lle ”AI-kokeiluihin” kaksi miljoonaa euroa, 0,008 %. Rahat jaettiin kymmenelle hankkeelle eri hyvinvointialueilla. Näin pienillä panoksilla ei todennäköisesti kyetä vaadittuun pitkäjänteiseen työhön, josta olisi oikeasti konkreettisia hyötyjä saatavilla.

Iso ongelma on, että julkisella sektorilla puuttuu rakenteet ja mekanismit – ja johtaminen niiden kehittämiseksi – tuottavuusinvestointien tekemiseen riittävässä mittakaavassa. Nykyisellään tavoitteena on lähinnä toiminnan pyörittäminen leikkausten takia yhä ahtaammaksi käyvässä budjetissa. Ja jos jollain rohkealla investoinnilla tuottavuutta saataisiin nostettua merkittävästi, seuraa siitä yleensä vain budjetin entistä nopeampi leikkaaminen sen sijaan, että työn laadua ja ihmisten hyvinvointia voitaisiin parantaa, mikä johtaisi ennen pitkää todennäköisesti myös säästöihin esimerkiksi hoitojonojen lyhentyessä sekä henkilöstön vaihtuvuuden ja uupumustapausten vähentyessä.

AI:n ja robottien onnistunut käyttöönotto on tärkeää sekä yksityisellä että julkisella sektorilla, mutta hieman eri syistä. Yksityisellä sektorilla se on elinehto, jotta pysytään kilpailukykyisinä keskipitkällä ja pitkällä tähtäimellä sekä välillisesti myös kyvykkäinä maksamaan veroja julkisen sektorin toiminnan mahdollistamiseksi. Julkisella sektorilla se taas on elinehto, jotta sote-järjestelmä ei kaadu omaan mahdottomuuteensa ja jotta valtion velkaantumista saadaan kuriin tehostuvan hallinnon avulla, samalla kun moni asia on liikkeessä ja murroksessa samaan aikaan.

3.3 Robotit Suomen työmarkkinoilla ja kansantaloudessa

Todellisuus tulee olemaan monimutkainen, kuoppainen ja epätasaisesti jakautunut. On kuitenkin havainnollistavaa pohtia hieman, miten robottien kasvava

osuus kansantuotteen tuotannossa vaikuttaisi siihen. Alla on kolme skenaariota, joissa on yksinkertaisuuden vuoksi vain kolme muuttujaa:

- Robotin tekemän työn arvo, €/h
- Vuotuisten työtuntien määrä, h
- Robottien määrä Suomessa vuonna 2035 ja 2040

Mitä hyödyllisempiä robotit ovat, sitä nopeammin ne yleistyvät. Voiko Suomessa vuonna 2040 olla pari miljoonaa robottia? Haetaan haarukkaa parista esimerkiksi.

Vuonna 1993 Suomessa myytiin 100 000 matkapuhelinta. Viisi vuotta myöhemmin niitä myytiin yli 10 kertaa enemmän, 1,1 miljoonaa kappaletta. Samalla keskihinta oli pudonnut noin 1000 eurosta 260 euroon. Keskimäärin matkapuhelimen käyttöikä oli muutaman vuoden. Nykyisin älypuhelimia myydään Suomessa vajaa kaksi miljoonaa kappaletta vuodessa.

(Äly)puhelimella ja robotilla on muutamia eroa:

- Puhelin on reilusti halvempi ja jokaiselle henkilökohtainen.
- Puhelimen käyttöikä on todennäköisesti robottia lyhyempi.
- Robotilla on paljon monipuolisempia käyttökohteita, ja se todennäköisesti sisältää myös useimmat puhelimen tai tietokoneen toiminnot ja sensorit, ja lisäksi se kykenee liikkumaan ja tekemään fyysisesti erilaisia asioita.

Kuten matkapuhelimilla, robotinkin ensimmäiset käyttökohteet ovat enemmän kaupallisella puolella kuin yksityistalouksissa. Tehtaassa robotti voi tehdä simpeliäkin tehtävää yli 20 tuntia vuorokaudessa ja olla hyvin kannattava, vaikka hankintahinta olisi korkea. Kotitalouksilla käyttötarkoituksia on aluksi vähemmän, joskin esimerkiksi kotihoivarobotin on helppo nähdä yleistyvän vähänkään varakkaampien iäkkäiden ihmisten kodeissa mahdollistamassa parempaa elämää tutussa ympäristössä.

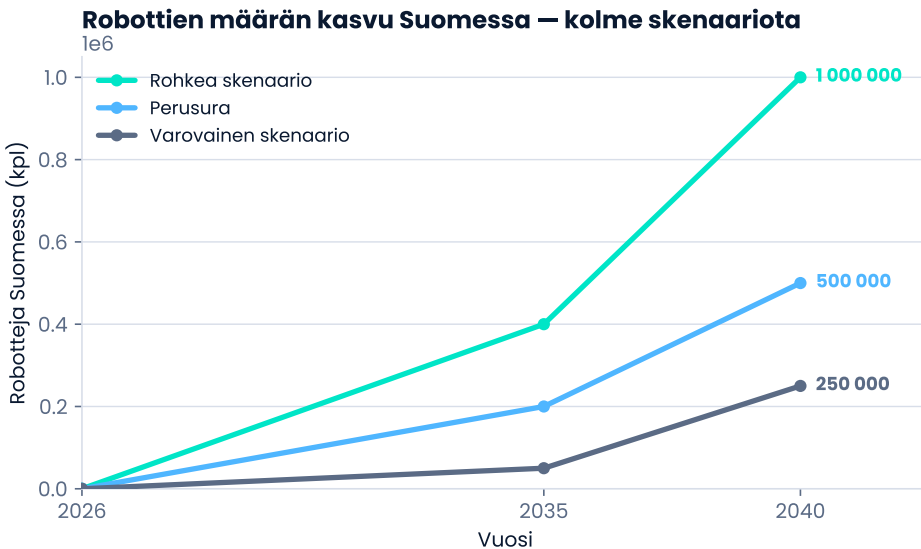
Autoja puolestaan myydään Suomessa karkeasti 100 000 kpl vuodessa⁸, ja niitä on noin 3 miljoonaa. Maailman tasolla luvut ovat karkeasti tuhatkertaiset.

- Auto on rahallisesti kalliimpi hankinta kuin uusi robotti tulee olemaan massavalmistuksen päästyä vauhtiin.
- Auton käyttöikä on todennäköisesti 2–5 kertaa pidempi.

⁸<https://aut.fi/markkinatilastot/uudet-autot/>

- Robotin käyttökohteet ovat autoa monipuolisemmat, ja se voi todennäköisesti jatkossa toimia esimerkiksi kuljettajana, mikäli auto ei ole itseään ajava.

Auton saa liisattua 300–1000 euron kuukausimaksulla. Ei ole mahdoton ajatus, että robotin saisi vastaavaan hintaan, joskin niiden hinnoittelu on vielä täysin auki. Jos kotitaloudessa käy siivooja kahden viikon välein muutaman tunnin, kuukausikustannus on kokoluokkaa 300–500 euroa. Yksi robotti voi huolehtia useamman talouden siisteydestä, joten vaikka siivousjälki ei olisi ihan vastaava, hinta voi olla murto-osa ja siivouskertoja voi tehdä tiuhemmin.



Kuva 3.1: Robottien määrän kasvu-ura kolmessa skenaariossa vuoteen 2040 asti. Havainnollistaa kasvun mittakaavaeroja skenaarioiden välillä, ei täsmällistä ennustetta.

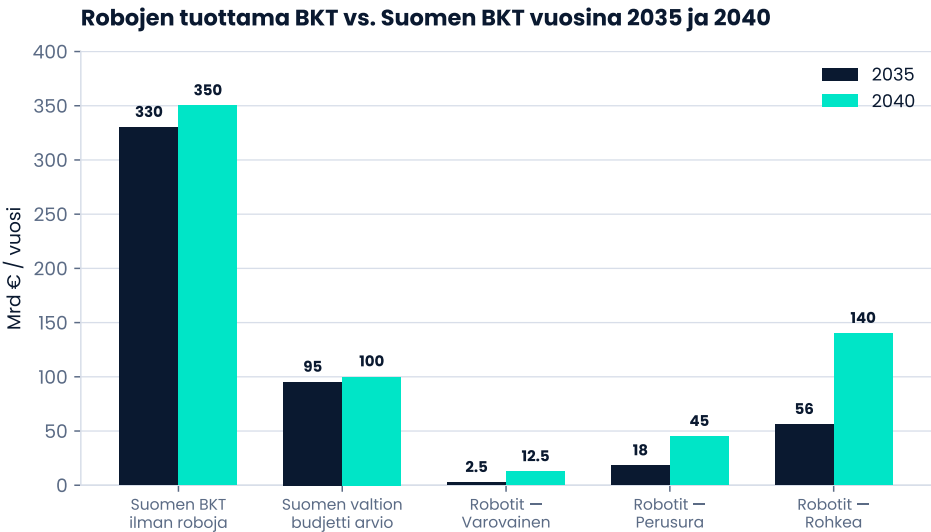
Tätä taustaa vasten voidaan olettaa, että hyödylliset ja kohtuuhintaiset robotit tulevat yleistymään varsin vauhdikkaasti, kunhan niitä vain on saatavilla. Ensin markkinoilla liikahtavat yritykset, ja sen jälkeen kotitaloudet. Alla olevassa taulukossa on kolme skenaariota robottien määrästä vuosina 2035 ja 2040, ja niiden tuottamasta euromääräisestä BKT-arvosta vuositasolla 10, 15 ja 20 € sekä 5000, 6000 ja 7000 tunnin vuosityömäärillä. Skenaarioissa nouseva robotiikan arvo, €/h, johtaa suurempaan määrään robotteja ja kannustaa myös suurempaan vuosityötuntien määrään. Oikeanpuolimmaisina on laskettu vielä robotikaluston tuottama BKT-arvo eri skenaarioissa.

	Määrä 2035	Määrä 2040	Arvo€/t h/vuosi	€/vuosi/ robo	Robo BKT 2035, Mljrd€	Robo BKT 2040, Mljrd€
Varovainen	50 000	250 000	10	5000	50000	2.5
Perusura	200 000	500 000	15	6000	90000	18
Rohkea	400 000	1 000 000	20	7000	140000	56

Tällä hetkellä Suomen BKT on noin 295 miljardia euroa. Vertailun vuoksi, oletetaan että Suomen BKT ilman robotteja on:

Vuonna 2035: 330 miljardia euroa

Vuonna 2040: 350 miljardia euroa



Kuva 3.2: Robojen tuottama BKT verrattuna Suomen BKT:hen ja valtion budjettiin, vuosina 2035 ja 2040.

Palkkojen osuus Suomen BKT:stä on noin puolet. Tämä on siis BKT:n eteen tehdyn ihmistyön palkkakustannus (sivukuluineen). Valtion budjetti vuonna 2025 on hieman alle 90 miljardia euroa, josta 12 miljardia on alijäämää ja katetaan velalla.

Skenaarioissa merkille pantavaa on se, että tarkasteluvuodet eivät ole kovin kaukana. Joku toinen skenaarioharjoitus voisi siirtää vuosilukuja 5 tai 10 vuotta

eteenpäin. On kuitenkin perusteltua olettaa, että suhteellisen kyvykkäät humanoidirobotit tulevat kaupallisesti saataville muutaman vuoden sisällä, todennäköisesti vielä 2020-luvun aikana⁹. Kilpailu niistä tulee olemaan aluksi kova, joten hinnatkin ovat korkeat ja isoimmat asiakkaat ostavat tuotantokapasiteetin. Jo tämän vuoksi pienempien toimijoiden kannattaisi luoda yhteyksiä ja yhteistyötä keskeisiin valmistajiin jo aikaisessa vaiheessa, ennen kuin tuotteet tulevat markkinoille. Suomen kannattaisi olla tässä ehdottomasti etukenossa eikä jäädä sivustaseuraajaksi.

Yritykset heräävät – tai ainakin niiden pitäisi herätä – viimeistään siinä vaiheessa, kun saatu laskennallinen hyöty ylittää maksetun hinnan – ja osa jo tätä aikaisemmin valmistautuakseen tulevaan. Hampurilaisketjut on helppo kuvitella tässä edelläkävijöiksi, sillä hampurilaisen valmistaminen ja ranskalaisten paistaminen ovat töinä suhteellisen yksipuolisia ja helposti opittavia. Jos robotti kykenee edes suunnilleen samaan kuin ihminen 15 euron tuntikustannuksella (palkka + sivukulut), on hieman kalliimpikin robotti houkutteleva investointi. Pikaruoka-alan keskimääräinen tuntipalkka on Suomessa noin 13,5 €/h (+/-1 €/h).

Kun robotin liisaamishinta ohjelmistopaketteineen painuu jossain vaiheessa 1 000 euron pintaan kuukaudessa, alkavat ylemmän keskiluokan yksityistaloudet herätä etsimään ostohousujaan – jos eivät jo aiemmin. Tällöin vaakakupissa alkavat painaa tekijät kuten palkattu siivooja vs. päivittäinen robosiivooja, noutoruoka vs. robotin kotona kokkaama, kaupassakäyntiin menevä aika, lastenvahtimahdollisuus, ikääntyvien vanhempien hoitoapu ja yhteydenpito, kotieläinten ruokinta ja seuraaminen ja ylipäätään uuden teknologian kokeilemisen halu. Robotti voi myös oppia auttamaan metatyössä, kuten suunnittelussa ja eri tapahtumien muistamisessa sekä niistä muistuttamisessa.

Halpa robottityövoima ei pelkästään korvaa nykyisiä töitä. Sen saatavuus muuttaa myös uusien tuotantolaitosten investointilaskelmia ratkaisevasti. Tuotantolaitoksessa työvoiman hinta ja saatavuus ovat yksi tärkeistä mittareista investointipäätöstä suunniteltaessa. Robottityövoiman saatavuus voi kallistaa monessa investoinnissa vaakakupia ratkaisevasti kohti vaikkapa Suomen kaltaista vakaata, matalan korruption ja korkean järjestyneisyyden maata. Jos Suomi onnistuu asemoitumaan oivaksi paikaksi investoida tämänkaltaisiin tuotantolaitoksiin, työvoiman määrä (ihmiset + robotit) voi kasvaa paljon nykyistä ihmis-

⁹Joitain valmistajia on jo ilmaantunut kuluttajamarkkinoille. Esimerkiksi kiinalainen Unitree mainostaa R1 ”älykästä kumppania” 5900 dollarin hintaan. 8 kk takuuaja ja 25 kilon paino ei lupaa välttämättä pitkäikäistä tuotetta, mutta kyseessä ovat ensimmäiset versiot. <https://www.unitree.com>

työväestöä suuremmaksi.

Robottien tuleminen voi alkaa näkyä taloudessa valtioneuvoston 2030-luvun alkupuolella, kun robotteja on eri tehtävissä kymmeniä tuhansia. Se, miten se alkaa näkyä, on vielä auki ja riippuu siitä, mitä teemme seuraavien vuosien aikana.

Aiempi jonkinlainen vertailukohta on ehkä toisen maailmansodan jälkeinen Suomen nopea teollistuminen. Reilussa parissa vuosikymmenessä 1950–1975 maataloudessa työskentelevän väestön osuus putosi noin puolesta noin 15 prosenttiin, joista iso osa muutti kaupunkiin ja työllistyi teollisuuteen. Nyt muutos voi olla sekä nopeampi että isompi, eikä kukaan vielä tiedä, onko murrokseen jääville tarjolla korvaavaa työpaikkaa.

3.4 Kuinka hedelmät jaetaan?

”Teknologia ja AI ei ole itsessään hyvää tai pahaa. Kaikki riippuu siitä, miten niitä käytetään ja kuka niistä hyötyy.” – Senaattori Bernie Sanders¹⁰

Kun robotit yleistyvät ja tulevat taitavammiksi, ne kykenevät tekemään työtä ja luomaan tuotteita ja palveluita yhteiskuntaan hämmästyttävän matalilla kustannuksilla sekä valtavalla käyttötuntimäärällä (yli kolminkertaisella verrattuna keskivertosuomalaiseen). Tämä tarkoittaa, että yksi tai useampi seuraavasta kolmesta asiasta alkaa toteutua:

Robottien sekä niiden käyttömallien ja ohjelmistojen valmistajat saavat tuotteistaan todella suuret katteet.

Robottien käyttäjät/omistajat saavat käytöstä todella suuret katteet verrattuna ihmistööhön.

Tuotteiden ja palveluiden hinnat putoavat rajusti. Mitä työvaltaisempi tuote tai palvelu on, sitä suurempi pudotus on mahdollinen.

Todennäköistä on, että kaikki nämä kolme tapahtuvat ainakin jossain määrin, mutta ajoituksessa ja painotuksessa tulee olemaan eroja eri syistä johtuen. Jokainen niistä edustaa myös omanlaistaan häiriötilaa totuttuun verrattuna. Tällä häiriöllä on monia suoria ja epäsuoria sekä kauaskantoisia vaikutuksia yhteiskuntiin, niiden toimintaan ja ihmisten elämään.

Robottien tuotannon mittaaminen bruttokansantuotteena on hieman ongelmallista, koska muutos tuottavuudessa per käytetty energia ja materiaalien panos

¹⁰<https://gizmodo.com/bernie-sanders-reveals-the-ai-doomsday-scenario-that-worries-top-experts-2000628611>

on niin suuri. Mitä tapahtuu BKT:lle, jos robotin kymmenkertainen nettotuotavuus ulosmitataan edullisempina hintoina kuluttajille? Kyseisen palvelun tai tuotteen osuus BKT:sta putoaa kymmenyksen. Kyseisen palvelun tai tuotteen kysyntä todennäköisesti kasvaa, ja toisaalta rahaa jää enemmän muuhun, mutta suora vaikutus olisi BKT:ta alentava. Vastaavaa on tapahtunut aiemminkin, kuten esimerkiksi aiemmin mainittu esimerkki matkapuhelimista, mutta AI:n, agenttien ja robotisaation kohdalla vaikutukset voivat iskeä nopeammin ja vaikuttaa moniin aloihin samanaikaisesti. Tarkastellaan tätä ”häiriötä” vielä hieman tarkemmin alla.

Otetaan keskustelun taustaksi pari oletusta: Robottien tuottaman työn bruttoarvo on keskimäärin 20 euroa/tunti ja ne tekevät keskimäärin 5 000 tuntia työtä vuodessa. Ne luovat siis 100 000 euroa BKT:tä vuodessa, per robotti.

Miljoona robottia tuottaisi siis 100 miljardia bruttokansantuotetta. Ne kuluttaisivat sähköä keskimäärin noin 600 MW teholla, mikä on hieman alle 10 prosenttia Suomen kesän minimikulutuksesta ja alle 5 prosenttia talven maksimikulutuksesta. Iso ydinreaktori tuottaisi näillä oletuksilla riittävästi sähköä kahden miljoonan robotin kouluttamiseen ja käyttämiseen. Nämä robotit tuottaisivat 200 miljardin euron edestä bruttokansantuotetta, eli noin kaksi kolmannesta Suomen tämänhetkisestä bruttokansantuotteesta.

Robottien valmistamisen, huollon ja kouluttamisen materiaali- ja energiakustannus voi olla karkeasti viisi prosenttia tästä, 5 000 € vuodessa per robotti sen elinkaaren yli. Arvio on pyöristetty reilusti yläkanttiin aiemmin esitettyihin kustannuksiin verrattuna (2800 €/vuosi).

Kaksi miljoonaa robottia kustantaisi näillä oletuksilla 10 miljardia euroa vuodessa. Tuottoa, voittoa tai nettokansantuotetta – miksi sitä haluaakin kutsua – tästä jäisi noin 190 miljardia euroa. Palkkojen osuus on nykyisin noin puolet kansantaloudesta, eli 150 miljardia euroa vuodessa.

Robotisaatio siis johtaisi siihen, että palkkojen suhteellinen merkitys kansantaloudessa laskisi rajusti robottityön yleistyessä. Palkat ovat historiallisesti olleet ensiarvoisen tärkeä mekanismi työn, hyödykkeiden, vaurauden, tuottavuuden ja ylipäättään kokonaistuotannon luomisessa ja jakamisessa. Robottien tuoma ”tuottavuushäiriö” uhkaa pienentää niiden roolin paljon totuttua pienemmäksi.

Tämä robottien luoma BKT voidaan ottaa myös parantuneena ostovoimana hintojen alenemisen myötä, jolloin BKT ei nouse samalla tavalla suoraan. Valmistuskustannusten alentumisen myötä talous kuitenkin kasvaa lopulta sen kautta, että ihmisillä on varaa hankkia enemmän tuotteita ja palveluita niiden laskenei-

den hintojen vuoksi. Historiallisesti tämä valmistuskustannusten alentuminen ei ole johtanut pienempään BKT:hen, vaan pääsääntöisesti nopeampaan talouskasvuun, kun eri hyödykkeiden markkinat kasvavat. Itse asiassa isoa osaa teollisesta vallankumouksesta ja siitä seurannutta talouskasvua voidaan pitää teknologisen kehityksen aiheuttaman parantuneen energia- ja materiaalihokkuuden sekä näiden aiheuttaman alentuneiden tuotantokustannusten ansioksi.

On iso ja osin erittäin poliittinen kysymys, miten tämä ”tuottavuusloikka” yhteiskunnassa ulosmitataan ja jaetaan, millä perusteella ja millaisin seurauksin. Se, mikä vaikuttaa järkevältä ja perusteltavissa olevalta nyt, riippuu oletuksista ja preferensseistä. Jos esimerkiksi ajatellaan, että kuten tähänkin asti teollistumisen historiassa, olemme keksineet/kehittäneet menetettyjen työpaikkojen tilalle aina uusia, jää työmarkkinoiden murros kenties rajuksi, mutta väliaikaiseksi. Ja jos ajatellaan, että robotisaatio tulee edistymään maltillisesti ja hitaasti, voidaan olettaa myös, että ihmiset ja yhteiskunta kykenevät sopeutumaan murrokseen ilman suurempaa kärsimystä tai ongelmia.

Jos puolestaan oletetaan, että murros tulee olemaan sekä iso että verraten nopea ja että AI ja robotit tulevat nopeasti viemään myös menetettyjen töiden tilalle kehittyvät tai keksittävät uudet työpaikat, on murros aivan eri luokkaa. Se, miten nopeasti erilaiset kielimallit, agentit ja robotiikka ovat viime vuosina kehittyneet, viittaa siihen, että käsillä voi olla tämä jälkimmäinen skenaario. Yhteiskunnan, yritysten, instituutioiden ja päättäjien tulisi ehdottomasti ainakin varautua tähän skenaarioon. ”Aina ennenkin on syntynyt työpaikkoja menetettyjen tilalle” on laiska argumentti, joka ei edes yritä ymmärtää, miksi tilanne voi nyt olla toinen.

• Valmistajat ja niiden katteet

Robottien valmistajat tulevat todennäköisesti ottamaan tuotteistaan sen hinnan, jonka markkinat niistä maksavat, joskin hinnoittelumalleja voi olla monia. Itse fyysinen robotti voi olla lähelle valmistuskustannuksia myytävä tai liisattava teknologia-alusta, johon myydään kuukausimaksua vastaan eri taitoja sisältäviä ohjelmistopaketteja.

Tämä tarkoittaa erittäin korkeita katteita näille yhtiöille, sillä kysyntää on todennäköisesti pitkään enemmän kuin tarjontaa. Jos 100 euroa maksavan ihmistyön voi täysin korvata robottityöllä, siitä kannattaa periaatteessa maksaa 99 euroa. Robotin kustannus sen valmistajalle voi olla esimerkissä reilusti alle 10 euroa.

Robottien kyvykkyys, valmistuskustannus ja valmistuksen mittakaava kehitty-

vät kaikki omaa tahtiaan, mutta toisiaan tukien. Emme siis pääse suoraviivaisesti tilanteeseen, jossa robotti on halpa valmistaa, niitä valmistetaan satoja miljoonia yksiköitä vuodessa, ja ne pystyvät hoitamaan hyvin monenlaisia työtehtäviä vain lataamalla uuden taito-ohjelmiston.

Ensin robottien valmistuskustannukset ovat korkeat, jopa 100-kertaiset massa-valmistuksen kustannuksiin verrattuna. Osa robottien komponenteista, kuten akut, tietokonesirut, anturit ja avainmateriaalit, on sinänsä varsin varttunutta teknologiaa, jossa valmistuskustannukset ovat jo pudonneet merkittävästi. Moottorit ja aktuaattorit lienevät sellaisia osia, joiden saaminen riittävän pienikokoisiksi, tehokkaiksi, herkiksi, laadukkaiksi, kestäviksi ja massavalmistukseen sopiviksi vie vielä paljon tuotekehitystä ja tutkimusta. Wrightin lain mukaan hyödykkeen valmistuskustannukset putoavat aina tietyn prosentin, kun valmistettujen tuotteiden määrä kaksinkertaistuu. Laki pätee trendinomaisesti moniin asioihin.

Tämä 100 tai 10 kertaa massatuotetta kalliimpi robotti on lyhytikäinen, osaa aluksi verraten vähän työtehtäviä eikä niitäkään kovin hyvin. Melko alkuvaiheessa yksittäisen robotin valmistuskustannus voi olla vaikkapa 250 000 euroa ja käyttöikä vain viisi vuotta. Jos sillä saa tehtyä vuodessa 5 000 tuntia työtä jonka arvo on 5 €/tunti, tuotannon arvo on 25 000 euroa vuodessa, eikä robotin hankkimiseen ole suoraa tuotantotaloudellista perustetta.

Ainakaan aluksi. Voi nimittäin olla, että vuoden tai kahden kuluttua robotin tuottaman työn arvo on ohjelmistopäivitysten vuoksi kaksinkertaistunut 10 euroon tunnissa, jolloin se maksaa jo itsensä. Etenkin alkuvaiheessa sekä robotit että niiden omistajat oppivat uutta ja tehostavat robotin tekemää työtä. Esimerkiksi Optimus-robottiaan kehittävä Tesla käyttää Optimusta jo tehtaassaan yksinkertaisiin tehtäviin, vaikka se aluksi onkin lähinnä robottien kouluttamiseen ja R&D:hen laskettavaa työtä, ei niinkään tehtaan tuotantoa merkittävästi parantavaa työtä.

Ajan kuluessa robottien valmistuskustannukset putoavat, kyvykkyys ja luotettavuus paranevat ja käyttöikä pitenee. Jossain vaiheessa nämä risteävät, minkä jälkeen kehitys jatkuu ja ero kustannuksen ja tuottavuuden välillä alkaa kasvaa.

Samalla kasvaa robottien kysyntä, mikä yhtenä osana nostaa niistä markkinoilla maksettavaa hintaa ja toisaalta kiihdyttää tuotantoinvestointeja, koska valmistamisen kannattavuus paranee. Tämä tarkoittaa enemmän robotteja oppimassa taitoja ja tekemässä yhä arvokkaampaa työtä, enemmän valmistuskapasiteettia, joka laskee tuotantokustannusta, mikä edelleen kannustaa lisäämään tuotantoa, koska myyntikatteet paranevat.

Toisaalta tämä johtaa ennen pitkää siihen, että roboteista tulee tavallisia kulutushyödykkeitä, joiden valmistuskapasiteettia on enemmän kuin kysyntää. Tämä laskee hintaa asiakkaille lähemmäs tuotantokustannusta. Tähän voi kuitenkin mennä varsin kauan, sillä sekä halventumisen että oppimisen myötä myös mahdollisten käyttökohteiden määrä kasvaa.

• Yritykset, yhteiskunta ja verotus

Valmistajien lisäksi toiset hyötyjät ovat robotteja käyttävät yritykset. Jos yritys saa saman työn teetettyä puoleen hintaan tai edes 20 % edullisemmin, on ihmistyöntekijän vaihtaminen robottiin houkutteleva vaihtoehto. Periaatteessa se on nykyisille yhtiömuodoille usein jopa lähes pakollinen vaihtoehto. Yritysten tehtävä ei ole – harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta – työllistää ihmisiä, vaan kehittää, valmistaa ja myydä ihmisten haluamia tuotteita ja palveluita ja maksimoida omistajien tuoton näiden sijoittamalle pääomalle. Työllistäminen on ollut tämän toiminnan sivuvaikutus, ja palkkojen maksun myötä se on myös luonut markkinoita yritysten tuotteille ja palveluille.

Kuluttajien näkökulmasta on parempi, jos yrityksen tuotteita ja palveluita saa ostettua aiempaa edullisemmin alentuneiden tuotantokustannusten vuoksi. Tämä puolestaan on epäsuorasti myös muiden yritysten etu, sillä tällöin kuluttajalla jää enemmän rahaa hankkia myös heidän tarjoamiaan palveluita. Näihin palveluihin ja tuotteiden valmistukseen syntyy sitten myös uusia työpaikkoja, paitsi tietenkin jos robotit korvaavat nekin. Talouden aktiviteetti kasvaa, mutta kasvava osuus kulutuksesta suuntautuu robottien tuottamiin tuotteisiin ja palveluihin, ei ihmistyöhön. Palkkojen suhteellinen osuus BKT:ssa alkaa pienentyä.

Ongelma syntyy siinä vaiheessa, kun työnsä menettäneiden ihmisten tulotaso laskee heidän joutuessaan robottien syrjäyttäminä työttömiksi. Tämä ei ainoastaan vähennä ostovoimaa rajusti, se myös sysää heidät valtion tukien varaan ja samalla pienentää valtion verotuloja. Se voi myös johtaa syrjäytymiseen yhteiskunnasta, mikä on puolestaan lopulta myös yhteiskunnan laajempi ongelma.

Ei siis ihme, että esimerkiksi Teslan johtaja Elon Musk on pitänyt selvänä, että jatkossa tarvitaan yleinen perustulo (universal basic income), tai jopa yleinen ”hyvä tulo” (universal high income), jolla näitä ongelmia helpotetaan. Muitakin eri versioita tästä on esitetty, esimerkiksi jokaiselle kansalaiselle veloituksetta jaettavia AI-pohjaisia palveluita. Isossa mittakaavassa on selvää, että mitä edullisemmin saamme tehtyä tarvitsemamme ja haluamamme tuotteet ja palvelut, sitä parempi.

Ongelma on siirtymä ja sen hallinta. Miten siirtymä, jossa ihmistyö korvataan

pääosin keinoälyllä ja roboteilla, voidaan tehdä riittävän hallitusti nykyisessä järjestelmässä? Järjestelmässä, jossa työ ja siitä saatava tulo, puhumattakaan pääomasta, sen omistamisesta ja siitä saatavasta tulosta, ovat monella tapaa yhteiskunnan ja ihmisyyden toiminnan keskiössä. Jos pääoma (robotit, robotteja tekevät tehtaات ja energia niiden käyttämiseen) vastaa jatkossa nopeasti kasvavasta osasta kaikkea tuotteiden ja palveluiden ("arvon") tuotantoa maailmassa, täytyy tämän tuotannon hedelmät saada jaettua kestävästi ihmisille, jotta tuotannolla on myös ostajansa ja tuotteilla käyttäjänsä.

Pääoman ja tuotantovälineiden omistuksen yhä tehokkaampi keskittyminen harvojen käsiin ei ole kestävä trendi yhteiskunnan kannalta, eikä johda hyvinvoivaan ihmiskuntaan. Joidenkin ihmisten skenaarioissa raha ja markkinat menettävät nykyisen merkityksensä jossain vaiheessa.

Erityisen hankalaksi tilanteen tekee se, että kansallisvaltiot ovat tämän tuottavuusloikan hedelmien jaon järjestämisessä keskeisiä toimijoita, ja ne myös kilpailevat keskenään. Tätä tuottavuusloikkaa ei siis voi "verottaa hengiltä." Tai voi sen, mutta silloin kyseinen maa alkaa nopeasti menettää kilpailukykyään kaikessa robotisoitavissa olevassa tuotannossa niille maille, jotka verottavat tätä vähemmän ja siten houkuttelevat tuotantoinvestointeja itselleen. Pääsääntöisesti, jos maa ei pidemmällä aikajänteellä kykene viemään tuottamiaan hyödykkeitä ja palveluita muihin maihin kilpailukykyisesti, se ei myöskään voi tuoda tuotteita ja palveluita muista maista merkittävästi. Tämä koskee erityisesti pieniä maita, kuten Suomea.

Teknisiä ongelmia voi tulla myös verotuksen hoidossa. Periaatteessa AI, kieli- ja päättelymallit sekä robotit ovat "koneita". Koneita ja erilaisia teollisuusrobotteja on teollisuudessa ollut pitkään ilman että niitä on sen kummemmin erityisverotettu. Ne ovat lisänneet ihmisten tuottavuutta, mikä puolestaan parantaa yrityksen kilpailukykyä ja johtaa lopulta yleensä myös työntekijöiden palkkojen – ja heidän maksamiensa verojen – nousuun. Normaalisti on pidetty järkevänä ajatuksena verottaa enemmän sitä, mitä halutaan vähemmän, ja toisin päin, joskin palkkatyön verotuksen suhteen tämä on ollut päälaellaan.

Toisaalta, jos tätä uutta tuottavuutta ei veroteta, valtio on ennen pitkää yhä syveneissä ongelmissa, kun työttömyys kasvaa ja verotulot sitä kautta vähenvät. Verotulot voivat vähentyä myös yritysten käyttämien veroparatiisipalveluiden lisääntymisen myötä, mikä alkaa näyttää sitä houkuttelevammalta, mitä suurempia voittoja ja toisaalta mitä korkeampia veroja on.

Pääoman (tässä tapauksessa etenkin robottien) tuottavuutta tulee siis kyetä verottamaan etenkin, kun se korvaa ihmistyötä ja siitä kerättyjä veroja, mutta ei

niin paljon, että investointeja tähän korvaamiseen ei kannata tehdä tai että ne kannattaa tehdä paljon mieluummin jossain toisessa maassa. Suomessa toki verotetaan paljon muutakin kuin vain ihmistyötä – on arvonnlisäveroja, haittaveroja, kiinteistöveroja, perintöveroja, pääomaveroja ja energiaveroja. Työtulojen verotus vastaa kuitenkin karkeasti 35–40 % (30+ miljardia euroa) Suomen valtion verotuloista. Jokainen työttömäksi joutunut pienentää tätä verotuloa ja toisaalta lisää menoja työttömyyskorvausten verran.

Miten robottien ja roboautojen tekemää työtä sitten jatkossa verotetaan? Verotuksella on tässä mielessä kaksi hieman vastakkaista funktiota: yhtäällä sillä voidaan estää tai hidastaa murrosta ja suojella nykyisiä työpaikkoja. Jos esimerkiksi jokaiseen robotaksikyytiin lisätään kolmen euron vero per liikuttu kilometri, robotaksit eivät tule yleistymään, ja verokertymäkin jää vaatimattomaksi. Samalla liikkumisen murros ei pääse tältä osin tapahtumaan, joten ihmisillä ei tule halventuneen liikkumisen myötä myöskään jäämään rahaa muihin käyttökohteisiin. Myös parantunut liikenneturvallisuus jää saavuttamatta.

Toisaalta verolla voidaan rahoittaa yhteiskunnan toimintoja ja esimerkiksi työssä menettäneiden perusturvaa, olipa kyseessä sitten perustulo- tai perustilimalli tai nykyisenkaltainen työttömyysturva. Tällöin veron tulee olla sellaisella tasolla, että toiminta kannattaa isossa mittakaavassa, eli sitä ei voi verottaa hengiltä. Pidemmällä aikavälillä verotason tulee kuitenkin huomioida myös kansallinen kilpailukyky. Epäilemättä myös EU tulee lausumaan ja laatimaan tähän liittyen ohjeita ja direktiivejä jäsenmailleen.

Tilanne on hieman verrattavissa liikenteen sähköistymisessä käsillä olevaan murrokseen, mutta isommassa mittakaavassa. Voimakkaasti verotettu polttoneste korvautuu paljon energiatehokkaammalla ja kevyemmin verotetulla sähköllä, ja samalla liikenteen päästöt vähenevät. Päästöjen vähenemä on valtion tavoitteiden mukaista. Tuontiöljyn käytön väheneminen liikenteessä parantaa vaihtotasetta (raakaöljyn hinnasta riippuen puhutaan useista miljardeista), mikä on myös positiivinen asia, mutta liikenteen polttoaineista kerätyt verotulot, noin 2,5 miljardia euroa vuodessa, supistuvat samaan tahtiin, kun polttonesteitä korvataan sähköllä. Tieinfran ylläpitäminen ei kuitenkaan poistu kulueristä mihinkään eikä monet muutkaan rahoitusta vaativat asiat. Päinvastoin, liikkumisen halventuessa se voi hyvinkin lisääntyä, mikä kasvattaa tieverkoston ylläpitokustannuksia. Useita miljardeja jäisi kuitenkin lähettämättä tuontiöljyn ostojen myötä Suomen ulkopuolelle, joten kenties Suomi jäisi tässä ”voitolle”.

Isossa mittakaavassa katsottuna yhtälö vaikuttaa kuitenkin ratkaistavissa ole-

valta: robottien tekemän työn arvo on niiden kustannuksiin nähden valtava ja valtavasti ihmistyön kustannusta pienempi. Talouden tulisi kaiken järjen mukaan kasvaa, ja etenkin tuotannon ja logistiikan kustannukset tulevat romahamaan. Tällaisessa ympäristössä tulisi siis olla mahdollista jakaa tätä ”hyvää” kansalaisille niin, että elintaso kasvaa, vaikka tehdyn ihmistyön määrä supistuisi. Keskimääräinen elintason kasvu ei kuitenkaan kerro koko kuvaa, sillä se ei näytä, mitä tapahtuu vaikkapa vaurauden ja tulojen jakautumiselle yhteiskunnassa.

Nämä ovat monimutkaisia ja monitahoisia valintoja sisältäviä kysymyksiä. Niinpä valtion tasolla näistä asioista olisi hyvä avata keskustelu ja toteuttaa vaikkapa ministeriöiden ja asiansa osaavien konsulttien voimin suomalaiseen tyyliin muutama skenaarioharjoitus ja selvitys, jotta eri asioiden vaikutuksia, mittakavoja ja muutosvauhtia päästään tarkastelemaan. Tämän keskustelun puute oli yksi syistä, jotka johtivat tämän teoksen kirjoittamiseen. Emme halua kansakuntana kävellä näin nopeasti ja rajusti muuttuvaan tulevaisuuteen tietämättöminä ja laput silmillä.

• Hintojen halpuutus (deflaatio)

Kun robottien valmistaja ja keinonälyn toimittaja ovat keränneet kohtuullisen tuoton investoinnilleen ja robotit käyttöön ottanut yritysikin on niin tehnyt, voi tuotteiden ja palveluiden hinta silti laskea nykyisestä huomattavasti. Tätä rahan ostovoiman kasvamista kutsutaan deflaatioksi, ja se on siis käänteinen ilmiö arkkisemmasta ja yleisemmästä inflaatiosta, joka johtuu hintojen noususta ja rahan ostovoiman laskusta.

Osa taloustieteilijöistä pitää deflaatiota huonona asiana, osa taas hyvänä. Halpenevat hinnat voivat johtaa siihen, että ihmiset lykkäävät ostopäätöksiään odottaessaan vielä halvempia hintoja, etenkin isommissa ja pitkäkestoisemmissa hankinnoissa, kuten asunnoissa ja autoissa.

Tämä hintojen alenemisen odottelu vähentää kysyntää mikä aiheuttaa painetta hintojen laskuun edelleen, ja kierre syvenee. Samalla talous sakkaa, kun ihmiset eivät tee hankintoja, kuluta ja ota lainaa, mikä ennen pitkää alkaa aiheuttaa työttömyyttä.

Talvella 2026 Suomessa on jo pari vuotta povattu asuntomarkkinoiden toipumista ja asuntojen hintojen pudotuksen kääntymistä ”ihan näinä hetkinä”. Hinnat ovat kuitenkin jatkaneet laskuaan ja ihmiset ovat tyytyneet odottamaan¹¹.

¹¹Kts. esim. <https://x.com/lassecorin/status/2011704610017214588>

Tämä on palauttanut suomalaisten asuntovaurauden 30 vuotta taaksepäin. Toisaalta, asumisen kustannus on myös pienentynyt vastaavasti, etenkin suhteessa tulotasoon, mikä on kansalaisten näkökulmasta myös hyvä asia¹².

Inflaatiossa käy päinvastoin: jos hintojen ajatellaan nousevan, se kannustaa tekemään hankintoja mieluummin aiemmin kuin myöhemmin (etenkin jos on epäilyä siitä, ettei oma tulotaso välttämättä nouse yhtä nopeasti). Maltillisella, noin 0–2 %:n vuotuisella deflaatiolla tai inflaatiolla on maltillisia vaikutuksia, mutta jos vauhti kiihtyy, kasvaa riski itseään voimistavasta kiertestä. Keskuspankkien yksi päätavoite on noin 2 %:n inflaation taso.

Inflaatiota ja deflaatiota on kahta päälaatua: kustannuksiin ja kysyntään perustuvaa. Jos tuotteen tuottamisen kustannukset (materiaalit, energia, työvoima) nousevat, joudutaan myös nostamaan tuotteen hintaa, ja samalla sen kysyntä pienenee, kun harvemmilla on varaa sen ostamiseen. Jos taas tuotteen kysyntä kasvaa (tarjonnan pysyessä samana), tuotteen hintaa nostetaan tasolle, jolla kysyntä vastaa tuotantokapasiteettia. Samalla aletaan kenties suunnittelemaan lisää tuotantokapasiteettia vastaamaan alemmalla hintatasolla olevaa vielä suurempaa kysyntää, ja jos yritys itse ei tätä tee, markkinoille tulee uusia yrityksiä kilpailemaan.

Robotisaatiossa on kyse kustannusdeflaatiosta. Tuotteiden ja palveluiden tuottaminen tulee aiempaa halvemmaksi, joten hintoja voidaan laskea, jolloin markkina kasvaa ja tuotantoa voidaan lisätä. Tämä kasvattaa mittakaavaetuja, pienentää tuotantokustannuksia ja mahdollistaa entistä halvemmat hinnat.

Otetaan esimerkki. Jos 5 euron hampurilaisessa työn osuus hinnassa on 2 euroa, muut kulut 2 euroa ja voittoa saadaan 1 euro, ja robottipaistajan myötä työn kustannus saadaan pudotettua 50 senttiin, voidaan hampurilaisen hinta pudottaa 3,5 euroon ja saada edelleen 1 euron voitto per myyty hampurilainen.

Samalla aiempi 20 %:n kate nousee ~29 prosenttiin. Alentunut hinta houkuttelee enemmän asiakkaita, mikä nostaa ravintolan käyttöastetta. Tämä puolestaan pudottaa sekä työn että pääoman (rakennus- ja muut kiinteät kulut) kustannusta per hampurilainen entisestään ja tuotteen hintaa voidaan laskea vielä alemmas, mikä nostaa kateprosenttia edelleen. Tämä toimii siihen asti, kunnes työttömäksi jääneitä ja tulonsa menettäneitä ”hampurilaiskokkeja” on niin suuri osa väestöstä, että asiakkaita ei enää riitä halvemmilla hinnoilla.

Ruoanlaitto tarjoaa mielenkiintoisen perspektiivin yleisemminkin. Kun robotit pienentävät työn osuuden valmiissa ruoka-annoksessa yhä pienemmäksi, ke-

¹²Kts. esim. <https://x.com/lassecorin/status/2019708839885521257>

nen enää kannattaa käyttää aikaansa itse ruoanlaittoon, ainakaan säästämielessä? Ruoanlaitto on toki monelle mieluisa harrastus, mutta vielä useammalle se on myös taloudellisten reunaehtojen antama vahva suositus: tee itse ruokasi, jotta säästät kokonaisen palkan. Mutta jos tämän säästön osuus ruoan hinnassa muuttuu minimaalisen pieneksi, ”säästö” alkaa tuntua yhä turhemmalta. Miksi hukata tunti ruoan valmistamiseen ja siivoukseen säästääkseen aiemman kymppin sijaan vain euron? Varsinkin jos ajalle löytyy muutakin mielekästä, kenties jopa tuottoisaa käyttöä.

On hyvä kysymys, mitä taloudelle tapahtuu ja mitä keskuspankit tekevät, kun deflaatio nousee päätään eri tuotekategorioissa. Kustannusdeflaatio ei ole itsessään huono asia. Se tapahtuu jatkuvasti teknologian ja valmistustapojen kehittyessä ja se kiihdyttää talouskasvua. Nyt sen nopeus ja mittakaava saattavat kasvaa uudelle, ennennäkemättömälle tasolle.

Voi myös olla, että EU päättää robottien ja AI:n tuottavuusloikan verotuksesta, näkymistä ja kohtalosta jäsenvaltioiden puolesta. Tämä voi ehkäistä jäsenvaltioiden sisäistä verokilpailua. EU voi myös säännellä uuden teknologian käyttöönottoa rajustikin. Yhtenä esimerkkinä on surullisen kuuluisa ja täysin järjenvastainen energiatehokkuusdirektiivi, joka käytännössä määrää, ettei jäsenmaiden energiankulutus saa kasvaa, vaikka sillä olisi miten suotuisia seurauksia ihmisille, taloudelle, ympäristölle ja ilmastolle.

3.5 Itseajavien autojen vaikutus

Tulevaisuudessa autot muuttuvat itseajaviksi, tai kenties niitä ajavat myös humanoidirobotit. Oikeammin, tätä kirjoitettaessa tuo muutos on jo käynnissä, sillä esimerkiksi Teslan valmistamat autot kykenevät jo itsenäiseen ajoon hyvin monissa olosuhteissa ja heinäkuussa 2026 ensimmäiset Euroopan maatkin ovat hyväksyneet järjestelmän käytön kuljettajan valvonnan alla. Samalla liikkumisen turvallisuus paranee ja kustannukset pienenevät merkittävästi. Maailmassa kuolee noin miljoona ihmistä liikenteessä vuosittain, ja vammautuu vielä paljon useampi. Onnettomuuksissa menetetään myös valtavat määrät arvokasta kalustoa.

Suomessa vuonna 2024 liikenteessä kuoli 177 ihmistä ja vammautui 3444. Yleisimmät viisi syytä olivat:

1. Ylinopeus: Liian suuri tilannenopeus, erityisesti maanteillä, johtaa usein kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksiin.

2. Rattijuopumus: Alkoholi tai muut päihteet heikentävät ajokykyä ja ovat merkittävä tekijä erityisesti kuolemaan johtavissa onnettomuuksissa.
3. Väsymys: Unenpuute tai nukahtaminen ratissa aiheuttaa erityisesti tieltä suistumisia ja kohtaamisonnettomuuksia, etenkin nuorilla kuljettajilla.
4. Tarkkaamattomuus: Esimerkiksi puhelimen käyttö tai muu huomion herpaantuminen lisää onnettomuusriskiä.
5. Ajoterveys ja sairauskohtaukset: Terveystilan ongelmat, kuten väsymys tai äkilliset sairauskohtaukset, voivat johtaa onnettomuuksiin.

Ihmiset ovat siis ihan kelpo kuskeja, paitsi että välillä eivät olekaan. Itseajavalla autolla ei ole mitään yllä mainituista ongelmista. Se on aina tarkkaavainen ja sen kamerat sekä muut sensorit aistivat joka suuntaan koko ajan. Se on koko ajan hereillä, ajaa kohtuullisia nopeuksia, ei saa sairaskohtauksia eikä käytä päihteitä, eikä katso puhelinta eikä häiriinny vähäpukkeisista tai muuten provosoivista ihmisistä. Neuroverkkojen avulla roboautot voidaan kouluttaa parhaiden ihmiskuskiensa parhailla ajokokemuksilla ja jatkossa yhä enemmän myös synteettisillä simulaatioilla.

Esimerkiksi hirvet tulevat jatkossakin aiheuttamaan liikenneonnettomuuksia, sillä eläimet epäilemättä kykenevät suorituksiin, joissa ajoissa väistäminen tai pysähtyminen on yksinkertaisesti mahdotonta. Näidenkin onnettomuuksien määrä ja niiden seuraukset pienenevät roboautojen ylivertaisen tarkkaavaisuuden ja reaktiokyvyn avulla. Myös muut ihmiskuskit kykenevät suorituksiin, joissa edes yli-inhimillinen robotaksi ei pysty välttämään onnettomuutta, mutta pääsääntöisesti tällöin sitä ei olisi kyennyt välttämään myöskään ihmiskuski.

Kaikki eivät ole maailman parhaita kuskeja, eivätkä parhaat kuskitkaan aina ole parhaimmillaan. Roboautot puolestaan kehittyvät jatkuvasti paremmiksi, ja internetin videopalvelut ovat jo pullollaan videoita etenkin Teslojen jopa henkiä pelastaneista suorituksista.

Kielimallien kehittymisen myötä itseään ajavat autot ja robotaksit ymmärtävät jatkossa myös puhetta useimmilla kielillä, mikä helpottaa etenkin turistien liikumista. Joskus kyytipalveluita tarjoavat työhön eri syistä heikosti soveltuvat ihmiset. Naisille ja lapsille on jo perustettu vain heille tarkoitettuja taksipalveluita, jotta kyytien turvallisuus paranee¹³.

Taksien ja muiden kyytipalveluiden hinta on verrattain korkea. Karkeasti kolmannes (20–40 %) hinnasta muodostuu kuskin palkasta. Sähköistymisen ja sii-

¹³Esimerkiksi <https://www.clubwowo.fi/>

tä seuraavien kustannushyötyjen (alemmat polttoainekustannukset, pienempi huoltotarve) sekä autonomian hyötyjen (kuljettajan palkka, osa vakuutusmaksusta) myötä myös kuljetuspalveluiden hinnat romahtavat ja autojen käyttöasteet kohoavat, kun ne voivat olla liikenteessä myös silloin, kun kuski ei ole työvuorossa.

Myös varta vasten robotaksikäyttöä varten suunnitellut ajoneuvot laskevat auton elinkaarikustannusta selkeästi ja helpottavat niiden huoltoa sekä puhtaanapitoa. Näiden myötä taksikyydin hinta tulee hyvinkin putoamaan reilusti alle puoleen nykyisestä keskimääräisestä taksi- tai Uber-kyydin hinnasta – saati yötaksasta – ja alkaa lähestyä oman auton omistamisen kokonaiskustannusta (riippuen toki auton arvosta, ajomäärästä jne.).

Viimeistään siinä vaiheessa, kun robotakseja on luotettavasti saatavilla kaikkiin aikoihin ja kyydin hinta painuu alle euron per kilometri, alkavat kodeissa laskutoimitukset auton pitämisen järkevyydestä. Kaupungeissa tarvetta omalle autolle on usein vähemmän, ja lähiöissä sekä taajamien ulkopuolella perheillä voi olla useampia autoja, joista yksi on kenties vähemmällä käytöllä. Auton pitämiseen liittyy monia kiinteitä kuluja, kuten vakuutukset, verot, arvon alenema, huollot ja korjaukset, renkaat, parkkipaikka jne. Nämä kustannukset ovat jopa tuhansia euroja vuodessa. Tämän lisäksi tulevat vielä polttoainekulut. Kaupungeissa on osin eri motiivit omasta autosta luopumiseen kuin maaseudulla.

Elokuussa 2025 Tesla laajensi kesäkuussa pilotoitua robotaksipalveluaan Teksasta myös Kaliforniaan. Mukana on viranomaisen vaatimuksesta edelleen myös ihmisvalvoja, vaikka hän ei istuisikaan kuljettajan paikalla. Tammikuussa 2026 Tesla alkoi tarjoamaan Texasissa kyytejä myös ilman ihmisvalvojaa, ja tätä luokiessasi palvelu on laajentunut edelleen. Pilotoinnissa Tesla käytti kiinteitä hintoja kyydeille, mutta on sittemmin muuttanut hinnoittelun dynaamisemmaksi. Hinta asettui loppuvuonna 2025 tilanteen mukaan hieman alle kahteen dollariin maililta. Tämä vastaisi nykykurssilla hieman yli euroa per kilometri (ilman arvonlisäveroa). Myös Waymo on laajentanut palveluitaan.

Jännittävä lisämauste tilanteeseen tulee, mikäli Teslan suunnittelema ”auto-airbnb”-palvelu laajenee. Siinä omistamansa itseajavan auton voi ”laittaa töihin” silloin, kun sitä ei itse käytä. Siis hieman kuin oman asunnon tai huoneen laittaminen vuokralle Airbnb-palveluun, kun sitä ei itse käytä. Tämä puolestaan lisää kannustinta omistaa oma (itseajoon kykenevä) auto, sillä se muuttuu pelkästä kuluerästä myös tuloja tuottavaksi investoinniksi.

Tähän liittyvät visiot ja mahdollisuudet ovat varsin mielenkiintoisia. Työpäivän parkkimaksun sijaan voit lähettää roboauton työpäivän ajaksi kaupungille kul-

jettamaan muita ihmisiä ja ansaitsemaan rahaa. Kenties se voi tehdä pitkää työpäivää samalla kun perhe lomailee toisessa maassa ja maksaa siten osan loman kustannuksista – tai ainakaan se ei seiso maksullisessa parkkihallissa kahta viikkoa. Lataukset hoituvat automaattisilla latausasemilla, tarvittaessa robottien avustuksella.

Kaupunkilainen voi lähettää autonsa yöksi taajaman ulkopuolelle roboautojen palvelukeskukseen parkkiin, josta se palaa aamulla työmatkaa varten valmiiksi ladattuna, pestynä ja siivottuna. Tämä helpottaa omistamista etenkin kaupungeissa, joissa parkkitilaa on rajatusti ja ruudut ovat kalliita.

Roboautojen yleistyminen tulee kenties synnyttämään keskustojen ulkopuolelle erilaisia autohuoltokeskuksia, joista autonsa voi tilata keskuksesta omalle ovelle tarvittaessa sen sijaan, että se seisoi oman talon parkkihallissa odotamassa. Auton voi näistä keskuksista myös ostaa palveluna, jolloin ”omaa autoa” ei ole, mutta sellaisen saa käyttöönsä tarpeen mukaan – aivan kuten autovuokraamot ja yhteisautopalvelut nykyisin, mutta kitkattomammin ja edullisemmin, kun ihmisiä ei tarvita siirtelemään autoja, ja varaaminen hoituu älypuhelimella. Erilaisia liiketoimintamalleja on lukuisia.

Robotakseja tulee olemaan monenlaisia ja kokoisia eri tarpeisiin, ja osa niistä ajanee nykyisten bussireittien kaltaisia pysyvämpiä reittejä. Kyytejä on tarjolla vuorokauden ympäri ja vähäisemmän kysynnän takia öisin hinnat todennäköisesti ovat matalammat. Öisin voidaan hoitaa myös pakettiliikennettä, mikä pienentää pakettilogistiikan kustannuksia ja nopeuttaa toimituksia. Paketteja voivat kantaa autoon ja autosta tietenkin humanoidirobotit.

Autoilun kustannuksia tulee pienentämään itseään ajavat autot yleisemmin. Etenkin tämä kustannus tulee pieneneään vähentyneen aktiivisen ajamisen vuoksi. Kun auto hoitaa kuljettajankin viran, matkustaja voi keskittyä muuhun, oli se sitten rentoutuminen tai työnteko. Määränpäässä ollaan paremmin levänneinä ja matkustaminen on vähemmän kuluttavaa, mikä parantaa elämänlaatua ja sitä kautta myös tuottavuutta. Pidemmät matkat voi hoitaa myös öisin, kun autossa voi nukkua sen hoitaessa ajamisen.

Itseajavat roboautot ja robotaksipalvelut tulevat yleistyessään mullistamaan taksiliikenteen, autonomistuksen ja -kaupan, kuljetusten hinnan ja ylipäättään liikenteen monin tavoin. On esimerkiksi syytä kysyä, kuinka suuri osa väestöstä haluaa ostaa tavallisen auton, jos tarjolla on myös tarvittaessa itsenäiseen ajoon kykenevä vaihtoehto karkeasti vastaavalla hinnalla – joka vieläpä maksaa kenties osan hinnastaan takaisin, mikäli sen rohkenee laittaa töihin? Esimerkiksi vakuutusyhtiö Lemonade tarjoaa Tesloille paljon normaalia huokeamman

vakuutuksen, kunhan auton annetaan ajaa suurin osa matkoista itse, se kun on ihmiskuskia turvallisempaa¹⁴.

Alan pioneeri Waymo on tarjonnut robotaksikyytejä paljon Teslaa pidempään, mutta sen laajentumista on rajoittanut pari keskeistä tekijää: se ei valmista itse autoja vaan ostaa niitä kolmannelta osapuolelta rajallisia määriä varsin korkeaan hintaan. Sen lisäksi kuhunkin autoon pitää asentaa iso määrä varsin kalliita sensoreita Waymon tekemien teknologiavalintojen takia. Keskustelu ”vain kameroita” ja ”mahdollisimman paljon eri sensoreita” lähestymistapojen keskinäisestä paremmuudesta on jatkunut kiivaana vuosia.

Keskeinen tekijä robotakseissa ja itseajavissa autoissa on vastuu. Mikäli auton valmistaja lupaa, että kuljettajan ei tarvitse keskittyä liikenteeseen tai että hän voi jopa nukkua, on valmistaja tällöin vastuussa mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Nämä onnettomuudet tullaan uutisoimaan näyttävästi ja niitä tullaan käyttämään lyömäaseena roboautoja vastaan. Tärkein kysymys on kuitenkin onnettomuustilastot: ajavatko roboautot selvästi vähemmän vai enemmän onnettomuuksia kuin ihmiset? Valmistajat tuskin haluavat ottaa vastuuta ennen kuin tilastot näyttävät kiistattomasti parantuneen turvallisuuden.

Kesällä 2026 Euroopassa käydään vielä keskustelua siitä, voidaanko autoissa sallia valvottu itseajavuus, jossa auto ajaa itse, mutta kuljettaja on valmiudessa ja tarkkaavaisena. Monet maat ovat tämän jo sallineet, ja euroopanlaajuinen äänestys on todennäköisesti luvassa vuoden 2026 loppuun mennessä.

3.6 Konesalien keinoäly

”Asiantuntemuksesta tulee lähes ilmaista” – Vinod Khosla

Erilaiset digitaalisen keinoälyn ilmentymät, kuten kielimallit, kuva- ja videogeneraattorit, etälääkärit, asiakaspalvelun chatbotit, tutkimusmallit ja muut, ovat niin laaja ja nopeasti kehittyvä kokonaisuus, että ne ansaitsevat oman kirjansa. Niiden vaikutus tulee sekä suoraan että fyysisiä robotteja ja muita päätelaitteita välikappaleenaan käyttäen olemaan valtava.

Terveystenhoito on tässä hyvä esimerkki. Monien tautien oikea ja riittävän ajoissa tehty diagnosointi on ratkaisevaa potilaan paranemisen ja hyvinvoinnin kannalta. Diagnosointiin tarvitaan havainnointia, erilaisia näytteitä sekä laaja tuntemus lähes lukemattomasta määrästä tauteja, vammoja ja niiden yhdistelmiä

¹⁴<https://electrek.co/2026/01/22/lemonade-launches-tesla-fsd-insurance-with-50-discount-bigger-than-teslas-own/>

sekä näiden havaittavissa olevia oireita.

”Tiedämme jo nyt, että 5–7 vuoden kuluttua lääkäreistä on pula.” – Risto Murto (HS)

Kun keinoälyn tietokantaan ja koulutusmalliin ajetaan kattava kokoelma tätä tietoa, siitä tulee keskivertolääkäriä parempi diagnosoinnissa ja hoitosuositusten antamisessa. Yksi ja sama malli tietää valtavan määrän ihmislääkäreitä enemmän eri sairauksia ja niiden oireita, ja se on lähes rajattoman ihmismäärän käytettävissä ilman ajanvarausta ja hoitoon pääsyn odottelua, murto-osalla ihmislääkärin hinnasta. Lisäksi sille voidaan syöttää yksittäisen henkilön täydellinen terveystila ja hoitohistoria, jota vasten keinoäly voi peilata oireita. Yksistään tämänkaltaisen palvelu mullistaa lääkäriin pääsyn ja avun saannin. Vähimmillään AI-apuohjelma voi tukea ihmislääkäriä hänen omassa työssään potilaan diagnosoinnissa.

Kun yllä olevaan yhdistetään kasvava määrä ihmisen olotilaa mittaavia sensoreita ja kenties perusnäytteenottoon kykenevä robotti, joka tulee tarvittaessa kotikäynnille, aletaan olla tilanteessa, jossa laadukas terveydenhoitopalvelu on demokratisoitu kaikkien saataville paljon nykyistä edullisemmalla kokonaiskustannuksella. Tämän vaikutus tulee näkymään myös kansakunnan tasolla terveempänä väestönä ja siten esimerkiksi parempana tuottavuutena sekä pienentyneinä sairaanhoitokuluina.

Jatkossa kansalaisen julkiseen terveydenhoitopalveluun voi siis sisältyä 24/7-seuranta erilaisten älylaitteiden (ranneke, sormus, älypuhelinsovellus) avulla, joka keskittyy nimenomaan ennaltaehkäisevään terveenä pysymiseen. Pakettiin kuuluu kenties henkilökohtainen AI-valmentaja, joka auttaa tekemään hyviä valintoja ja ilmoittaa sekä henkilölle että palvelinkeskuksen AI:lle, milloin jotain on vialla, ja sopii tarkempia tutkimuksia. Ottaen huomioon, miten paljon halvemmaksi ennaltaehkäisevä hoito tulee verrattuna sairauksien hoitoon siinä vaiheessa, kun ihminen on ”pää kainalossa” kävellyt paikalliseen terveyskeskukseen, jonkinlainen seuranta voi olla jopa vaatimus terveydenhoidon tarjoajan puolelta, oli kyse julkisesta sektorista tai työnantajasta.

Tähän liittyy monenlaisia eettisiä sekä henkilökohtaiseen vapauteen ja tietosuojaan liittyviä kysymyksiä. Monilla ensimmäinen vastalause on, että eivät halua yhteiskunnan tai ”muiden” määräilevän, tai edes neuvovan ja ohjaavan omaan elämään ja terveyteen liittyviä valintojaan. Kunhan he maksavat itse näiden valintojensa kustannukset, heillä on liberaalin ihmiskäsityksen mukaan tähän myös oikeus (joskin on oma keskustelunsa, onko vaikkapa elintarviketeollisuudella puolestaan oikeus tehdä ihmisten käyttäytymistä ja ”vapaata

tahtoa” muokkaavaa mielikuvamainontaa). Mutta jos muut kanssaihmiset (yhteiskunta) maksavat hoitojen kustannukset, voi myös ajatella, että heillä on ainakin jonkinlainen oikeus – jopa velvollisuus – pyrkiä minimoimaan nämä kustannukset.

Tähän kysymykseen liittyy myös laajempi kokonaisuus. Terveydenhuollon taloudelliset kannusteet tulisi kytkeä vahvemmin siihen, että vaivat ja sairaudet ennaltaehkäistään ja että ihmiset lopulta tarvitsevat mahdollisimman vähän hoitoa ja sairaalomia. Kun terveystilan seurannan kustannus putoaa ja automatisoituu, siihen on yhä paremmat mahdollisuudet. Proaktiivisuus on terveydenhoidossa paljon reaktiivisuutta kannattavampaa, mutta järjestelmän kannusteet tulee rakentaa tätä tukemaan. Aiheesta julkaistiin äskettäin kiinnostava raportti Britannian julkisen terveydenhuollon NHS:n näkökulmasta¹⁵.

Koska nämä mallit toimivat yleensä keskuspalvelimelta, pääsy niihin vaatii vain internetyhteyden ja jonkinlaisen päätelaitteen, kuten älypuhelimien tai tietokoneen. Jatkossa näitä päätelaitteita löytyy myös autoista, älytelevisioista ja muista kodin älylaitteista, sekä tietenkin roboteista. Koirat saattavat parhaimmillaan haistaa, jos niiden omistajalla ei ole kaikki kunnossa¹⁶. Jatkossa tämän aistimisen voivat tehdä myös robottikoirat, jotka osaavat tuoda huolensa ilmi selkeästi suomeksi.

Tekoälymalleja kehitetään huimaa vauhtia lukuisiin eri tarkoituksiin, joista tieteellisen tutkimuksen edistäminen on yksi jännittävimmistä. Biotieteet, uudet materiaalit ja monet muut alat voivat lähitulevaisuudessa saada valtavasti vauhtia keinoälymallien avustuksella.

Nämä mallit vaikuttavat jo nyt toimisto- ja tietotyöhön. Esimerkiksi koodareilla erilaiset AI-apuvälineet ovat olleet käytössä jo vuosia, sillä ne lisäävät tuotavuutta valtavasti. Kielimallit ovat varsin käyttökelpoisia ”tutkimusavustajan” korvaajia. Ne siis korvaavat googlaamisen, tutkimusten läpikäymisen ja näitä tekevän ihmisen ja tuottavat vastauksen useimpiin kysymyksiin sata tai tuhat kertaa ihmisharjoittelijaa nopeammin ja edullisemmin. Toisaalta mallien tehokas käyttö vaatii usein syvällistä osaamista sekä aihealueesta että mallien käytöstä. Tiettyihin aloihin erikoistuneet mallit tekevät yhä tehokkaammin myös asiantuntijatyötä: konsultit, lääkärit, juristit jne. Tämä on herättänyt ansaittua huolta nuorten pääsystä työelämään oppimaan. Tässä mielessä eri mallien ja agenttien käytön oppiminen on nuorelle yksi parhaista vinkeistä työelämään

¹⁵https://www.linkedin.com/posts/simonrost_from-sickcare-to-healthcare-ugcPost-7350097812958679040-Cb1L/

¹⁶<https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/viestiiko-koira-sinulle-erikoisesti-kannattaa-olla-valppaana-sierra-haistoi-omistajansa-syovan-kolme-kertaa/7631950>

pääsyn kannalta. Tämän raportin taittamiseen meni kirjoittajalta Anthropicin Claude Sonnet 5 mallia apuna käyttäen korjauksineen parisen tuntia.

Toinen kehityshaara on ”paikallisissa” ympäristöissä toimivat mallit, jotka eivät välttämättä tarvitse internetyhteyttä eivätkä lähetä käyttäjän kysymyksiä tai tietoja palvelimelle. Laadukkaiden ja kyvyiltään laajojen mallien puristaminen puhelimen tai tavallisen kotitietokoneen muistiin oli pitkään vaikeaa, mutta viimeisen vuoden aikana siinä on menty nopeasti eteenpäin. Tämä alue on kuitenkin parin viime vuoden aikana muodostunut puhelinten, kannettavien ja pöytätietokoneiden teho- ja muistitarvetta kasvattavaksi ajuriksi. Vahvuutena näissä malleissa on keskuspalvelimilla toimiviin malleihin verrattuna mahdollisuus parempaan tietoturvaan, yrityksen sisäisen datan hyödyntämiseen aineistona sekä huomattavasti alemmat käyttökustannukset.

LUKU 4

Suomen teollinen kilpailukyky robotisoituvassa maailmassa

Kuvitellaan kaksi vaihtoehtoista Suomea vuonna 2035.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa teollisuusyritykset ottavat fyysisen tekoälyn ja humanoidit osaksi tuotantoprosessejaan vuosina 2028–2030. Hitsausrobotit, kokoonpanolinjat, logistiikkakeskukset ja mikseivät myös sairaalat ja palvelutalot käyttävät älykkäitä humanoidirobotteja rutiinitehtävissä. Jotkut vanhemmat tehtaات ovat rakentaneet kokonaan uuden tuotantokapasiteetin robottien varaan. Viennin rakenne on muuttunut: Suomi vie edelleen metsäteollisuuden tuotteita, petrokemialla ja terästä, mutta myös robotiikan käyttöönottoon ja ylläpitämiseen liittyvää osaamista, järjestelmäintegraatiota ja automaatoratkaisuja. Yhteiskunnallinen murros on ollut tuskallinen — palaamme siihen myöhemmissä luvuissa — mutta Suomi on mukana tekemässä tätä muutosta, ei jarruttamassa sitä eikä pelkäämässä sitä sivusta.

Toisessa vaihtoehdossa päätettiin odottaa ja seurata tilannetta. Investointipäätöksiä lykättiin, sillä teknologia kehittyi niin nopeasti, ettei kukaan halunnut investoida väärään laitteeseen ja ekosysteemiin liian aikaisin. Lainsäädäntöön ei saatu riittävää varmuutta, joten yritysten oli vaikea tietää, mihin ne saivat robotteja ylipäänsä käyttää. Kansainväliset toimijat automatisoivat tehtaansa muualla ja suomalaiset alihankkijat huomasivat olevansa hintakilpailussa häviävällä puolella. Vuonna 2035 muutosta katsotaan edelleen pääosin sivusta ja koetaan saada maailmalta lisää lainaa hyvinvointivaltion rippeiden ylläpitämiseen.

Kumpi on todennäköisempi? Se riippuu lähes kokonaan siitä, mitä päätämme

– tai jätämme päättämättä – seuraavien viiden vuoden, yhden hallituskauden, aikana.

4.1 Mitä meillä jo on

Ennen kuin puhutaan riskeistä ja tarvittavista toimenpiteistä, on syytä olla rehellinen siitä, miksi Suomella on lähtökohtaisesti hyvä asema robotisaation hyödyntämisessä teollisuudessa. Ei siksi, että olisi mukavaa kehua, vaan siksi, että kilpailuedun tunnistaminen on välttämätöntä, jotta sen voi hyödyntää tietoisesti.

Ensimmäinen etu on tekninen osaaminen ja konepajateollisuus. LUT-yliopistossa käynnistyi vuonna 2026 tutkimusohjelma, joka on ensimmäinen Suomessa nimenomaisesti fyysistä tekoälyä tutkiva hanke¹. Tutkija Vesa Korhonen määrittelee fyysisen tekoälyn järjestelmäksi, jossa tekoäly yhdistyy robotiikkaan, antureihin ja mekaniikkaan niin, että kone pystyy havainnoimaan ympäristöään, tekemään päätöksiä ja toimimaan niiden mukaisesti – ei vain toistamaan ennalta ohjelmoitua liikettä. Korhosen mukaan ”fyysinen tekoäly voi reagoida fyysiseen ympäristöön ja oppia siitä”. Tämä on olennainen ero perinteiseen teollisuusrobotiikkaan.

Suomalaisella valmistavalla teollisuudella on pitkä perinne monimutkaisissa, ei-sarjatuotannollisissa prosesseissa, joissa tarvitaan tarkkuutta, joustavuutta ja sopeutumiskykyä. KONE rakentaa hissejä maailman monimutkaisimpiin rakennuksiin. Kemppi kehittää hitsausrobotiikkaa vaativiin kohteisiin. Metsä Group on automatisoinut metsäteollisuuden prosesseja vuosikymmeniä. Nämä eivät ole sattumia – ne heijastavat teollista kulttuuria, jossa laatu ja luotettavuus ovat olleet halpatyövoimaa tärkeämpiä kilpailutekijöitä. Siinä missä yhteen asiaan keskittyvät kokoonpanorobotit eivät välttämättä ole näissä ympäristöissä kovin hyödyllisiä, joustavammat, monia tehtäviä oppivat ja asioita tehokkaasti havainnoivat humanoidirobotit voivat tuoda mittavia tuottavuusparannuksia.

Toinen etu on luottamuskulttuuri. Se voi kuulostaa pehmeältä, mutta sen konkreettinen vaikutus automaation käyttöönoton nopeuteen on mitattavissa. Uuden teknologian käyttöönotto organisaatiossa ei usein epäonnistu siksi, että teknologia ei toimi, vaan siksi, että ihmiset eivät luota siihen tai toisiinsa sen käyttöönotossa. Suomi on korkean luottamuksen maa, ja se tarjoaa meille monia etuja verrattuna moniin verrokkimaihin, joissa esimerkiksi luottamus viran-

¹<https://www.lut.fi/fi/uutiset/teollisuuden-seuraava-mahdollinen-kilpailuetu-fyysinen-tekoaly>

omaisiin on paljon matalampaa². Luottamuspuola aiheuttaa kitkaa ja se puolestaan lisää kustannuksia. Tämä ei itsessään takaa mitään, mutta se tarkoittaa, että yksi suurimmista esteistä – organisatorinen kitka – voi olla meillä matalampi kuin monilla kilpailijoilla.

Kolmas etu on vakaa toimintaympäristö. Robotisaatio muuttaa perustavanlaatuisesti sitä, mihin tuotantoa kannattaa sijoittaa. Kun halvasta työvoimasta tulee vähemmän tärkeä kilpailutekijä, nousevat infrastruktuuri, sähkön saatavuus ja toimitusvarmuus, oikeusvaltion toimivuus sekä ennakoitava sääntely tärkeysjärjestyksessä. Korruptioindekseissä Suomi sijoittuu johdonmukaisesti maailman kärkeen. Tämä tarkoittaa käytännössä, että suomalaisen tehtaaseen tehtyjä robotti-investointeja ei viedä yön aikana, sopimuksia ei rikota mielivaltaisesti ja tuotantolinja toimii myös sen jälkeen, kun ensimmäinen johtohenkilö on vaihtunut. Nämä voivat tuntua suomalaisesta itsestäänselvyyksiltä, mutta monissa maissa ne eivät ole sitä.

Neljäs etu on energiatilanne – Suomessa on viime vuosina ollut Euroopan halvimpia sähkön keskihintoja (vaikka hintojen volatiliteetti on kasvanut merkittävästi) ja hyvät edellytykset rakentaa lisää tuotantokapasiteettia, kunhan ostaja löytyy. Datakeskukset (koulutus ja keskitetty inference-laskenta) sekä robotit itsessään (työn käyttämä sähkö) tarvitsevat sähköä, ja niillä on korkean tuottavuuden ansiosta kykyä maksaa korkeitakin hintoja. Miljoona robottia kuluttaa karkeasti yhden keskikokoisen ydinvoimalan verran tehoa.

Suomen sähköjärjestelmässä on Olkiluoto 3:n myötä uutta peruskuormakapasiteettia, tuulivoima on kasvanut voimakkaasti ja sähköntuotanto on jo nyt käytännössä hiilineutraalia. Ei ole sattumaa, että Suomessa on meneillään datakeskusbuumi, jossa rakenteilla ja suunnitteilla on useita gigawatteja datakeskuskapasiteettia ja alustavia sähköverkon liityntäkyselyitäkin jo yli 50 GW:n edestä³.

Viides – ja kenties kiusallisinkin – etu on demografinen pakko. Suomen huoltosuhde on heikentynyt rajusti, eikä tilanne tule helpottumaan, kun jo eläkkeellä olevat suuret ikäluokat alkavat tarvita yhä enemmän ympärivuorokautista hoivaa ja terveystalveta. Samalla syntyvyys on romahtanut ja työssä käyvät sukupolvet ovat yhä pienempiä ja yhä useammin myös loppuunpalamisen partaalla. Tämä on jo vuosia sitten tiedostettu uhka julkiselle taloudelle, mutta se on samalla myös argumentti: meillä on aito ja välitön tarve korvata ihmistyötä koneilla hoivatyössä, logistiikassa ja tuotannossa. Monissa maissa robotisaatio on toistaiseksi enemmän kilpailuetuhakuinen valinta kuin pakko. Meillä se on kum-

²Kts esim. <https://fortune.com/2025/01/21/denmark-finland-work-life-balance-culture-employee-trust-business/>

³<https://yle.fi/a/74-20219798>

paakin.

4.2 Missä voi mennä pieleen

Yllämainitut edut eivät realisoidu automaattisesti. Teknologisia murroksia ja kansallista kilpailuetua on lähes aina ohjattu ja rakennettu tietoisesti monilla tasoilla. Ei esimerkiksi ole sattumaa, että Tanskan lääketeollisuus menestyy niin kuin se on tehnyt. Se on tietoisien strategien tulosta. Suomellakin on useita rakenteellisia tekijöitä, jotka voivat hidastaa, vääristää tai jopa kokonaan estää sen, että edellä mainitut edut muuttuvat taloudelliseksi hyödyksi.

Ensimmäinen ja suurin riski on institutionaalinen hitaus. Lainsäädäntö, työehtosopimukset ja julkisen sektorin hankintasäännöt on kirjoitettu ihmistyön logiikalla, eikä tämä logiikka poistu itsestään teknologian kehittyessä. Hyvä esimerkki on aiemmin käsitelty hoitajamitoitusasetus: asetus määrittelee hoitajien minimimäärän suhteessa potilaisiin, eikä siinä ole mitään sellaista kohtaa, joka sallisi robotin tehdä osan hoitajan tehtävistä ja jättää hoitajan itse hoitamaan ne tehtävät, joita robotti ei osaa. Riippumatta robotin tekemän hoitotyön määrästä, hoitajamitoitus vaatii silti tietyn määrän hoitajia per potilas, jolloin robottien myötä kustannukset voivat oikeastaan vain kasvaa.

Tämä ei ole järkevää. Sama logiikka toistuu rakennusteollisuuden turvallisuusmääräyksissä, elintarviketuotannon hygieniasertifioinnissa ja tieliikennelaissa, joka ei vielä täysin tunnista liikennettä, jossa ei ole kuljettajaa.

”Lainsäädäntö tulee kyllä perässä” on laiska argumentti samalla tavalla kuin ”työpaikkojakin on aina syntynyt lisää”. Se ei edes yritä hahmottaa, miten kauan tämä jäljessä tuleminen kestää, hitauden aiheuttamia kustannuksia ja kilpailuedun rapautumista lainsäädäntöä odotellessa.

Toinen riski on investointivarovaisuus, erityisesti pk-yrityksissä. Teknologia kehittyy niin nopeasti, että moni yrittäjä pelkää (ihan aiheellisesti) ostavansa väärän robotin väärään aikaan. Jos ostat tänään 50 000 euron teollisuusrobotteja ja kolmen vuoden kuluttua kilpailijan robotti maksaa 15 000 euroa ja toimii viisi kertaa paremmin, investointipäätös tuntuu jälkikäteen kalliilta oppitunnilta. Niinpä päätös lykkääntyy. Sitten se lykkääntyy uudelleen. Ennen pitkää kilpailija on käyttöönotossa vuosia edellä.

Kolmas riski on osaamiskuilu. Robottien käyttöönotto ei poista osaamistarpeita — se muuttaa ne. Tarvitaan ihmisiä, jotka osaavat integroida robottijärjestelmiä olemassa oleviin prosesseihin, ylläpitää ja huoltaa niitä, hallita poikkeusti-

lanteita sekä suunnitella ihmis-robotti-rajapintoja. Näitä osaajia Suomi ei tällä hetkellä kouluta riittävässä määrin eikä riittävällä nopeudella. Perinteinen ammatillinen koulutus liikkuu usein vuosikymmenien, ei vuosien syklillä. Nyt sen olisi tarpeen päivittyä lähes kuukausitasolla!

Neljäs riski on se, että voitot karkaavat ulkomaille. Jos suomalaiset yritykset ostavat robottinsa ulkomaisilta valmistajilta ilman omaa tutkimus- ja kehitysosallistumista, tuottavuushyödyt realisoituvat kyllä täällä – mutta arvonmuodostuksen ydin, ohjelmistojen kehitys, patenttitulot ja järjestelmäsuunnittelu, tapahtuvat muualla. Tämä muistuttaa hieman tilanteesta, jossa Suomi olisi 1990-luvulla ostanut matkapuhelimet Japanista sen sijaan, että Nokia olisi kehittänyt ne itse. Robotisaation taloudellinen hyöty Suomelle riippuu siitä, olemmeko käyttäjiä vai myös tekijöitä. Toisaalta riski on myös siinä, että lähdetään kehittämään omaa teknologiaa erittäin kilpaillussa ympäristössä eikä viedä robottien ja AI:n käyttöä yhteiskuntaan mahdollisimman laajasti – sillä siitä on saatavissa ne yhteiskunnanlaajuiset tuottavuusparannukset. Ostetaanko vai tehdäänkö itse – tai tarkemmin, mitä kannattaa ostaa ja mihin rajalliset T&K-panokset kannattaa käyttää?

Viides riski on sosiaalinen hyväksyttävyys. Automatisointi, joka tapahtuu ilman selkeää yhteiskunnallista sopimusta ja ilman läpinäkyvää suunnitelmaa siitä, mitä tapahtuu väliinputoajille, tuottaa ennen pitkää poliittisen vastareaktion, joka hidastaa tai vääristää koko muutosta. Kehityksen ”hiekoittaminen” on demokratioissa tehty varsin helpoksi ja tehokkaaksi. Suomessa ammattiyhdistysliike on ollut historiallisesti vahva, ja sen roolista on jäljempänä vielä oma lukunsa – mutta on selvää, että AY-liikkeen saaminen mukaan keskusteluun rakentavalla tavalla on erittäin tärkeää, siinä missä sen sivuuttaminen voi pysäyttää kehityksen vuosikausiksi.

4.3 Mitä tarvitaan: politiikka, lainsäädäntö ja teollisuusstrategia

Jokainen edellä kuvatuista riskeistä on korjattavissa, jos niin päätetään. Yksikään niistä ei ole luonnonlaki.

Tärkein yksittäinen toimenpide on lainsäädännön aktiivinen läpikäynti sen selvittämiseksi, mitkä lait ja asetukset sisältävät implisiittisen oletuksen ihmis-työntekijästä ja toisaalta mitkä lait estävät esimerkiksi kerätyn tiedon ja tietokantojen käytön järkevästi palveluiden tuotannon tehostamiseen ja tulosten parantamiseen esimerkiksi terveydenhoidossa. Kyse ei ole kaikkien sääntöjen

purkamisesta — se olisi sekä vastuutonta että poliittisesti mahdotonta — vaan siitä, että tunnistetaan kohdat, joissa sääntely estää järkevän teknologiakäytön ilman tosiasiallista turvallisuus- tai yhteiskunnallista perustetta. Hoitajamitotusasetus on yksi esimerkki. Toinen esimerkki on tilanteet, joissa ihmisen paikallaolo vaaditaan, vaikka robotti tai drone voisi hoitaa tehtävän itsenäisesti tai kauko-ohjattuna. Ihmisen tärkeys on meille luontaisesti helppo perustella, mutta usein unohdamme, että sillä on aina myös merkittävä hinta.

Singaporessa on käytössä niin sanottu regulatory sandbox -malli (sääntelyhiekkalaatikko), jossa uudet teknologiat saavat toimia rajatuissa ympäristöissä normaalin sääntelyn ulkopuolella, kunnes riittävästi dataa on kertynyt sääntelypäästösten pohjaksi. Suomen mittakaavaan sovellettuna tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi määriteltyjä teollisuusalueita tai pilottisairaalaita, joissa robotiikkaa saa kokeilla vapaammin. Malli on yksinkertainen: ensin kokeillaan, sitten säädetään. Tällä hetkellä meillä on usein päinvastoin, sillä pieniäkin virheitä pelätään ja ylivarovaisuudesta palkitaan.

Investointipolitiikassa tarvitaan selkeä signaali. Business Finland on jo olemassa, mutta sen resurssit ja fokus eivät tällä hetkellä vastaa robotiikan käyttöönnotolle asetettua strategista prioriteettia. Vertailukohta: Saksan Industrie 4.0 -ohjelma käynnistyi jo vuonna 2011 ja sen rahoitus on ollut miljardeja euroja vuodessa. Etelä-Korea on systematisoinut robotiikkainvestoinnit osaksi kansallista teollisuusstrategiaa jo vuosikausia. Suomessa on hyviä, mutta pieniä hankkeita hajallaan. Se ei riitä.

Pk-yritysten investointivarovaisuutta voisi helpottaa jonkinlaisella erillisellä tukimekanismilla, joka madaltaa kynnystä ensimmäiseen kokeiluun. Mallia voi ottaa energiatehokkuusinvestointien tukijärjestelmistä: yritys saa osan hankintahinnasta takaisin, kun se dokumentoi hankkeen tulokset. Tämä ei poista riskiä, mutta jakaa sitä. Samalla se tuottaa kansallisesti arvokasta dataa siitä, mihin käyttöihin robotiikka Suomen olosuhteissa todella sopii ja missä on pullonkauloja ja esteitä.

Koulutuksessa tarvitaan rakenteellinen muutos ennemmin kuin uusi kurssi joidenkin linjojen kurssivalikoimaan. Ammatilliseen peruskoulutukseen tulisi integroida robotiikan käyttö ja ylläpito osaksi teknisiä koulutusohjelmia — ei lisämoduulina, vaan pakollisena osaamistavoitteena samaan tapaan kuin tietotekniikan perusteet integroitiin 1990-luvulla. Tämä ei tapahdu nopeasti, mutta se on ainoa tapa, jolla muutos skaalautuu. Lisäksi tarvitaan nopeampia uuden koulutuspolkua niille, jotka jo työskentelevät teollisuudessa, mutta joiden nykyinen osaaminen uhkaa vanheta. Perinteisten vuosia kestävien tutkintojen

sijaan nopeaan kehitysvauhtiin voisi sopia esimerkiksi puolen vuoden kokonaisuudet, joita päivitetään jatkuvasti alan kehittyessä.

Tutkimuksen osalta aiemmin mainittu LUT:n käynnistämä fyysisen tekoälyn tutkimusohjelma on oikea liike – mutta se on rahoitettu lähinnä yritysten hankkeista ja TT-säätiön tuella. Jos tämä tutkimus on strategisesti tärkeää Suomelle, ja tämän kirjan argumentin mukaan se on, tämäntyyppinen tutkimus ansaitsee pysyvän julkisen rahoituksen hankerahoituksen sijaan. Hankerahoitus loppuu hankkeen päättyessä, eikä jatkuvuutta välttämättä ole.

Verokehikosta – erityisesti siitä, miten robottituottavuutta voisi verottaa – kirjoitan tarkemmin seuraavassa luvussa. Lyhyesti sanottuna: tätä tuottavuusloikkaa ei kannata verottaa hengiltä, koska silloin investoinnit valuvat kilpailijamaiden käsiin ja nykyinenkin teollisuus menetetään tuottavuuden jäädessä laahamaan. Mutta toisaalta se on yhteiskuntaa järjestyttävä muutos, joka tulee kasvatamaan sekä tuottavuutta että korvaamaan ihmistyötä monilla aloilla, ja tästä murroksesta kärsiviä ihmisiä pitää auttaa eri tavoin pahimman yli.

4.4 Milloin on liian myöhäistä

Jos päätökset jäävät tekemättä, menetämme kilpailuetumme. Jos toimimme nyt, voimme rakentaa tekoälyn avulla kasvua, parempia julkisia palveluja ja vahvempaa turvallisuutta – Martin Paasi (Kokoomus, kansanedustaja)

Tässä on ehkä kiusallisin totuus koko tässä luvussa: päätökset, jotka ratkaisevat kumpaa vaihtoehtoista Suomea elämme vuonna 2035, tehdään pääosin seuraavien 4 vuoden aikana. Ei siksi, että myöhemmät päätökset olisivat merkityksellisiä, vaan siksi, että varhainen toimija rakentaa osaamista, kerää dataa ja alkaa mukautua (henkisesti, organisatorisesti, lainsäädännöllisesti jne.) muutuvaan yhteiskuntaan ja uusiin tapoihin organisoida toimintaa. Tämä ottaa joka tapauksessa oman aikansa, mutta robotiikan ja AI:n kehitysnopeuden vuoksi yhteiskunnallinen keskustelu ja valmistautuminen pitää aloittaa mahdollisimman aikaisin.

Vuosina 2025–2027 fyysisen tekoälyn kaupalliset käyttöönotot teollisuudessa ottavat ensiaskeliaan. Pilotteja on käynnistynyt – BMW:llä, Amazonilla, Teslalla omissa tehtaissaan – mutta teknologia on vasta siirtymässä laboratorioista ja yksittäisistä kokeiluista varsinaiseen tuotantokäyttöön. Robotit eivät ole vielä kustannusten ja luotettavuuden suhteen itsestäänselvyys, mutta se päivä lähes-tyy.

Yritykset, jotka tekevät pilottinsa nyt, oppivat sen, mitä ei voi oppia kirjasta: mi-
hin käyttöön robotti oikeasti sopii suomalaisessa tehtaassa, miten ihmiset rea-
goivat, mitä kohtia sääntelyssä pitää muuttaa. Odottelemaan jäävät opettelevat
nämä asiat vasta myöhemmin. Eron voi toki kuroa kiinni myöhemmin, mutta
siinä on riskinsä ja sekin maksaa.

Vuosina 2027–2030 humanoidien massatuotanto alkaa todennäköisesti laskea
hintoja tasolle, jossa ne alkavat olla kiinnostavia lähes kaikille teollisuuden toi-
mialoille. Kun hankintahinta putoaa alle 50 000 euron ja käyttökustannukset
pysyvät alle euron tunnissa, matemaattinen vertailu ihmistyöhön alkaa olla
kiusallisen selvä useissa tehtävissä. Tähän mennessä lainsäädännön pitäisi olla
valmiina ja osaamista pitäisi löytyä. Jos nämä ovat vasta suunnittelupöydällä,
Suomi on reaktiivisessa asemassa muutokseen, ei aktiivisessa.

Vuosina 2030–2035 työvoimavaikutukset alkavat näkyä tilastoissa selkeästi. Ve-
ropohja muuttuu, poliittinen paine kasvaa ja julkisen talouden tasapainolaskel-
mat alkavat näyttää erilaisilta kuin tänään. Jos Suomella on tässä vaiheessa toi-
miva strategia ja siirtymämekanismit valmiina, murros on hallittavissa. Jos stra-
tegia tehdään vasta tässä vaiheessa, se tehdään kriisin paineessa. Kriisipäätök-
set ovat harvoin hyviä päätöksiä.

Nyt, vuoden 2026 aikana, työn alla ja viimeistelyssä olevat poliittiset ohjelmat
tähtäävät kevään 2027 vaaleja varten – ne ohjaavat politiikkaa ainakin vuoteen
2031 saakka. Jos robotiikan strateginen käyttöönotto, lainsäädännön uudistami-
nen ja koulutusrakenteiden muutos eivät ole niissä eksplisiittisesti mukana, ne
eivät ole budjetissa eivätkä lainsäädäntöagendalla. Seuraavan hallituksen 2027–
2031 ohjelma tulee olemaan ratkaisevan tärkeä, sillä pitäisi vähintään luoda hyvä
pohja ja hankkia tietoa ja kokemuksia vuonna 2030 kirjoitettavia 2031 vaalien
puolueohjelmia silmällä pitäen.

Kokoomuksen eduskuntaryhmä julkaisi kesällä 2026 tekoälyraportin⁴. Se listaa
Suomelle kymmenen toimenpidettä:

- laatii kansallisen laskenta- ja datakeskusstrategian sekä varmistaa riittä-
vän sähköntuotannon ja kantaverkon kapasiteetin
- vie suomalaisen tekoälygigatehdashankkeen maaliin ja yhdistää sen koti-
maisen datan sekä suomenkielisen tekoälyosaamisen kehittämiseen
- ratkaisee sähköverkon pullonkaulat ja edellyttää uusilta suurilta datakes-
kuksilta oman puhtaan sähköntuotannon tuomista investointien yhtey-

⁴<https://www.kokoomus.fi/kokoomuksen-eduskuntaryhma-julkaisi-tekoalyraportin-kymmenen-konkreettista-paatosta-ja-sadan-paivan-ohjelma-suomelle/>

dessä

- uudistaa datan hyödyntämistä siten, että kansalliset rekisterit voidaan ottaa turvallisesti tutkimuksen, innovaatioiden ja tekoälyn käyttöön
- vahvistaa suomen- ja ruotsinkielisten tekoälymallien kehittämistä osana eurooppalaista yhteistyötä
- rakentaa koko julkishallinnolle yhteisen tekoäly- ja agenttialustan yksittäisten virastoratkaisujen sijaan
- vie nopeasti tuotantoon tekoälyn vaikuttavimmat käyttökohteet, kuten soten kirjaamisen, hoidon tarpeen arvioinnin sekä Verohallinnon neuvonta- ja valvontaprosessit
- purkaa kansallisen lainsäädännön esteitä, jotka hidastavat tekoälyn turvallista käyttöönottoa julkisella sektorilla
- vahvistaa julkisen sektorin yhteishankintoja, jotta tekoälyratkaisuja voidaan ottaa käyttöön tehokkaammin koko Suomessa
- parantaa kasvuyritysten mahdollisuuksia hyödyntää tekoälyä esimerkiksi kehittämällä rahoitusta, julkisia hankintoja sekä kannustimia investoinneille

Lisäksi raportissa on seuraavalle hallitukselle sadan päivän toimeenpano-ohjelma. Raportin työryhmän puheenjohtaja Martin Paasi sanoo julkaisun tiedotteessa: ”Tekoäly ei ratkaise Suomen ongelmia itsestään. Ratkaisevaa on johtaminen. Suurin harhaluulo on, että tuottavuus syntyy ostamalla tekoälytyökalu. Yksittäisten työvaiheiden siirtäminen tekoälylle ei vielä lisää tuottavuutta. Jos tekoälyn tuottaman työn tarkistamiseen, korjaamiseen ja muokkaamiseen kuluu yhtä paljon aikaa kuin tehtävän tekemiseen alun perin, hyöty jää lähes olemattomaksi. Tuottavuus syntyy vasta, kun koko työprosessi uudistetaan ja sitä johdetaan määrätietoisesti.”

4.5 Suomi voi olla esimerkki

Suomi voi olla esimerkki. Tämä ei ole tyypillinen lausuma suomalaisessa vaatimattomuuskulttuurissa. Se on laskennallinen väite.

Suomella on pienet sisämarkkinat, vuosikymmeniä jatkunut krooninen tuottavuuden ja kasvun puute, heikkenevä huoltosuhde sekä avoin talous, joka elää viennistä. Meillä on myös hyvää konepaja-, automaatio-, elektroniikka-,

ohjelmisto- ja valmistusosaamista, ja ylipäättään suhteellisen korkeasti koulutautunut väestö. Suomi on perinteisesti joutunut kilpailemaan laadulla ja osaamisella ennemmin kuin hinnalla ja volyyymillä. Robotisaatiossa nämä ominaisuudet kääntyvät eduksi: meillä ei ole varaa olla automatisoimatta, ja meillä on osaaminen tehdä se hyvin.

LUT:n tutkimusprofessori Mika Ruukonen tiivistää asian hyvin: Suomella on korkea tekninen osaaminen, vahva koneenrakennusperinne, laadukkaat ylläpitopalvelut, luottamukseen perustuva työkulttuuri ja tuotantoympäristöt, jotka edellyttävät joustavuutta ja laatua massavolyymien sijaan. Korhonen lisää varoituksen: ”Jos tekoäly nähdään Suomessa vain digitaalisten sovellusten tai tietotyön ilmiönä, riskinä on, että seuraava teollinen murros tapahtuu muualla kuin täällä.”

Mutta lähtöedut eivät realisoidu itsekseen. Pienen maan kilpailuetu robotisaatiossa ei synny siitä, että olemme hyviä ja kiltisti odotamme kansainvälisen kehityksen tuottavan meille sen osuuden, johon meillä on oikeus. Se syntyy aktiivisista valinnoista: mihin investoimme, mitä säätelemme, mitä opetamme ja miten jaamme muutoksesta syntyvät hyödyt. Ne hyödyt ovat nimittäin erittäin merkittävät niin teknologian ja tekoälyn kehittäjille, valmistajille, sitä käyttöön ottaville yrityksille kuin tavallisille kansalaisillekin. Näiden hyötyjen realisoituminen tulee myös kasvattamaan täysin uuden kokoluokan megakorporaatioita.

LUKU 5

Robottivalmistajat – uuden ajan gigakorporaatiot?

Kuten toisaalla laskimme, tulee ”robottibisnes” olemaan järkyttävän kokoinen. Yhtäällä robotit ja keinoäly syrjäyttävät työtä, jota nykyisin tekevät ihmiset, toisaalta esimerkiksi kautta linjan alentuneet kustannukset johtavat kysynnän ja sitä myöten tuotannon voimakkaaseen kasvuun. Vastaava ilmiö tapahtui myös teollisen vallankumouksen yhteydessä, mutta hitaammin, kun tehdasvalmistettujen tuotteiden korvasivat käsityöläisten tuotteet, ensin alemmalla hinnalla ja myöhemmin myös laadulla. On kenties lohdullista, että käsityöläiset eivät silti kokonaan hävinneet. ”Aitoa käsityötä” pidetään arvossaan ja sen tuoma hintailisä koetaan myös jonkinlaisena statussymbolina. Se mahdollistaa myös juuri halutunlaiset ratkaisut standardoitujen mallien sijaan.

Ihmistyö on maailman isoin markkina. Noin puolet ihmisistä käy töissä, ja työn arvo on kokoluokkaa 100 biljoonaa dollaria vuodessa. Lisäksi suuri osa ihmisistä tekee monenlaista hyödyllistä työtä, josta ei makseta erillistä palkkaa eikä se siten näy BKT:ssa suoraan. Tätä ovat esimerkiksi kodinhoitotyöt kuten ruoanlaitto ja siivous, läheisistä huolenpito, nikkarointi ja kiinteistönhuolto, suunnittelu ja muu kotitalouden ”metatyö”, kaupassa käynti ja niin edelleen.

Roboteilla on työmarkkinoilla kiistattomia etuja:

- Kyky tehdä työtä 7000+ tuntia vuodessa, karkeasti 3–4 kertainen ihmisiin verrattuna.
- Ei sairauspoissaoloja eikä muita ihmisten ongelmia.
- Tekee juuri sitä, mitä pyydetään, väsymättä ja kyllästymättä, myös vaarallisia ja epämiellyttäviä töitä.

- Oppii jatkuvasti ja loputtomasti paremmaksi työssään ja ohjelmisto voidaan siirtää seuraavan sukupolven runkoon.
- Kykenee sellaisiin töihin, joihin ihminen ei kykene.
- Ei palkkakustannuksia, eläkemaksuja, HR-kuluja jne.

Työn määrässä mitattuna nykyisen globaalin palkkatyövoiman laskennalliseen korvaamiseen riittäisi siis karkeasti miljardi robottia. Tämä määrä saadaan valmistettua ylättävänkin nopeasti, kun massatuotantoon päästään, ja vaikutukset näkyvät jo paljon aiemmin. Autoja on nykyisellään kolmisen miljardia, ja niiden valmistuskapasiteetti on yli 100 miljoonaa autoa vuodessa.

Robottien ja niitä ohjaavien keinoälymallien tekeminen ja kehittäminen tulevat olemaan lähes millä mittaustavalla tai skeptisyyden asteella hyvänsä järkyttävän suuri liiketoimintasektori, jonka kasvu tulee myös olemaan nopeampi kuin useimmat uskaltavat arvioida. Tänäpäin syntyvä lapsi voi aikuistua maailmaan, jossa suurimman osan töistä hoitaa pari miljardia robottia, tieliikenteestä suurin osa tapahtuu roboautoilla tai -kuljettajilla, ja ihmiskuljettajia on alettu pitää ainakin joissain paikoissa hieman vaarallisina kummajaisina. Tulevaisuus tulee toki olemaan epätasaisesti jakautunut, kuten se on nykyin.

Nykyiset suurimmat megayhtiöt ovat markkina-arvoltaan 1–4 biljoonan koluokassa. Useimpien suurimpien yhtiöiden P/E-kerroin (hinnan suhde liikevoittoon) on 25–35. Eli yhtiön markkina-arvo on esimerkiksi 30-kertainen sen vuotuisen liikevoittoon nähden. Sadan miljardin liikevoitto tarkoittaa 30 P/E-luvulla kolmen biljoonan euron markkina-arvoa.

Jos robotteja tulee olemaan jollain aikavälillä esimerkiksi miljardi (joka tarkoittaisi 10 vuoden käyttöajalla varsin vaatimatonta 100 miljoonan vuotuista tuotantovauhtia), ja suurimmalla valmistajalla on 10 %:n osuus markkinasta, se tarkoittaisi tälle valmistajalle 100 miljoonaa robottia markkinoilla. Toisaalla laskimme ”tupakkiaskin kanteen”, että tämä voisi tarkoittaa hyvinkin kahden biljoonan vuotuista liikevoittoa. Jos kyseiseen yhtiöön sovelletaan nykyisten megayhtiöiden P/E-kertoimia, yhtiön markkina-arvo olisi hyvinkin 50–100 biljoonaa pelkästään tämän liiketoiminnan tuottojen perusteella. Näitä kymmenien biljoonien arvoisia yrityksiä olisi hyvinkin kymmeniä, riippuen markkinan jakautumisesta.

Jos ajattelempa, että suurilla yrityksillä on jo nyt liikaa valtaa (ja tässä ”suureksi yritykseksi” voidaan laskea paljon näitä isoimpia yrityksiä pienemmätkin toimijat esimerkiksi Suomen kaltaisessa pienessä maassa), niin tämäkin tilanne tulee muuttumaan radikaalisti. Myös sillä tulee olemaan kasvava merkitys, kuka näi-

den yhtiöiden osakkeita omistaa ja miten omistaja käyttää valtaansa. Kallistuva osake ja kasvava yhtiön markkina-arvo indikoisivat, että halukkaita osakkeiden ostajia on paljon ja myyjä vähemmän. Olisi epäilemättä varsin hyvä, jos näiden yhtiöiden omistajuus olisi mahdollisimman laajasti ja tasaisesti levittänyt yhteiskunnissa, jotta yhtiön menestyksestä pääsisi nauttimaan mahdollisimman moni. Se myös lisäisi yleistä hyväksyttävyyttä.

Alla vielä listaus jossa 23 humanoidirobotteja kehittävää yritystä Grok-AI:n lisätaamana:

- Tesla - Kehittää Optimus Gen 3:ta teollisiin ja kotitaloustehtäviin, tuotannon skaalausta kymmeniin tuhansiin suunniteltu vuodelle 2026, miljoonan robotin tuotantolinja on rakenteilla.
- Boston Dynamics - Tunnettu Atlas-robotista, nyt täysin sähköinen versio kaupallisiin sovelluksiin, kuten valmistukseen.
- Agility Robotics - Luo Digit-robotin, kaksijalkaisen robotin logistiikkaan ja varastotehtäviin, kaupallisia käyttöönottoja vuonna 2024.
- Figure AI - Rakentaa Figure 02:ta, tecoälyohjattua humanoidia valmistukseen ja logistiikkaan, testattu BMW:n tiloissa.
- Apptronik - Kehittää Apolloa teolliseen ja kaupalliseen käyttöön, yhteistyössä Amazonin kanssa varastotesteissä.
- 1X (entinen Halodi Robotics) - Keskittyy EVE- ja NEO Beta -robotteihin koti- ja palvelutehtäviin, painottaen turvallisuutta.
- Unitree Robotics - Valmistaa G1-robottia, kustannustehokasta humanoidia (16 000 \$) teollisiin ja palvelusovelluksiin. Uusin tuote on R1 kielimallin omaava robotti, 5900 \$.
- Sanctuary AI - Kehittää Phoenix-robottia kognitiiviseen ihmis-robottiyhteistyöhön, yhteistyössä Microsoftin kanssa.
- Engineered Arts - Luo Ameca-robotin, tunnettu elävistä kasvojen ilmeistä, käytössä viihteessä ja tutkimuksessa.
- SoftBank Robotics - Tunnettu Pepper- ja NAO-roboteista, käytössä asiakaspalvelussa ja koulutuksessa.
- Hanson Robotics - Kehittää Sophia-robottia, keskittyen ihmismäiseen vuorovaikutukseen ja tunneälyyn.
- PAL Robotics - Rakentaa TALOS-robottia teollisiin sovelluksiin, kuten esi-

neiden käsittelyyn ja kokoonpanoon.

- Honda - Tutkii humanoidirobotteja terveydenhuoltoon ja avustamiseen, ei vielä kaupallistettu.
- FANUC - Tutkii humanoidirobotteja valmistukseen, osana teollisuusautomaatiota.
- Robosoul - Tekoälyohjattuja humanoidirobotteja terveydenhuoltoon, vähittäiskauppaan ja viihteeseen, varhaisessa vaiheessa.
- X-Humanoid - Kehittää Tiangong Ultraa, joka kykenee pitkän matkan navigointiin ja tehtäviin, kuten juoksemiseen.
- Xiaomi - Rakentaa CyberOne-robottia, tutkimuskeskeinen humanodi tunnehavainnointikyvyllä.
- AgiBot - Lanseerasi Yuanzheng A2:n teollisiin sovelluksiin, aktiivinen myös robottikäsivarsissa.
- Foundation Robotics - Kehittää Phantom-robottia (entinen Alex) kaupallisiin tehtäviin, osti Boardwalk Roboticsin.
- NEURA Robotics - Luo 4NE-1-robotin ihmis-robotti-yhteistyöhön palvelu- ja teollisuusympäristöissä.
- Kinisi - Kehittää KR1-robottia, pyörillä varustettua humanoidia varastoihin, valmistetaan Aasiassa.
- Toyota - Työskentelee T-HR3- ja HSR-robottien parissa terveydenhuoltoon ja ihmisvuorovaikutukseen, keskittyen turvallisiin fyysisiin kontakteihin.
- UBTECH Robotics - Kehittää humanoidirobotteja koulutukseen ja palveluun, malleina esimerkiksi Walker.

Lukuhetkellä keskeisten toimijoiden lista on epäilemättä jo päivittynyt, sillä ala kehittyy hurjaa vauhtia.

5.1 Kuka robotit omistaa?

Jos yhteiskuntaan ilmestyy kriittisen tärkeä asia tai pala infrastruktuuria, sen omistus nousee myös monella tapaa tärkeäksi yhteiskunnalliseksi kysymykseksi. Hyvänä esimerkkinä ovat tiestö, vesihuolto, terveydenhuolto, energiainfrastruktuuri sekä poliisi ja puolustusvoimat. Onko näiden tärkeiden palveluiden

omistaminen parempi olla yksityisillä tahoilla vai valtion ja kunnan omistuksessa? Molemmille vaihtoehtoilta löytyy hyviä ja huonoja perusteluja.

Voiko robotin jatkossa omistaa? Ja jos voi, millaisin ehdoin? Voiko sen käyttö-ohjelmistoa – jota ilman robotti on kenties täysin hyödytön – omistaa, vai liisataanko ohjelmistot kk-maksua vastaan? Onko pääsy suhteellisen kehittyneiden kielimalleiden käyttämiseen tulevaisuudessa kirjaston tai muun toimijan tarjoama kansalaisoikeus? Tai luodaanko sosiaaliturvaan jopa järjestelmä, jossa jokaisella kansalaisella on ”robottiosuuksia” osana perusturvaa, joiden tuottamalla rahoilla he tulevat toimeen?

Alan liiketoimintamallit ovat vielä kehitteillä, mutta niillä tulee olemaan suuri merkitys siihen, kuka robotteja voi jatkossa omistaa, ottaa käyttöön ja mihin niitä voi käyttää. Osa valmistajista ei halua missään nimessä robottejaan tai kielimallejaan käytettävän sotimiseen, itsenäisten aseiden käyttöön ilman ihmisen valvontaa tai ihmisten massavalvontaan¹. Osa puolestaan suunnittelee robotteja nimenomaan sotateollisuuden käyttöön. Miten suhtaudutaan siihen, kun ihmiset pyrkivät hakeroimaan robotin käyttöjärjestelmän ja tuomaan siihen uusia ominaisuuksia?

Erilaiset liisausmallit ovat todennäköisiä vaihtoehtoja ainakin ohjelmistojen kohdalla, sillä ne lisäävät robotin käyttöarvoa ja hyödyllisyyttä. Robotti voi siis toimia alustana, jonka asiakas kenties voi omistaa ja johon hän vuokraa erilaisia osaamispaketteja tai ”taitosiruja”. Ohjelmistoteollisuus on siirtynyt viime vuosina ”maksa kerran, omista ikuisesti” -liiketoimintamallista kuukausihinnoitteluun. Tämä takaa yritykselle tasaisemman tuoton ja kannustaa samalla yritystä kehittämään ohjelmistoaan pitkäjänteisesti, jotta asiakas jatkaa sen käyttöä. Myös viihdeteollisuus on siirtynyt tähän suuntaan suoratoistopalveluiden myötä, minkä lisäksi myös puhelimia ja tietokoneita myydään nykyään palveluna kiinteää kuukausimaksua vastaan. Tulevaisuudessa kotitalous voi kenties liisata uusimman robottimallin kolmeksi vuodeksi kiinteää kuukausimaksua vastaan, kuten nyt tehdään autojen kanssa.

Robottien valmistajia on toistaiseksi vielä monia, ja lisää syntyy tulevina vuosina, osan poistuessa markkinoilta. Tämä tarkoittaa myös kirjavaa ja dynaamista markkinaa robottien omistuksen ja niihin liittyvien liiketoimintamallien osalta. Asiakkaan kannalta keskeistä on, että ison hankinnan taustalla on riittävän uskottava toimija, jonka voi olettaa olevan olemassa koko robotin käyttöiän ja huolehtivan esimerkiksi tietoturvapäivityksistä.

¹Tästä esimerkkinä Anthropic -yhtiön ja Yhdysvaltojen Sotaministeriön välinen riita 2026 alkuvuodesta yhtiön tuotteiden käytöstä eri tarkoituksiin. <https://www.anthropic.com/news/statement-comments-secretary-war>

Robotin valmistajan ja ohjelmistokehittäjän kotimaa sekä siihen liittyvät erilaiset riskit (tietoturva, tietovuodot, luvaton seuranta ja urkinta, mahdollisuus robotin etähallintaan ilman käyttäjän hyväksyntää ja niin edelleen) tulevat myös olemaan tärkeitä tekijöitä monelle ostajalle, etenkin yrityksille.

LUKU 6

Ympäristövaikutuksista

Mitä ovat laajamittaisen robotisaation ja AI:n yleistymisen ympäristövaikutukset? Tätä voi tarkastella muutamalla tasolla, eikä tässä raportissa mennä kovin syvälle aiheeseen. Ympäristövaikutuksia on monenlaisia, ne ovat erilaisia eri vaiheissa kehitystä ja aiheutuvat eri asioista. Lopulta paljon jää sen varaan, mitä ihmiset päättävät tehdä ja miten toimintaa sekä sen ympäristövaikutuksia ohjataan.

6.1 Palvelimet ja AI-koulutus

Yksi selkeimmistä vaikutuksista on paljon tapetilla ollut palvelinkeskusten sähkönkulutus. Ensin se oli keskustelussa kryptovaluuttojen louhinnan takia, ja nyt kielimallien koulutuksen ja käytön vaatimien palvelinkeskusten myötä. Sähkön tuotanto ei vielä ole puhdasta, ja voidaan argumentoida, että jos sähkön kysyntä lisääntyy, tuotanto lisääntyy marginaalissa kattamaan uuden kysynnän. Usein tämä marginaalissa lisääntyvä tuotanto on kalleinta ja melko usein myös fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa; jo olemassa olevia voimalaitoksia käytetään suuremmalla teholla ja käyttöasteella.

Ajan myötä, kun kulutuksen kasvu jatkuu ja näyttää pysyvältä, sähköntuotantokapasiteettia rakennetaan lisää, eikä se esimerkiksi länsimaissa tapahdu pääsääntöisesti hiilivoimaloita rakentamalla. Toisaalta kaasuturbiinit ja sittemmin myös esimerkiksi Wärtsilän kaasumoottorit ovat lisänneet suosiotaan viime aikoina, ja niissä tullaan polttamaan lähinnä fossiilista maakaasua. Uuden tuotantokapasiteetin luvittaminen ja rakentaminen vie vuosia, ellei jopa yli vuosikymmenen, mikä on AI:n ja sen sähköntarpeen nykykehityksen valossa ikuisuudelta tuntuva aika.

Tässä ”marginaalitarkastelussa” on vahvuutensa, mutta myös heikkoutensa. Sen mukaan mikä tahansa uusi kulutettu sähkö kulutetaan aina ”marginaalissa” ja se on siten kalleinta ja joskus myös likaisinta, mitä markkinoilta löytyy. Sama argumentti koskee kaikkea samalla hetkellä kulutettua sähköä yksittäistapauksena, vaikka todellisuudessa tuotantopaletti kokonaisuutena on kirjava ja länsimaissa jo suurelta osin hiilivapaata tai ainakin suhteellisen vähähiilistä keskimäärin.

Tähän mennessä ns. ”hyperscaler” -yhtiöt ovat keskittyneet paljolti erilaisien kielimallien kouluttamiseen ja käyttöön suuntautuvien palvelinkeskusten rakentamiseen. Tarve on ollut suurta, niin suurta, että useita jo suljettuja ydinvoimaloita ollaan kunnostamassa ja avaamassa uudelleen nimenomaan palvelinkeskusten sähköntarpeeseen. Kaasuturbiinien tilausjonot ovat venyneet 5–10 vuoteen. Sähköntuotannosta ja jakelusta onkin tulossa, tai jopa jo tullut, pullonkaula palvelinkeskusten rakentamiselle, joskin tämä riippuu maasta.

Itseajavia autoja tai ajoavustusohjelmia kouluttavat monet autonvalmistajat. Teslan Cortex-1-palvelinkeskus käyttää noin 130 megawattia sähköä (100 000 Nvidia H100/H200 grafiikkasuoritinta), ja rakenteilla oleva Cortex-2 tulee todennäköisesti olemaan 500 megawatin kokoluokassa, joskin näitä palvelinkeskuksia käytetään myös Optimus-humanoidirobotin koulutukseen. Myös Kiinaan on suunnitteilla palvelinkeskus paikallisen datan hyödyntämiseksi koulutuksessa. Waymolla on pääsy isäntäyhtiönsä Alphabetin Google Cloud -palvelinkeskuksiin, ja monilla muilla valmistajilla on palvelinkapasiteettia kymmenien megawattien sähkönkulutusta vastaavia määriä, joko omina laitteistoinaan tai pilven kautta käytettynä. Suomessa kymmenien megawattien datakeskushankkeet ovat parissa vuodessa kasvaneet satojen megawattien hankkeiksi, ja investointipäätöksiä on jo useamman gigawatin tehon edestä.

Tarvetta uudelle koulutuskapasiteetille tulee olemaan ensin kymmeniä ja sitten satoja gigawatteja. Teslan toimitusjohtaja Elon Musk on sanonut, että Yhdysvaltoihin tarvitaan noin terawatin (1000 gigawattia) verran kapasiteettia AI:n ja robotisaation tarpeisiin. Tämä on karkeasti saman verran kuin Yhdysvalloissa on nyt tuotantoa.

OpenAI:n ja muutaman muun toimijan useista eri puolille sijoitettavista datakeskuksista koostuva ”Stargate” hanke on investoinniltaan 500 miljardin dollarin kokoluokkaa ja tulee kokonaisuudessaan kuluttamaan sähköä jopa 5,5 gigawattia. Metan ja Blue Owl Capitalin 2024 startannut Hyperion-datakeskushanke on samaa kokoluokkaa. Suomessa esimerkiksi Hyperco Oy suunnittelee Pyhäjoelle hanketta, jonka kokonaisteho voi nousta gigawatin

tasolle¹.

Monet palvelinkeskuksyhtiöt ovat alkaneet tukea rahallisesti myös uusia, usein sarjavalmistejaisia, pienydinvoimaloita suunnittelevia yhtiöitä. Ensimmäisiä ollaan jo rakentamassa myös länsimaissa.

Palvelinkeskukset tulevat siis lisäämään energiatuotannon päästöjä ainakin lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Prosessissa ikään kuin muunnamme hiilivetyjä, fossiilisia polttoaineita, koneiden älykkyydeksi ja kyvykkyydeksi. Tällä hetkellä yrityksillä on meneillään erittäin kova kilpailu malliensa kehittämistä, joten juhlapuheista huolimatta esimerkiksi ilmastopäästöt eivät välttämättä ole prioriteettilistan kärjessä. Pidemmällä tähtäimellä sekä kasvanut kysyntä että AI:n tarjoama apu tulevat parantamaan sähköverkkojen toimintaa ja tekemään uuden puhtaan energiatuotannon rakentamisesta tehokkaampaa, nopeampaa ja edullisempaa. AI:sta tulee olemaan myös valtavasti hyötyä ilmastomuutoksen seurausten hillitsemisessä ja niihin sopeutumisessa.

Jos siis kehitämme tekoälyä pääsääntöisesti puhtaalla sähköllä ja sen avulla voimme jatkossa eri tavoin vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä, nettohyöty niin ihmiselle kuin ilmastollekin on selkeä. Puhtaan sähköntuotannon elinkaaripäästöt ovat karkeasti 100 kertaa pienemmät kuin fossiilisia polttoaineita käytettäessä². AI ja robotisaatio luovat myös markkinaehtoisien kannustimien investoida uuteen (puhtaaseen) tuotantoon, joka on viimeisen parin vuosikymmenen aikana puuttunut länsimaissa, kun sähkön kysyntä ei ole kasvanut merkittävästi.

Kasvava markkina on investointien kannalta varsin erilainen kuin korvausinvestointeihin ja valtion tukien keräämiseen keskittyvä markkina. Lisäksi esimerkiksi Euroopassa sähköntuotannon kokonaispäästöt määräytyvät poliittisesti päätettyjen päästöoikeuksien määrän myötä. Sähkönkulutus määrittää lähinnä sen, kuinka nopeasti kallistuvat päästöoikeudet motivoivat yhtiöitä investoimaan uuteen, puhtaaseen sähköntuotantoon, kun fossiilisesta kapasiteetista tulee yhä kalliimpaa käyttää.

¹<https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/pyhajoen-datakeskus-pyhajoki>

²Vertailluista teknologioista riippuen vaihteluväli on todella laaja, sillä jo ”puhtaiksi” luokiteltujen teknologioiden välillä ero voi olla yli 10-kertainen tapauksesta riippuen. <https://unece.org/sed/documents/2021/10/reports/life-cycle-assessment-electricity-generation-options>

6.2 Robottien materiaalijalanjälki

Robottien vaatimat materiaalit ja niiden tuotanto ovat toinen kulma tarkastella ympäristövaikutuksia. Jos alamme valmistaa satoja miljoonia noin 50 kilon painoisia robotteja, tulee myös materiaalien tarve olemaan varsin mittava. Se on kuitenkin syytä laittaa mittasuhteisiin. Esimerkiksi autoihin nähden materiaalien määrä on varsin maltillinen, sillä yksi auto painaa hyvinkin 1–2 tonnia ja niitä valmistetaan 100 miljoonaa vuodessa.

Iso osa autojen materiaalista päättyy kierrätykseen ja näin voi olettaa tapahtuvan myös robottien osalta. Akkumineraalit ovat lähes täysin kierrätettävissä ja tähän asti esteenä on ollut enemmän materiaalivirtojen pienuus ja akkukemioiden vaihtelevuus. Kierrätettävissä ovat myös alumiini ja teräs sekä mahdollisesti myös muoviosat. Tietokoneiden siruissa on myös paljon arvokkaita kierrätettäviä materiaaleja.

Jää nähtäväksi, suunnitellaanko robotit integroinnin vai korjattavuuden ehdoilla, mutta todennäköisesti ainakaan aluksi korjattavuus ei ole tärkein suunnitteluperuste, sillä muitakin teknisiä haasteita on ratkaistavana riittämiin. Ensimmäisten vuosikymmenten aikana myös mekaniikka (aktuaattorit, sähkömoottorit), tietotekniikka ja sensorit kehittyvät niin nopeasti, että viisi vuotta vanhan robotin korjaaminen varaosilla voi olla kannattamatonta vanhan kierrättämisen ja uuden, paljon kyvykkäämmän ja edullisemman robotin hankkimisen sijaan. Tämä on houkuttelevaa etenkin, kun ohjelmisto, esimerkiksi robotille opetetut paikalliset taidot, talon tavat ja ”luonne”, voidaan todennäköisesti siirtää myös seuraavaan versioon.

Älypuhelimien vaihdosta on tehty mahdollisimman helppoa juuri sen avulla, että ohjelmat ja tiedot ovat siirrettävissä uuteen laitteeseen. Voiko jatkossa robottien ohjelmistoja siirtää toisten valmistajien malleihin ja luodaanko tätä varten esimerkiksi yhteisiä standardeja ja pelisääntöjä? Tässä mielessä markkinaosuuksien saaminen aikaisessa vaiheessa on arvokasta, koska robotin päivittäminen saman valmistajan malliston sisällä on todennäköisesti helpompaa.

Robotilla on niin paljon massaa ja potentiaalisesti arvokkaita korkealle jalostettuja materiaaleja, että valmistajilla voi olla merkittävä insentiivi lunastaa vanhentuneet ja rikkoutuneet robotit takaisin kierrätettäviksi. Euroopassa viimeistään SER-direktiivi huolehtii siitä, että vanhan robotin voi karrata jäteasemalle ja kierrätyksen hinta on maksettu jo robotin hankinnan yhteydessä.

6.3 Temua siellä, Temua täällä?

Entä sitten kerrannaisvaikutukset siitä, kun tuotteiden valmistuskustannukset putoavat ja myynti kasvaa? Hukummeko ”Temu-kraäsään”? Ehkä. Suurimmalle osalle maapallon väestöä ”Temu-kraäsä” ja ylipäättään materiaalistien tarpeiden tyydyttäminen nykyistä paremmin olisi suuri parannus elämänlaatuun, eli siinä mielessä kraäsään hukkuminen on ensimmäisen maailman ongelma.

Samalla kun eri tuotteiden kustannus ja hinta putoavat, myös tavaran arvo statussymbolina tulee vähenemään. Tämä on toki trendi, joka on etenkin länsimaissa ollut käynnissä jo pitkään. Lisäksi status on keskittynyt tavaran määrän, funktionaalisuuden tai hyödyllisyyden sijaan sen valmistajan brändiin tai jopa vain sen hintaan, laadun jäädessä joskus taustalle.

Monilla länsimaalaisilla tavaran haalimisessa on tullut rajahyöty vastaan ja määrän sijaan on alettu keskittyä laatuun. Tämä voi johtua koetusta statusarvosta tai siihen kyllästymisestä, kun sadannen kerran halpana ostettu tuote pettää lupauksensa eikä kestä käytössä lähellekään sen oletettua kestoä. Muitakin syitä lienee paljon. Silti suomalaiset jatkavat Temusta ja muista halpaverkkokaupoista tavaroiden tilaamista, joskus jopa terveytensä uhalla, joten halpaverkkokauppojen tarjoamaa dopamiiniannosta ei pidä väheksyä.

Ympäristön kannalta on tärkeää, että tuote valmistetaan mahdollisimman kestävästi, että se kestää käytössä mahdollisimman pitkään ja että se kierrätetään joko uuteen käyttöön tai uuden tavaran materiaaliksi. Kaikkiin näihin AI ja robotiikka tarjoavat apua.

Kun itseajavien sähköisten ajoneuvojen myötä logistiikan kustannus putoaa murto-osaan nykyisestä, se tarjoaa nykyistä houkuttelevammat käytetyn tavaran markkinat. AI voi auttaa tavaroiden, laitteiden ja materiaalien suunnittelussa ei vain kustannustehokkaammiksi valmistaa, vaan myös kestävämmiksi ja helpommin kierrätettäviksi. Robotteja, konenäköä ja muita ominaisuuksia voidaan käyttää myös kierrätyksen ja jätteen lajittelun tehostamisessa. Lopulta lopputulos riippuu toki paljon ihmisistä itsestään ja siitä, mitä he päättävät tehdä.

LUKU 7

Ihmisten hyvinvointi

Ihminen, yhteiskunta ja vuosisatojen saatteessa rakentamamme kulttuuri ja normisto nojaavat vahvasti siihen, että ihmistä, ihmisyyttä, ja halusimmepa sitä tai emme, jopa ihmisarvoa, määrittää isolta osin työ. Jos sinulla on hyvä työ, olet onnistuja. Hyvät, aikaansaavat työntekijät ovat onnistuneet pitämään itsensä, perheensä ja jopa yhteisönsä hengissä myös huonojen aikojen yli, ainakin useammin kuin vähemmän ansioituneet. Mutta entä kun ihmisen kekseliäisyys johtaa tilanteeseen, jossa työn tekee keinoäly ja robotit siinä määrin, että järkevää, tuottavaa työtä ei läheskään kaikille muuten työkykyisille ihmisille enää ole tarjolla, ainakaan järkevällä palkalla?

Tätä tuottavuuden parantumisen tarjoamaa mahdollisuutta vaikkapa kolmipäiväiseen työviikkoon on väläytelty jo teollisen vallankumouksen alkuaajoista lähtien, ja siitä huolimatta tunnumme olevan töissämme kiireisempiä kuin koskaan. Olemme ulosmitanneet parantuneen tuottavuuden pääosin suurempana kokonaistuottona vapaa-ajan lisäämisen sijaan – joskin sekin on lisääntynyt merkittävästi esimerkiksi Ay-liikkeen ansiosta. Poistuneiden töiden tilalle on syntynyt uusia tehtäviä ja kokonaisia aloja tai sitten uudet alat ovat alkaneet syrjäyttää vanhoja, kuten lukuisiin eri aiheisiin pureutuvien Youtube-videoiden tuotanto ja katsominen ovat alkaneet nakertaa perinteisen massoilte suunnatun TV:n katselua ja tuotantoa.

Lisäksi olemme kehittäneet jonkinlaisen vaihtoehtoisen sosiaaliturvajärjestelmän, joka toimii sekä virastoissa että suurissa yrityksissä. Olemme kehittäneet kadonneiden työtehtävien tilalle monenlaisia uusia töitä, enemmän tai vähemmän tarpeellisia. Näitä töitä, jotka eivät varsinaisesti tuota mitään hyödyllistä vaan vastaavat lähinnä johonkin itse kehittämäämme tarpeeseen, kutsutaan joskus hevonpaskaduuneiksi (englanniksi Bullshit Jobs¹). Nämä usein vastaavat

¹<https://davidgraeber.org/articles/on-the-phenomenon-of-bullshit-jobs-a-work-rant/>

yhteiskunnan rakenteiden ja siinä toimimisen kasvavaa monimutkaisuutta tai keskittyvät kasvattamaan tätä monimutkaisuutta esimerkiksi lisäämällä sääntelyä. Se, mikä aiemmin onnistui yhdellä puhelinsoitolla, saattaa tänään vaatia-kin useiden lomakkeiden täyttämistä ja tarkastamista sekä viikkojen, jopa kuukausien, odottelua.

Voi siis olla, että robotisaationkin kiihtymisen myötä menetettyjen töiden tilalle kehittyy ja kehitetään lisää erilaisia uusia enemmän tai vähemmän hevonpaskaduuneja. Puolivakavissaan, kompostitarkastajalle määrätään kompostitarkastajavalvoja sekä hänelle esihenkilö ja niin edelleen.

Iso osa keinoälyn lupauksesta tosin nimenomaan haastaa tämän. Yksi suurimmista ja lupaavimmista kielimallien ominaisuuksista on niiden kyky hoitaa tehokkaasti ihmisten ja organisaatioiden kehittämää byrokratiaa. Siis tarvittavien lomakkeiden täyttö ja käsittely automaattisesti. Ihmisjohtajalle tuotetaan lopulta raportti, jossa sanotaan, että lomakkeet ovat kunnossa, ja suositellaan jatkotoimenpidettä, kuten luvan myöntämistä. Ja lopulta, kun todetaan, että ihmiset antavat tai hylkäävät näitä lupia joskus epäasiallisin perustein, myös itse lupapäätös siirtyy AI:lle.

Jos vaikkapa yrityksessä toiminnanohjausta avustaa tänään AI, voi eräänä päivänä koko päätöksentekoprosessi olla automatisoitu. Toiminnanohjaus-AI huomaa, että yrityksen suunniteltu kehittyminen vaatii tuotantolaitoksen rakentamista. AI suunnittelee sen, hakee luvat ja täyttää lomakkeet. Nämä puolestaan käsittelee ja hyväksyy rakennusvalvonnan AI, jonka jälkeen toiminnanohjaus-AI pyytää tarjouksia ja suunnitelmia yhtiöltä, jossa tarjouksen muotoilee insinööritoimisto-AI. Kun tilaajan AI hyväksyy tarjouksen, tuotantolaitoksen pystyttää rakennusyhtiön robotit. Voi olla, että me ihmisinä haluaisimme, että meillä olisi tässä päätösketjussa enemmänkin osaa, mutta mihin sitä lopulta tarvitaan? Etujen ja päätösten ohjaamiseen epäoikeudenmukaisin perustein? Oman tärkeydentunteemme täyttämiseen?

Esimerkiksi juuri siihen. Ihmisillä on tarve tuntea itsensä tarpeelliseksi. Tätä tarvetta täytämme eri tavoin ajasta, paikasta, kulttuurista, tilanteesta ja monesta muusta asiasta riippuen. Monet haaveilevat lokoisista eläkepäivistä, mutta eläkkeelle päästyään huomaavat tylsistytävänsä. Jotkut palaavat töihin, toiset aloittavat uusia harrastuksia tai hakevat tarpeellisuuden tuntua vapaaehtoistoiminnasta. Jotkut masentuvat ja passivoituvat.

Entä kun jotain vastaavaa tapahtuu yhä kasvavalle joukolle myös nuoria, työikäisiä ihmisiä? Eläkeläinen voi olla identiteetiltään entinen opettaja, rakennusmestari tai vaikka sairaanhoitaja. Tämän identiteetin voimin moni voi löytää tar-

koitusta loppuelämän tarpeisiin. Mutta jos nuori ei ole ehtinyt olla kuin peruskoululainen, niin mihin hän nojaa tulevaisuudessa, jossa ei ole pakko – tai edes mahdollista – käydä töissä?

Tämä on myös asia, johon olisi hyvä valmistautua ja valmistaa ihmisiä. Teke- mistä kyllä riittää, sillä erilaisia harrastuksia ja viihtymisen mahdollisuuksia on lukemattomia, mutta koska näihin ei ole työn lailla ”pakko” tarttua, voi elämä ajautua monesti syrjäytymiseen. Ei auta hokea, että nyt on vihdoin mahdollisuus keskittyä elämiseen, jos eläminen monille tarkoittaa isolta osin työn tekoa ja siellä koettua onnistumista, ryhmähenkeä, haasteiden kohtaamista ja voittamista sekä itsensä kehittämistä ja ylipäättään tarpeellisuuden tuntua.

Kokonaisuuden kannalta olisi todennäköisesti hyvä, että ihmiset pitäisivät esimerkiksi fyysisestä kunnostaan huolta. Se parantaa myös mielenterveyden edellytyksiä, voi tuoda elämään sisältöä ja antaa valmiuksia elää ja toimia monipuolisemmin. Toisaalta meidän on myös syytä oppia hyväksymään tai ainakin sietämään hyvin erilaisia tapoja elää ja olla, joten on myös hyvä käsittää, että ”syrjäytyminen” on ainakin osin subjektiivinen käsite. Se, mikä näyttää katsojan silmässä syrjäytyneeltä eläältä, voi toiselle olla ihan mielekäästä.

7.1 Ammattiyhdistysliike

Ammattiyhdistysliike, lyhyemmin Ay-liike, tulee olemaan mielenkiintoisessa tilanteessa robottien yleistyessä. Ay-liikkeellä on ollut monessa länsimaassa, etenkin Euroopassa, suhteellisen paljon yhteiskunnallista valtaa ja työnte- kijöiden järjestäytymisaste on ollut korkea. Se on kuitenkin ollut laskussa, esimerkiksi Suomessa liittoihin kuului 2017 noin 60 % työvoimasta, kun 2023 mennessä tämä oli laskenut 50–55 prosenttiin. Syiksi on mainittu nuorempien vähäisempi kiinnostus liittoja kohtaan, työelämän pirstaloituminen (pätkä- ja alustatyö) sekä yleinen luottamuksen heikentyminen järjestöihin. Trendi on ollut laskeva jo 2000-luvun alusta lähtien.

Robottien yleistyessä ay-liike on kuitenkin uuden tilanteen edessä. Robotit ei- vät voi kuulua liittoon sen enempää kuin tehtaassa olevat koneetkaan. Jos yh- teiskunta siirtyy enemmän kohti perustulon kaltaista mallia, ay-liikkeen (ja sii- hen liittyvien työttömyyskassojen) merkitys pienenee.

Voi olla, että monenlainen mikroyrittäjyys ja alustatalous kasvavat, kun ihmiset vaikkapa hankkivat robotin tai robotaksin ja alkavat vuokrata sitä naapurustossa eri tehtäviin. Monet ihmistyöt korvautuvat osin tai lähes kokonaan, ja uusia voi tulla tilalle tai olla tulematta.

Miten ay-liike tulee suhtautumaan robotisaation ja AI-palveluiden tuomaan murrokseen työelämässä? Lähteekö se jarruttamaan muutosta esimerkiksi laajoilla lakoilla tai irtisanomisehtojen tiukennusvaatimuksilla? Mitä vastaan se tällöin lakkoilisi? Sitä, että työnantaja hankkii tuottavuutta parantavan koneen (robotin) työpaikalle, joka toisaalta voi myös parantaa ihmistyöntekijöiden tuottavuutta valtavasti? Vai löytääkö Ay-liike rakentavampia keinoja pysytellä mukana murroksessa? Vai onko ammattiyhdistysliikkeen valtakausi yksinkertaisesti ohi, kun siirrymme robottien aikakauteen?

7.2 Kallis länsi vs. kehittyvien maiden halpa-työvoima

Länsimaissa työvoima on kallista, sillä pitkälti ay-liikkeen ansiosta meillä on voimassa erilaisia minimipalkkalakeja ja sopimuksia. Se on kallista historiallisesti, mutta myös moniin kehittyviin maihin nähden. Halpa työvoima on yksi isoimmista syistä, miksi valmistavaa teollisuutta on siirtynyt länsimaista muualle, esimerkiksi Kiinaan ja ihan viime aikoina vielä halvemman työvoiman perässä esimerkiksi Vietnamiin.

Tämä asetelma on mielenkiintoinen. Robottien tekemä työ tulee olemaan alle kymmenyksen länsimaisen työntekijän tuntikustannuksesta, mutta kenties vain hieman alle halpatyövoiman hinnasta. Tuotantoinvestoinnit robotteihin kannattaa siis tehdä etenkin länsimaissa, joissa saatu hyöty on suurempi. Merkittävä osa valmistavaa teollisuutta ja siihen liittyviä toimitusketjuja saattaa palata länsimaihin, etenkin jos epävarmuus globalisaatiossa ja geopoliittisessa tilanteessa jatkuu ja jopa pahenee. Tämä teollisuus ei silti luo massoittain työpaikkoja, sillä robotit hoitavat työt, mutta muita etuja se tuo mukanaan. Esimerkiksi yritysten ja tuotantolaitosten verotulot, lyhentyneet toimitusketjut ja sitä kautta halventuneet logistiikkakustannukset ja nopeutuvat toimitukset.

Nykyisissä halpatuotantomaissa tilanne on heikompi, sillä niiden pääasiallinen kilpailuetu uhataan viedä pois. Yhtäällä voi sanoa, että hyvä, kun ihmisten ei enää tarvitse tehdä nälkäpalkalla 60+ tuntisia työviikkoja karmeissa tehdasolosuhteissa. Toisaalta, se tilanne voi olla monille ihmisille silti askel parempaa kohti verrattuna vielä surkeampaan köyhyyteen esimerkiksi omavaraismaataloudessa maaseudulla.

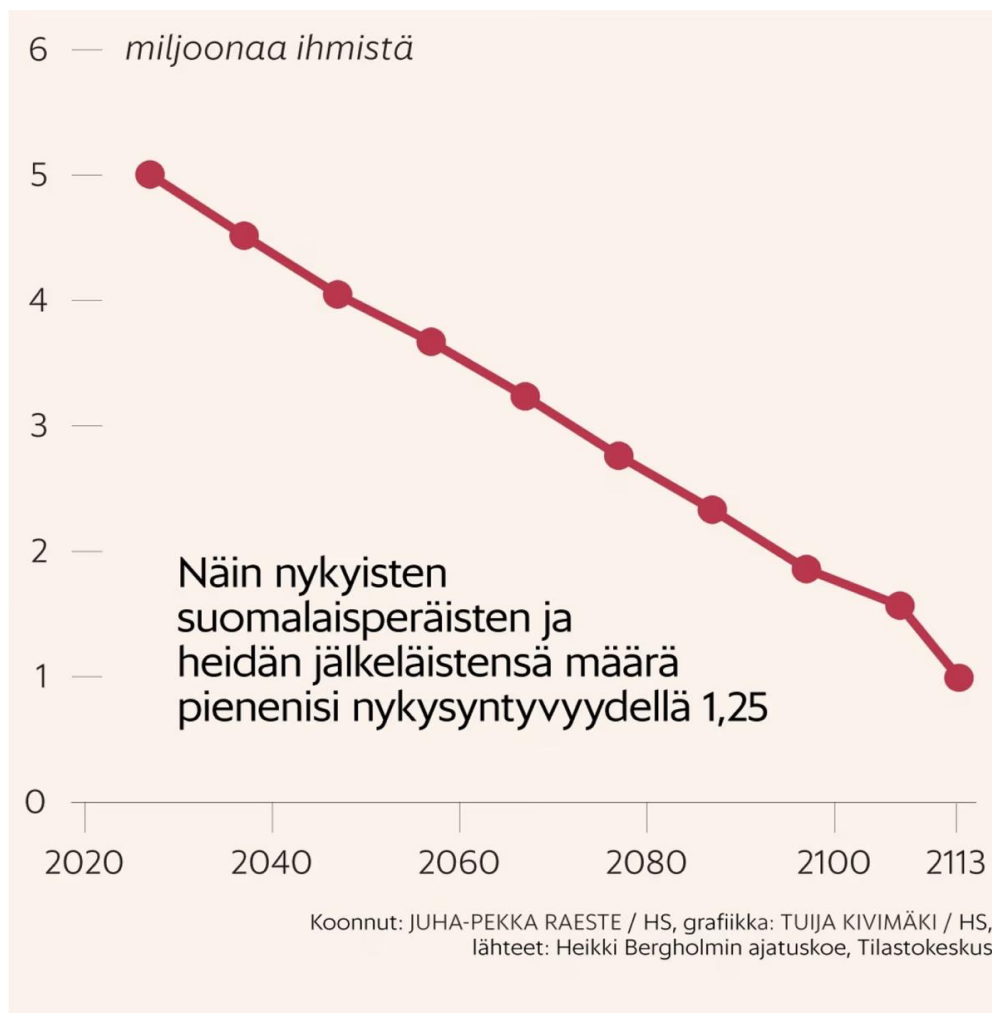
Valmistava teollisuus ja siellä tulevat investoinnit ovat nekin jälleen uuden tilanteen edessä. Voi olla, että monet maat haluavat houkutella pääosin robottivoimin toimivia tuotantolaitoksia maaperälleen siitä huolimatta, että ne eivät

työllistä ihmisiä aiempien tehtaiden mittakaavassa. Kun laitos on kerran rakennettu, sitä ei ole helppo lähteä heti siirtämään. Sen olemassaolosta saadaan ainakin joitain hyötyjä, kuten verotuloja, omaan maahan. Samalla lievennetään globalisoituneen maailman haavoittuvista toimitusketjuista syntyneitä riippuvuuksia ja geopoliittisia riskejä, ainakin silmämääräisesti.

LUKU 8

Robotit ja väestöpyramidi – uhka vai mahdollisuus?

Useimpia maapallon maita uhkaa väestöromahdus. Juuri kun väsyimme kuu-
lemaan väestöräjähdyksen kestäättömyydestä, on käynyt ilmi, että ongelma
onkin päinvastainen: lapsia syntyy monissa maissa aivan liian vähän. Syntyvyys
on romahtanut reilusti ylläpitotason, noin 2,1 lasta per nainen, alapuolelle.



Tähän liittyy kiinteästi väestöpyramidin rakenne ja käsitteet kuten huoltosuhde. Siis montako työikäistä ihmistä kannattelee koko väestöä ja sen tarpeita työpanoksellaan. Suomessa suuret ikäluokat ovat pitkälti eläköityneet ja alkavat olla yli 70-vuotiaita. Yhä isompi osa heistä alkaa tarvita yhä enemmän hoito- ja terveydenhuoltopalveluita. Helsingin Sanomien artikkelissa mainitaan että 5–7 vuoden päästä hoivatyön kysyntä tulee kasvamaan 30 %, kun moni tarvitsee ympärivuorokautista hoivaa¹.

Kun vanhusten- ja sairaanhoidon ammattilaisten tarve kasvaa väestön ikääntymässä, tarkoittaa se, että muille aloille on vähemmän tekijöitä. Näitä muita aloja tarvitaan kuitenkin tuottamaan venti- ja verotuloja, joilla hoitohenkilökunnan palkat maksetaan. Tilanne pahenee siis ainakin kahdesta suunnasta: yhtäällä

¹<https://www.hs.fi/talous/art-2000010098112.html>

työikäisten osuus väestöstä pienenee, toisaalta yhä useampaa työikäistä tarvittaisiin hoivatehtäviin, jotka eivät ole samalla tavalla tuottavia töitä kuin monet muut. Verotulojen nettotuoton sijaan ne maksetaan paljolti verotuloista – ellei kyse ole yksityisistä palveluista, jotka maksetaan yleensä eläkeläisen tai hänen läheistensä tuloista ja säästöistä.

Yhtäällä halukkaita hoiva-alan ammattilaisia ei siis välttämättä ole tarjolla tarpeeksi – hoitajamitoituksista huolimatta – ja toisaalla heille ei ole kansantalouden näkökulmasta varaa maksaa palkkaa tai tarjota työoloja, jotka houkuttelisivat heitä alalle.

Ratkaisuksi on ehdotettu maahanmuuttoa, mutta se ratkaisee parhaimmillaan vain toisen puolen ongelmaa, sillä Suomessa työskentelevälle tulee toki maksaa vähintään sovittua minimipalkkaa. Muita mahdollisia ongelmia ovat kielitaidon puute, kulttuurierot, osaaminen ja sen varmistaminen ja niin edelleen. Lisäksi sama tilanne on edessä monessa muussa maassa, joten kilpailu osaavista ja kyvykkäistä työmaahanmuuttajista tulee kiristymään.

Hoiva-alueet siis taistelevat samaan aikaan henkilöstöpulan kanssa, että joutuvat kustannussyistä irtisanomaan hoitajia tai olemaan palkkaamatta uusia. Yhtälössä pitäisi siis toteutua kaksi toisiinsa päinvastaista asiaa: lisää osaavaa henkilöstöä, mutta pienemmillä kustannuksilla. Samaa aikaan hoitajista on pulaa ja heitä on työttöminä. Työolot ja työn johtaminen eivät myöskään välttämättä ole kovin hyvällä tasolla.

Osaavat hoivarobotit ratkaisevat molemmat ongelmat: ne ovat edullisia ja niitä voidaan siten ”palkata” riittävästi. Ne ovat myös kielitaitoisia, kärsivällisiä, väsymättömiä, ja jatkossa yhä taitavampia eri tehtävissä. Hoivarobotit tuskin tulevat korvaamaan kaikkia hoitoalan ihmisiä, mutta ne voivat vähentää alan kustannus- ja henkilöstöpainetta ratkaisevasti. Kyse on enemmän siitä, saadaanko niitä käyttöön jo tulevana vuosina, ”yhdennellätoista hetkellä”, vai viivästykö saatavuus ja kehitys liian pitkälle 2030-luvulle, jolloin kriisi on jo räjähtänyt käsiin.

Tästä aiheesta keskustellessa nousee esiin myös näkökulma, että vanhusten hoito roboteilla olisi väärin, epäinhimillistä tai ”laiskaa”. Tilannetta verrataan silloin usein optimitilanteeseen, jossa meillä on riittävästi rahaa ja hoitohenkilökuntaa huolehtimaan vanhuksista ja sairaista hyvin. Tämä ei ole ollut todellinen tilanne viime aikoina eikä se tule helpottumaan lähivuosina.

Oikea kysymys on se, että onko hoivarobotti parempi kuin ylityöllistetty, väsynyt ja loppuun palamisen reunalla hoiperteleva hoivahenkilö, joka ei ehkä puhu

suomea tai edes kohtalaista englantia? Tai tilanne, että hoivahenkilöä ei ole ollenkaan, tai että vanhuksen työikäiset lapset päätyvät oman työssä jaksamisen, perhe-elämän, parisuhteen ja muun elämänsä kustannuksella hoitamaan vanhempiaan? Burnout, mielenterveys- ja jaksamistilastoista voidaan havaita, että kovin merkittävästi työelämää, velvoitteita ja yleistä kuormitusta ei ole varaa enää kiristää ilman, että siitä seuraa liian suuria kustannuksia toisaalla.

Entä sitten robottien rooli perheiden halukkuudessa hankkia lapsia? Tuleeko robotista viimeinen niitti tarpeelle hankkia lapsia ainakaan siitä syystä, että olisi seuraava sukupolvi pitämässä edes hieman huolta, kun itse vanhenee ja heikkenee? Suomessa yhteiskunnan lupaus on ollut, että yhteiskunta (siis muut ihmiset kollektiivina) pitää ikääntyneistä huolta, olipa heillä lapsia tai ei. Tämä lupaus tehtiin tilanteessa, jossa syntyvyyden ei oletettu romahtavan parissa sukupolvessa, ja nyt lupauksen kestävyys on joutumassa koetukselle, kun reunaehdot ovat muuttuneet.

Vai tarjoaako robotin tarjoama lastenhoitoapu ja robotisaation myötä mahdollisesti vähentynyt työpaine ja perustoimeentulon paraneminen uudenlaisen elämäntilanteen, jossa perheen perustaminen alkaa taas tuntua nykyistä houkuttelevammalta? Ehkä perhe voi jatkossa tarjota robottien murtaman työidentiteetin tilalle uuden identiteetin, josta hakea tukea ja suuntaa muuttuvassa maailmassa?

Jos robotit todella korvaavat ihmistyövoimaa merkittävästi, voi myös asenteet aktiivista kotivanhemmuutta kohtaan muuttua ja arvostus kasvaa. Ehkä kotiäitiys tai koti-isyys nähdään jatkossa aiempaa enemmän onnistumisena ja voimaannuttavana, siinä missä uran rakentaminen tai ”vapaa elämä” on usein ollut perheen perustamista haluttavammaksi koettu vaihtoehto viimeiset pari vuosikymmentä.

Ja saako yhteiskunta robotisaation ja kasvaneen tuottavuuden myötä uusia työkaluja motivoida ihmisiä perheen perustamiseen jo aikaisemmassa vaiheessa tarjoamalla siihen tukea ja etuja? Nykyisin esimerkiksi Ranskassa kolmen lapsen perheen saamat veroedut ovat todella huomattavat. 120 000 euroa vuodessa tienaaavan lapsettoman perheen tuloverot putoavat noin 22 570 eurosta alle 7 000 euroon, mikäli perheessä olisi 4 lasta, sillä lapset lasketaan perheen ”veroyksikköön” mukaan jakamaan tuloja henkilöä kohti.

Mitä hyötyä on rakentaa yhteiskuntaa ja parempaa tulevaisuutta, parantaa ihmisoikeuksia ja ylipäättään työskennellä tulevaisuuden eteen, jos siellä ei tule elämään ketään?

LUKU 9

Ikääntyminen, superäly, eläkkeet

Hurja laskelma: Eläkeiän nosto 70 vuoteen poistaisi valtion YEL-menot
– Kauppalehti 9.10.2025¹

Yritysjohtaja HS:lle: Eläkeikä pitäisi nostaa 70 vuoteen – ”Kuin ilmainen lounas”
– Iltasanomat 6.10.2025²

Syksyllä 2025 keskustelua herätti eläkeikä ja tarve sen nostamiseen. Alun perin eläketurva oli nimenomaan se, *turva* niiden muutamien vuosien varalle, kun ihminen ei enää kykene ansaitsemaan toimeentuloaan työmarkkinoilla. Sitten ihmisten elinikä ja terveiden elinvuosien määrä on kasvanut radikaalisti, joten ”vanhuuden raihnaisuuden turva” on muuttunut kärjistäen ”10–20 vuoden lomaksi”, josta iso osa ollaan toimintakykyisiä ja kyvykkäitä myös työn tekoon. Tämä, väestöpyramidin ongelman ohella, osaltaan romuttaa järjestelmän kestävyys. Eläkkeistä ison osan maksavat nykyisin työssä käyvät, kun taas nyt eläkkeellä olevien työuransa aikana maksamista eläkemaksuista tulee pienempi osa³.

Hieman provosoidusti sanottuna, usein työkykyiset eläkeläiset ”lomailevat” vuosia, jopa vuosikymmeniä, pääosin töissä vielä käyvien rahoilla⁴. Tilanne on vielä kärjistettympi yrittäjien kohdalla, sillä heidän maksamansa eläkemaksut eivät työeläkkeiden tavoin kerry mihinkään eläkerahastoon, vaan menevät

¹<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/a/7e904252-d5c5-49c8-a8c3-9907e596ad3e>

²<https://www.is.fi/taloussanomat/art-2000011540012.html>

³Selkeä kuvaaja asiasta: <https://yle.fi/a/3-10592237>

⁴<https://thl.fi/-/terve-suomi-tutkimus-yli-puolet-65-74-vuotiaista-kokee-olevansa-taysin-tyokykyisia-kuitenkin-vain-pieni-osa-on-ansiotyossa>

suoraan jo eläkkeellä olevien yrittäjien eläkkeiden maksamiseen.

Tilanne on monella tapaa hankala, ja sen muuttaminen poliitikoille erittäin vaikeaa, koska he ovat usein riippuvaisia suurten ikäluokkien äänistä uudelleenvaalintansa suhteen. Se voi kuitenkin muuttua vielä mutkikkaammaksi.

On nimittäin varsin mahdollista, että tekoälyn kehittyessä kykymme hoitaa sairauksia ja vähentää ikääntymisen vaikutuksia paranevat kiihtyvää vauhtia. Voimme huomata ennen pitkää olevamme tilanteessa, jossa 65 tai 70-vuotiaana eläkkeelle jäävällä ihmisellä onkin vielä 30 tai jopa 50 hyvää elinvuotta edessään ja hän on eläköityessään kenties paremmassa kunnossa kuin keskimääräinen 50-vuotias tänään. Nämä henkilöt voivat muuten olla yksi ja sama: nyt 50-vuotias voi 20 vuoden päästä 70-vuotiaana eläköityessään olla vastaavassa, jopa paremmassa, kunnossa kuin mitä hän nyt on – olettaen, että hän pitää itsestään huolta ja hyödyntää seuraavien kahden vuosikymmenen aikana kehitettäviä hoitoja.

”Maailma muuttuu hautajaiset kerrallaan.” – hirtehinen sanonta

Jossain vaiheessa saatamme myös ohittaa keikahduspisteen, jossa itsestään huolta pitävän ihmisen eliniän odote nousee enemmän kuin yhden vuoden vuodessa. Tämä kuulostaa tieteiskirjallisuudelta ja uskomattomalta, mutta olettaen, että ikääntymiselle on olemassa syyt ja että niihin on mahdollista kehittää hoitoja, niin kysymys on lähinnä siitä, milloin keikahduspiste saavutetaan. Laajempi kysymys on sitten, mitä nämä hoidot tulevat maksamaan ja kenellä on niihin varaa, kuinka nopeasti niiden hinta putoaa ja saadaanko ne jossain vaiheessa myös julkisen terveydenhuollon piiriin. Tuleeko kuolemisenstä vääjäämättömyyden sijaan vapaaehtoinen valinta?

Tällaisessa tilanteessa myös eläkekeskustelu saa uusia ulottuvuuksia. Aiempi lainaus Kauppalehden otsikosta, jossa eläkeiän nosto 70 vuoteen hoitaisi eläkeongelman, pätee todennäköisesti vain, jos eläkeläiset jossain vaiheessa poistuvat muonavahvuudesta. Tanskassa päätettiin äskettäin nostaa eläkeikä 70 vuoteen 2040 mennessä. Muutaman vuoden muutos eläkeikään vie siis 15 vuotta, koska eläkeikää on todella vaikea nostaa vuodella joka vuosi tai edes joka toinen vuosi.

Mutta entä jos keskimääräinen elinikä pitenee paljon nopeammin kuin laskelmissa on oletettu? Eläköitymishetken tilastojen mukaan keskimääräinen elinikä voi olla 85 vuotta, mutta tilanne voi 20 vuoden aikana muuttua niin, että keskimääräinen elinikä onkin 100 vuotta. Eliniän kehittymistrendejä toki seurataan ja niiden perusteella kehitystä voidaan ennustaa, mutta keskeinen kysymys on, että AI-avusteinen tutkimus ja kehitys voivat muuttaa näitä trendejä yllättävän nopeasti.

Aiheeseen liittyy pelkästään eläkejärjestelmän näkökulmasta todella paljon vaikeita kysymyksiä. Alla muutamia.

Mikäli uudet hoidot parantavat sekä terveyttä että toimintakykyä ja merkittävästi pidentävät oletettua elinikää, millä perusteella ihmiset jatkossa eläköityvät? Siirtyykö eläkejärjestelmän kannalta kestävä eläköitymisikä yhä nopeammin yhä kauemmas tulevaisuuteen? Sidotaanko eläköityminen iän sijaan vaikkapa toimintakykyyn? Kutsutaanko toimintakykyisiä eläkeläisiä takaisin töihin ja millainen on se poliittinen keskustelu, joka tällaiseen päätökseen voisi päätyä?

Eikö ihminen pääse eläkkeelle ”lepäämään” ennen kuin on kerta kaikkiaan työkyvytön, ellei sitten itse kustanna elinkulujaan? Ja eikö tämä oikeastaan ollut eläkejärjestelmän tarkoitus alunperinkin – ei vuosikymmenten lomailu vaan vanhuuden ja sen tuoman työkyvyttömyyden turva? Tuleeko eläköitymisestä vain varakkaiden etuoikeus?

Myös ”eläminen ja nuortuminen ihmisoikeutena” -keskustelu tulee varmasti olemaan mielenkiintoisempi kuin ”nopea internetpalvelu perusoikeutena” -keskustelu oli muutama vuosikymmen sitten. Mikä tulee olemaan laadukkaan lisävuoden hinta ja kenen se tulisi maksaa? Ja jos ihminen saa laadukkaan lisävuoden työkykyisenä ihmisenä, tulisiko hänen olla mukana maksamassa näitä hoitoja työelämässä? Tarjoavatko jotkin työpaikat ikääntymishoitoja parhaille työntekijöilleen ja johtajilleen osana työterveyttä?

Käännetään tilanne vielä pääläelleen, raportin peruskysymykseen: Entä jos robotit ovat vieneet työpaikat ja uusia ei olekaan syntynyt aiempien teollisten valankumousten tavoin? Kyse ei enää olekaan siitä, jääkö joku työstään eläkkeelle ja kuka sen maksaa, vaan siitä, kenellä on oikeus työhön, nuorilla vai vanhoilla?

Entä jos nytkin meillä on massatyöttömyyttä ja etenkin nuoret ovat syrjäytymisvaarassa, kun työpaikkoja ei ole? Ja mitä tapahtuu, kun robotit ja AI alkavat toden teolla korvata ihmisiä työelämässä? Tämäkin on jo tapahtumassa ja tulee kiihtymään 2030-luvulle tultaessa.

Yhteiskunnassa, jossa AI ja robotit tekevät yli 90% kaikesta työstä ja tuotannosta ja jossa työn ja tuotteiden kustannus lähenee materiaali- ja energiakustannuksia, meillä on ainakin kokonaistuottavuuden ja tuotannon näkökulmasta varaa maksaa ”eläkettä” tai perustuloa kaikille, riippuen siitä, miten tuottavuusparannusten ja deflaation hedelmät jaetaan. Mutta murrosvaiheesta voi tulla todella kivulias. Se on sitä eläkekeskustelusta päätellen jo nyt.

Tätä keskustelua ei tule helpottamaan se, että eläkkeistä nauttivat suuret ikäluo-

kat kokevat ansainneensa eläkkeensä (siitä huolimatta, että heidän eläkemaksunsa kattavat niistä vain pienehkön osan), ja että he ovat äänestäjämässana niin iso, että heidän hyvinvoinnistaan leikkaaminen tai "eläkelomansa" pituuteen puuttuminen on poliitikoille lähes mahdotonta.

Terveiden elinvuosien nopea lisääntyminen on etenkin ihmisen itsensä kannalta todella hieno uutinen. Se voi tehdä ennen pitkää kuolemisesta ainakin jollakin tasolla "vapaaehtoista", onnettomuudet ja jotkin rajatapaukset poislukien. Tämä muutos on ollut käynnissä jo pitkään, kun ymmärryksemme ihmisruumiista ja sairauksista on kasvanut ja hoidot kehittyneet. AI:n kehittymisen myötä tämän ymmärryksen ja kehityksen vauhti on kiihtymässä aivan uudelle tasolle. Jos ikääntymisen pysäyttäminen on ratkaistavissa, kehittynyt koneäly on todennäköisin avain sen ratkaisemiseen.

LUKU 10

Loppusanat – Mitä minulle, ihmiselle, käy?

Tekoälyä kehittävilta tutkijoilta, yritysjohtajilta ja futuristeilta kysytään hyvin usein, mihin alalle omia lapsia kannattaisi kannustaa opiskelemaan, jotta tuleva työpaikka olisi edes jotenkin turvattu. AI:n kyvykkyydet ovat kehittyneet niin nopeasti ja niin monella alalla, että edes muutaman vuoden päähän tehdyt ennustukset tuntuvat todella vaikeilta, saati vuosikymmenten päähän.

Alla muutama ajatus, joihin haastatteluissa ja omissa keskusteluissa ja ajatuksissa olen törmännyt. Osa ajatuksista pätee jo nyt, osa 5 vuoden päästä, ja osa kenties kärjistyy vasta kauempana tulevaisuudessa.

1. Opi oppimaan ja omaksumaan uutta sekä olemaan joustava. Hieman raadollinen todellisuus on se, että robotit ja AI korvaavat ihmisiä ensin sieltä vähemmän taitavasta ja joustavasta päästä.
2. Opettele käyttämään uusia AI-työkaluja, kuten kielimalleja, agentteja, koodausavustajia ja muita. Tämä osaaminen tulee olemaan monessa työssä avainasemassa ja auttaa etenkin nopeasti oppivia nuoria kiinni työelämään.
3. Pyri olemaan hyödyllinen ja tarpeellinen muille ihmisille ja yhteiskunnalle. Tämä auttaa mielekkään tekemisen ja työn löytymisessä, mutta etenkin myös oman hyödyllisyyden tunteen ylläpitämisessä.
4. Luo sosiaalisia verkostoja. Oman 30-vuotisen työurani aikana olen oppinut, että hyvin suuri osa eteen avautuvista mahdollisuuksista on seurausta siitä, kenen kanssa on sattunut tutustumaan ja onnistunut tekemään positiivisen vaikutelman. Me ihmiset olemme läpeensä sosiaalisia.

5. Tee jotain sellaista, mikä kiinnostaa. Aina tämä ei tietenkään ole mahdollista, mutta jos jokin asia kiinnostaa, se usein näkyy myös työn jäljessä ja motivaatiossa. Minulle kirjoittaminen on sekä työtä että mielekästä itsensä kehittämistä. Kirjoitin tämän teoksenkin osin sen vuoksi, että halusin koota ajatukset ja ymmärtää aihepiiriä paremmin (kohta 7 alla).
6. Etsi elämää ja minuutta määritteleviä tekijöitä myös työn ulkopuolelta. Perhe ja lapset, harrastukset, vapaaehtoistoiminta ja erilaiset järjestöt ovat kaikki asioita, joista saa ammennettua merkitystä elämään ja joihin voi käyttää lähes rajattomasti aikaa.
7. Varaudu tiedollisesti muutoksiin. Alan kehitystä kannattaa seurata kirjallisuudesta, podcasteista ja artikkeleista. Kun tietää hieman, mitä on tapahtumassa ja mihin asiat ovat menossa, on tuleviin muutoksiin hieman varautuneempi. Esimerkiksi suosittu Moonshots-podcast pyrkii juuri tähän: pitämään kuuntelijat tilanteen tasalla ja auttamaan heitä varautumaan muutoksiin.
8. Varaudu henkisesti muutoksiin. Vaikka ympäristön ja olosuhteiden syyttäminen on usein houkuttelevaa ja joskus siihen on myös erittäin päteviä syitä, sinä itse olet lopulta vastuussa omasta henkisestä hyvinvoinnistasi.
9. Varaudu taloudellisesti muutoksiin. Jokaisen taloudellinen tilanne on erilainen, joten tarkastele tilannetta omasta näkökulmastasi ja tee tarvittavat korjaustoimenpiteet. Talousoppaita ja podcasteja on runsaasti saatavilla, ja myös osakkeisiin ja rahastoihin sijoittaminen on yhä yleisempää. Tietoa on runsaasti tarjolla. Mikäli tässä teoksessa esiteltyjä asioita toteutuu, voi olla järkevää omistaa alan yritysten osakkeita pidemmällä, 5+ vuoden, sijoitushorisontilla. Kukin tekee tietenkin omat päätöksensä omista lähtökohdistaan. Minä en ole sijoitusneuvoja eikä tämä teos ole sijoitusopas.
10. Lähde vaikuttamaan asioihin. Ole se muutos, jonka haluat nähdä. Kehitä uusia tuotteita ja palveluita nopeasti muuttuvan maailman tarpeisiin. Rakennetaan yhdessä parempi yhteiskunta, sillä muuten sen rakentaa joku sinun puolestasi. Meillä on siihen nyt paremmat työkalut kuin koskaan.

Kirjoittajasta

Rauli Partanen on palkittu tietokirjailija, viestijä ja analyytikko. Hänen kirjansa ovat olleet ehdolla Tieto-Finlandia- sekä Kanava-tietokirjapalkinnoille (*Suomi öljyn jälkeen*, Into 2013) ja voittaneet Vuoden Tiedekirja -palkinnon (*Energian Aika – Avain talouteen, hyvinvointiin ja ilmastonmuutokseen*, WSOY 2017).

Suomen Atomiteknillinen Seura myönsi Raulille Pekka Jauho -palkinnon vuonna 2021 ydintekniikan alalla tehdystä merkittävästä tiedonjulkistustyöstä, joka on lisännyt ydintekniikan ymmärrystä, parantanut yhteistyötä alalla ja antanut virikkeitä yhteiskunnalliselle keskustelulle. Rauli oli myös Suomen ehdokas World Nuclear Exhibition -organisaation WNE Fellow -palkinnon saajaksi vuonna 2021, joka myönnetään ydinvoima-alan ulkopuoliselle henkilölle ydinvoiman edistämisestä yhteiskunnassa.

Kesällä 2024 hän julkaisi *The Case for Waste* -raportin ja sen myötä perusti kansainväliselle DeepGeo-yhtiölle Suomeen tytäryhtiön, tähtäimenään monikanallisen, kaupallisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusluolan rakentaminen Suomeen sekä uuden ydinvoiman rakennuttaminen.

Yhteyden Rauliin saa:

- Viestipalvelu X: @kaikenhuippu
- LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/raulipartanen>
- Facebook: <https://facebook.com/rauli.partanen>

Robotit tulee!

Keinoäly mullistaa taloutta, yhteiskuntaa ja ihmisten elämää vauhdilla. Tähän mennessä se on ollut lähinnä digitaalisessa muodossa: kielimalleja, multimodaalisia malleja, agentteja ja näitä ohjaamaan rakennettuja "valjaita" sekä käyttöliittymiä. Kukaan ei osaa tarkkaan ennustaa, mihin tämä kaikki johtaa, mutta useimmat ovat samaa mieltä siitä, että matkasta tulee raju, kuoppainen, jopa vaarallinen – mutta monin tavoin lopulta myös hyödyllinen.

Seuraavat murroksen pilvet ovat kuitenkin jo lähestymässä taivaanrannassa: fyysinen keinoäly. Digitaalisten kykyjen lisäksi se pystyy liikkumaan itsenäisesti ja muokkaamaan fyysistä maailmaa. Itseään ajavat autot ja robotaksit sekä erityisesti erilaiset fyysiseen työhön kykenevät (humanoidi)robotit ovat jo tulossa laajemmin markkinoille tällä vuosikymmenellä ja lyövät läpi massatuotteiksi 2030-luvulla.

Syitä on monia, mutta alla kiteytettynä se, josta tämä raportti sai alkunsa, eli taloudellinen:

- Yksi robotti voi tehdä 3–4-kertaisen määrän työtä ihmiseen verrattuna (6000–8000 tuntia vuodessa).
- Sen työn elinkaarikustannus (valmistus, ohjelmistokehitys, huollot, käyttö sähkö) painuu massavalmistuksen myötä alle euroon tunnilta.

Kun robottien kyvykkyys paranee ohjelmiston myötä tulevinä vuosina samalla kun valmistuskustannukset ja fyysinen laatu paranevat, robotti hoitaa yhä useamman työtehtävän edullisemmin kuin ihminen. Tämän prosessin vaikutukset ovat moninaiset ja järjestyttävät. Siinä missä kielimallit ja agentit ovat mullistamassa tietotyötä, robotit tulevat mullistamaan fyysisen työn.

Tämä raportti laskee robotisaation vaikutukset Suomelle euroissa ja pohtii laajamittaisen robotisaation sekä digitaalisen keinoälyn vaikutuksia yhteiskuntaan, talouteen, työllisyyteen ja ihmisyyteen. Suomella on murrokseen hyvät lähtökohdat, mutta ilman osaavaa ja ennakoivaa johtamista siinä voidaan myös ajaa seinään.