

Alexander Varlamov

ROBOTIIKAN VAIKUTUS TYÖVOIMAN TARPEESEEN LOGISTIIKAN ALALLA

Opinnäytetyö
Logistiikan koulutus

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Alexander Varlamov	Insinööri (AMK)	Tammikuu 2020
Opinnäytetyön nimi		
Robottiikan vaikutus työvoiman tarpeeseen logistiikan alalla		33 sivua 24 liitesivua
Toimeksiantaja		
Ohjaaja		
Juhani Heikkinen		
Tiivistelmä		
<p>Tämä opinnäytetyö on kirjallinen tutkimus, jonka aiheena on robotiikan ja automaation vaikutus työvoiman tarpeeseen logistiikan alalla. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää robotiikan ja automatisoinnin vaikutusta työmarkkinoilla ja työvoiman kysynnässä. Toinen tavoite on tutkia teknologisen työttömyyden vaikutusta logistiikan työmarkkinoilla ja työn saatavuutta ihmiselle, sekä robotin ja ihmisen vertailua työntekijöinä. Tavoitteena on myös selvittää, mitkä erikoisalajat ja tehtävät voisivat olla vaarassa ja mitä työaloja- ja tehtäviä voisi kehittää.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee robotiikassa ja automaatiossa käytettäviä termejä sekä käydään läpi historiassa olevia esimerkkejä, robottien etuja ja hyötyjä ihmisiin, varasto- ja kuljetuslogistiikan yleisimmät teknologiat, asiantuntijoiden näkymät ja tutkimusyritysten tietokannat.</p> <p>Kirjallisuudesta ja aihetta käsittelevästä materiaalista on tavoitteena luoda pohja ymmärtää, mille alalle, prosessille ja tehtäville logistiikassa vaikutus on suurin, sekä tarkistaa robotiikan suurimmat kasvuodotukset ja kriteerit logistiikka-alalla. Lisäksi on tavoitteena selvittää työnantajien mielipiteitä robotiikasta, työttömyydestä ja heidän näkemyksiään tulevaisuuden työpaikoista.</p> <p>Robotiikka ja automaatio ovat maailman megatrendejä ja logistiikka on eniten riippuvainen niistä. Muun muassa automaation ratkaisut pyrkivät tehon, turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseen, mutta samalla työvoiman vapauttamiseen. Jos vertaillaan ihmisiä ja robottia, jälkimmäiset ovat tehokkaampia, kestävämpiä ja vähemmän resursseja vaativia. Toisaalta robottien ja automaation integrointi on pieni- ja keskikokoisille yrityksille kallis ja teknisesti hankala ongelma. Toistaiseksi tekoälyn kehitys ei salli robotteja tekemään innovatiivisia ratkaisuja ja käyttämään analyyttisiä kykyjä. Joka tapauksessa suuria muutoksia logistiikassa ja sitä koskevilla työmarkkinoilla on tulossa ja niihin täytyy valmistautua.</p>		
Asiasanat		
robotisaatio, automaatio, työvoima, logistiikka		

Author (authors)	Degree	Time
Alexander Varlamov	Bachelor of Engineering	December 2020
Thesis title		
Impact of robotics on labor demand in logistics		33 pages 24 pages of appendices
Commissioned by		
Supervisor		
Juhani Heikkinen		
Abstract		
<p>This thesis is a written study on the impact of robotics and automation on labor demand in logistics. One aim of this study is to investigate the impact of robotics and automation on the labor market and labor demand. Another aim is to research the impact of technological unemployment on the logistics labor market and human access to labor and compare robot and the human as employees. The aim is also to identify which specialties and tasks could be at risk and which areas of work and responsibilities could be developed.</p> <p>The theoretical part of this thesis deals with the terminology used in robotics and automation, as well as reviewing historical examples, the benefits of robots to humans, common technologies in warehouse and transport logistics, expert perspectives and the databases of research firms.</p> <p>The aim of the material obtained from literature is to provide a basis for understanding which sector, process and tasks are most influential in logistics, and to review the greatest growth expectations and criteria for robotics in the logistics industry. Furthermore, another aim is to find out employers' views on robotics and unemployment and their views on future workplaces.</p> <p>Robotics and automation are the megatrends of the world, and logistics is most dependent on them. Among other things, automation solutions aim to improve power, security and fluidity while liberating workforce. When comparing humans and robots, the latter are more efficient, durable and demand fewer resources. On the other hand, integrating robots and automation is a costly and technically difficult problem for small and medium-sized businesses. So far, the development of artificial intelligence does not allow robots to make innovative solutions and use analytical skills. In any case, major changes in the logistics and related labor markets are coming and must be prepared for.</p>		
Keywords		
robotization, automation, labor, logistics		

SISÄLLYS

1	ROBOTIIKKA.....	5
2	TUTKIMUSKYSYMYKSET JA TAVOITTEET	6
3	TEOREETTINEN VIITEKEHYS JA TUTKIMUSMENETELMÄT	6
3.1	Teoreettinen viitekehys.....	6
3.2	Tutkimusmenetelmät	7
4	ROBOTIIKKA JA IHMISET	7
4.1	Robotit ja robotiikan historia	8
4.2	1950–2000-luvut.....	10
4.3	Robottien edut ja haitat suhteessa ihmisiin.....	12
4.3.1	Hyödyt.....	12
4.3.2	Haitat	13
5	ROBOTIIKKA JA LOGISTIikka	14
5.1	Kuljetuslogistiikka	14
5.1.1	Tiekuljetukset.....	15
5.1.2	Droonit.....	17
5.1.3	Rautatieliikenne	17
5.2	Varastologistiikka.....	18
6	VAIKUTUS TYÖVOIMAN TARPEESEEN	21
6.1	Historialliset esimerkit.....	22
6.2	Nykytilanne	23
6.2.1	Eurooppa	25
6.2.2	Suomi.....	26
6.3	Tulevaisuuden näkymät.....	28
7	TUTKIMUS TULOKSET	29
8	POHDINTA	33
	LÄHTEET.....	35
	KUVALUETTELO	38

LIITEET

Liite 1. Kyselylomake suomen kielellä

Liite 2. Kyselylomake englannin kielellä

1 ROBOTIIKKA

Kiinnostus aiheeseen syntyi, kun luin artikkelin robotisaatiosta ja tapasin ensimmäistä kertaa termin ”teknologinen työttömyys”. Kun työskentelin varastologistiikassa, jouduin työttömäksi johtuen varaston siirtymisestä puoliautomaattiseen työhön. Minua kiinnosti sekä robotisoinnin kehityksen ennuste että sen lähivuosien tulevaisuus, koska se ei korreloi jatkuvasti laskevan työttömyysasteen kanssa.

Opinnäytetyöni on tarkoitus tuoda tietoa lukijalle ja kiinnostuneille robotisaation vaikutuksista työelämään. Tavoitteena on selittää ja esitellä robotiikan peruseriaatteet, logistiikkaan liittyvä teknologia ja esimerkkejä onnistuneesta ihmisten korvaamisesta robotilla.

Suuria muutoksia logistiikassa ja sitä koskevissa työmarkkinoissa on tulossa ja niihin täytyy valmistautua. Kustannusten säästöt ja kilpailukyvyyn kasvu ovat robotiikan suuret hyödyt yritykselle. Suomessa Valmet Automotiven tehdas on esimerkki robotisoinnista kokoonpanotehtaassa ja myös Inexin keskusvarasto käyttää automatisoituja varastoprosesseja.

Tutkimus perustuu henkilökohtaiseen kiinnostukseen aiheeseen ja logistiikan-työntekijän tulevaisuuden näkemykseen. Tämä johtuu halustani työskennellä logistiikan alalla keskittyen erityisesti robotiikkaan, robotin ja ihmisten yhteiseen työhön ja teknologisen työttömyyden rajoittamiseen. Tutkimuksen kohde-ryhmässä ovat kaikki logistiikan alan työntekijät. Koska logistiikka on erittäin laaja alue, keskityn tutkimuksessani varasto- ja kuljetuslogistiikkaan. Muut alueet tarkastellaan pintapuolisesti.

Opinnäytetyössäni käytetään laadullista eli kvalitatiivista tutkimusta. Tarkoituksena on kirjallisuuden, artikkeleiden ja muiden materiaalien avulla tarkastella historiallisen ja nykyaikaisen robotiikan vaikutusta työvoimaan tarpeeseen. Materiaalit sisältävät suomen- sekä englanninkielisiä tekstejä luotettavan teoreettisen pohjan takaamiseksi. Tavoitteena on luoda pohja ymmärtämiseen, mille aloille, prosesseille ja tehtäville logistiikassa vaikutus on suurin, sekä tarkistaa robotiikan suurimmat kasvuodotukset ja kriteerit logistiikan alalla.

2 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA TAVOITTEET

Tutkimusstrategiana valittiin kysely tietystä määrästä logistiikkayrityksiä Suomessa ja muissa maissa. Kyselyn päätarkoitus on selvittää, kuinka työnantajat ovat tietoisia teknologisen työttömyyden ongelmasta, sekä heidän mielipiteensä ja kokemuksensa robotisaatiosta.

Pääkysymykset ovat:

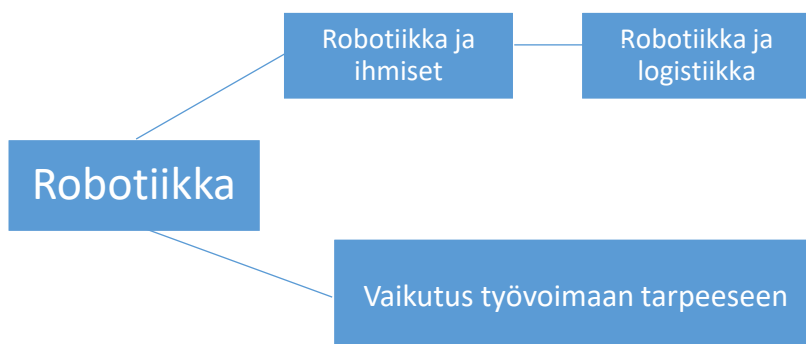
1. Tarkoittaako robotiikka ja automaatio työttömyyttä?
2. Kuinka ihmiset voivat antaa vastusta roboteille?
3. Tulevaisuuden strategiat ja tavoitteet

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä osiossa käydään läpi tutkimuksen teoreettista viitekehystä, tutkimuksen rajausta sekä tutkimuksessa käytettäviä tutkimusmenetelmiä.

3.1 Teoreettinen viitekehys

Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu kahdesta osa-alueesta ja niiden tarkoitus on avata robotiikan ja automaation merkitystä logistiikalle, sekä sen vaikutusta työvoiman tarpeeseen.



Kuva 1. Opinnäytetyön suunnitelma (Varlamov 11/2019)

Ensimmäisessä teoriaosuudessa käsitellään robotiikkaa ja automaatiota. Osiossa pyritään selventämään robotiikan merkitystä elämässämme ja historiasamme, sekä sen edut ja haitat ihmisten suhteissa. Käydään läpi esimerkkejä, miten robotiikka on otettu käyttöön erilaisissa logistiikka- ja kuljetusyrityksissä Suomessa ja maailmalla. Osioista saadaan käsitys, mitä robotteja käytetään varastologistiikassa, autonomisesta ajoneuvoista, droneista ja muusta teknologisista ratkaisusta.

Toisena teoriaosana on robotiikan ja automaation vaikutuksen ja muutoksien esimerkit menneisyydestä ja nykyisestä. Osiossa esitellään erilaisia mielipiteitä, teorioita ja tietokantoja tulevaisuudesta ja työvoiman tarpeesta. Tämä opinnäytetyön osa antaa kuvan teknologisen työttömyyden ongelmista ja niiden erilaisista ratkaisemiskeinoista.

3.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössäni käytetään laadullista tutkimusmenetelmää, koska työssäni käytettiin kyselystrategiaa. Kuitenkin työssä käsitellään myös aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia ja tilastoja. Laadullisen tai kvalitatiivisen tutkimuksen lähtökohta on todellisen elämän kuvaaminen. Tarkoituksena on kuvata, tulkita ja ymmärtää kiinnostava ilmiö siinä tilanteessa, jossa se tapahtuu. Pääsääntöisesti laadullinen tieto kerätään havainnoinnin tai tapaushaastattelun avulla ja tallennetaan kertomuksen muodossa - esimerkiksi tapaustutkimustietoina. Saatuja havaintotietoja ja kerrontaraportteja tutkitaan yleisten luokkien ja kuvien muodostamiseksi. (Hirsjärvi ym. 2009, 160–161.)

4 ROBOTIIKKA JA IHMISET

Nykyaikaiset robotit ovat niin kuin pikkulapset: on hauska katsoa niiden kaatumista, mutta syvällä meissä on sekalaisia tunteita, ihailua ja pelkoa. Haluamme, että robotit – yksi ihmiskunnan suurimmista keksinnöistä tekee elämästämme helpompaa ja turvallisempaa, mutta emme kuitenkaan luota niihin. Pelkäämme, että ne syrjäyttävät meidät tulevaisuudessa.

Mutta tämä epäröinti ei ole este robotiikan kehittämälle alalle. Robotit ovat vihdoin kasvaneet tarpeeksi älykkäiksi ja fyysisesti riittävän kyvykkäiksi päästäkseen ulos tehtaista ja laboratorioista ja kävelemään keskuudessamme. Fakta on se, että robotit ovat täällä.

Voimme olla huolissamme siitä, että robotti varastaa työmme. Tämä on loppujen lopuksi kapitalismia, ja automaatio on väistämätöntä. Mutta useimmat asiantuntijat ovat yhtä mieltä siitä, että työskentelemme robotin kanssa lähitulevaisuudessa, eivätkä ne pysty korvaamaan meitä. (Simon 2018.)

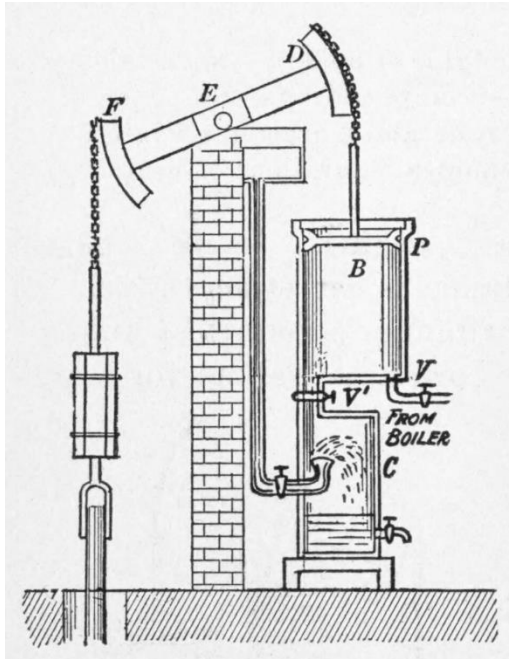
4.1 Robotit ja robotiikan historia

Winfield 2012:n ja Oxford Press mukaan on vaikea antaa yksittäinen selitys robotille, mutta olemassa on kolme määritelmää. Robotti on:

1. keinotekoinen laite, joka pystyy havaitsemaan ja toimimaan asianmukaisesti ympäristössä;
2. ruumiillistunut tekoäly tai
3. kone, joka pystyy suorittamaan hyödyllisen työn itsenäisesti.

Esimerkiksi perusdrooni ei ole robotti. Mutta jos me annamme droonille mahdollisuuden itsenäisesti nousta ja laskeutua, aistivien sensorien avulla, se on jo paljon enemmän robotti. Tärkeintä on älykkyys, havaitseminen ja autonomia. Mutta mistä robottihistoria alkoi?

Ihmiskunta on aina pyrkinyt helpottamaan jokapäiväistä elämää ja työtä erilaisilla työkaluilla, jotka säästävät voimaa, aikaa ja auttavat suorittamaan tehtäviä pienimmällä vaivalla. Toisin sanoen esi-isämme ovat yrittäneet luoda koneita. Muinaisten egyptiläisten ja kreikkalaisten jälkeen seurasi noin kahden vuosituhaten hiljainen jakso, jonka aikana teollisuuden alalla ei tapahtunut mitään mielenkiintoista. (Marttinen 2018, 9–10.) Mekaniikan, automaation ja myös robotisaation kehitys alkoivat teollisen vallankumouksen ajalla. Vuonna 1769 skotlantilainen James Watt patentoi höyrypumpun pohjalta varustetun höyrykoneen (ks. kuva1). Höyrykone käytti hiiltä polttoaineena ja se antoi tuotannon vapauden rakentamalla veden lähellä tai käyttämällä hevosvoimaa koneiden käyttämiseen. (Ojanaho ym 2014).



Kuva 2. Wattin höyrykone (Peda.net 2018)

1700-luvun puolivälissä Pierre Jaquet-Droz ja poikansa Henri-Louis esittelivät humanoidiautomaattia, joka tunnetaan nimellä The Writer. Se on 6000 osasta tehty mekaaninen poika, joka kirjoittaa musteella paperille. Se osaa kirjoittaa 40 kirjaimesta koostuvaa tekstiä, upottaa kynän musteeseen, seurata tekstin kirjoittamista ja mikä tärkeintä, se on mahdollista ohjelmoida (ks. kuva 2). Viimeksi mainitun nimessä esiintyi ensimmäistä kertaa sana android.



Kuva 2. The Writer (Robo-hunter.com 2015)

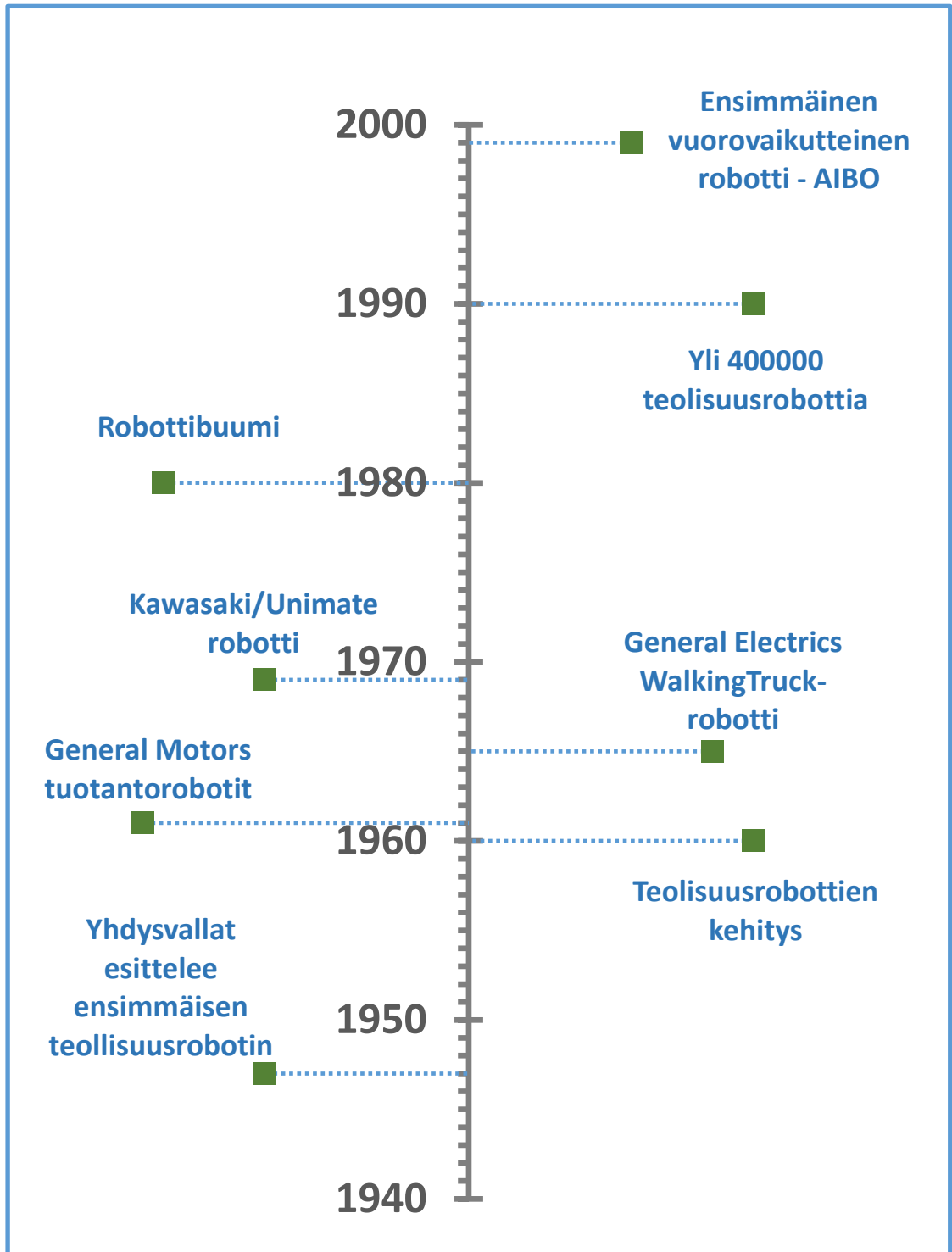
1800-luvun alussa syntyneet mekanismit johtivat automaattisten koneiden luomiseen. Vuosina 1800–1805 ranskalainen keksijä Joseph-Marie Jacquard kehitti automaattisen kangaspuun, joka pystyi luomaan monimutkaisia kuvioita tekstiiliin. Jacquardin kone on vaikuttanut tietokoneohjelmoinnin ja tietokoneiden kehitykseen. (Koskinen 2018, 4.)

Vuonna 1921 tšekkiläinen kirjailija Karel Čapek kirjoitti näytelmän ”R.U.R., - Rossum’s Universal Robots”, jossa hänen esittelemiään koneita kutsuttiin roboteiksi. ”Robotti” sana on johdannainen tšekin sanasta ”robota”, joka tarkoittaa pakkotyötä. (Martinen 2018, 108–109.)

1900-luvun alussa robotit olivat enemmän viihdettä kuin kaupallisia ratkaisuja. Olemassa olivat mm. käsikirjoitusrobotti (1931), 2,5 m pitkä Elektro-robotti, joka osaa myös polttaa tupakkaa ja hänen kaverinsa robottikoira Sparko (1937). Isaac Asimov teoksessa ”I Robot” (1950) esiintyi robotiikan kolme pääsääntöä, jotka ovat suosittuja myös meidän päivänämme. (Simon 2018.)

4.2 1950–2000-luvut

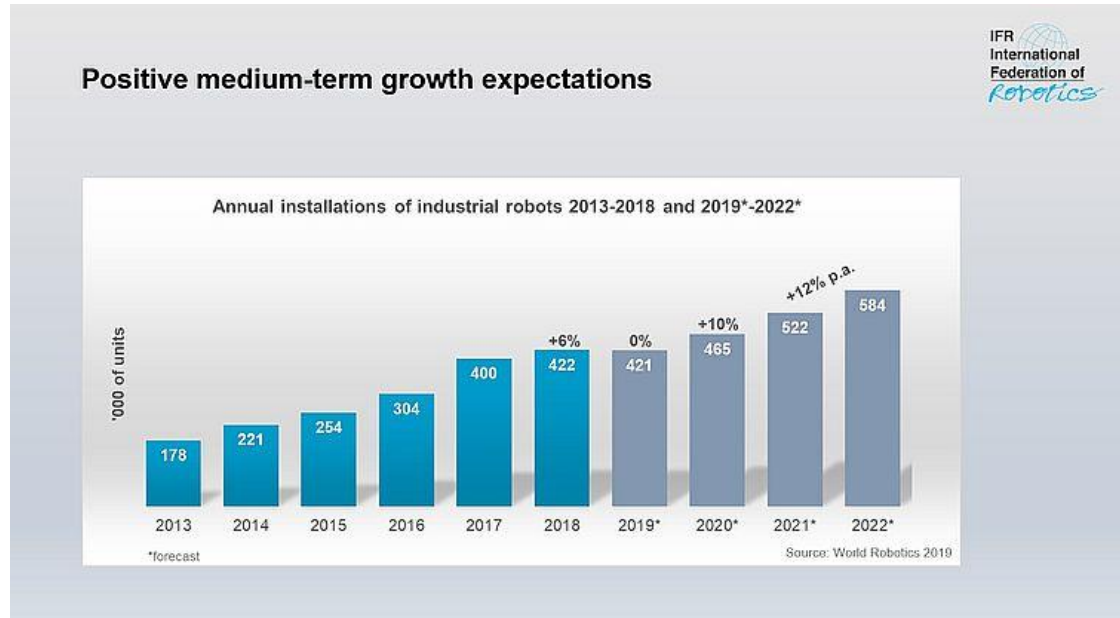
1950–2000-luvut ovat kausi, jolle on ominaista teollisuusrobottien ensimmäiset kaupalliset menestykset ja niiden myöhempi parantaminen.



Kuva 3. Robottien kehitys 1950–2000 luvulla (Varlamov 11.2019)

Nykymaailmassa robotteja voi löytää melkein missä tahansa, teollisuudessa, sosiaalisilla aloilla, elintarvike- ja palvelualalla, terveydenhoitoalalla ja kotona. Komponenttien ja robottituotannon hinta laskee. Vuonna 2018 Kansainvälinen robottiliitto (IFR) oli julkaissut World Robotics Report -raportin. Sen mukaan

vuonna 2018 on 422 000 teollisuusrobotin yksikköä myyty maailmanlaajuisesti. Esim. vuonna 2017 tämä arvo oli 400 000 tasalla (ks. kuva 4). Euroopan robottiasennukset nousivat 14 prosenttia. Globaalin myynnin odotetaan kasvavan 12 % vuonna 2020 ja pysyvän samalla tasolla vuoteen 2022 saakka.



Kuva 4. Teollisuusrobottien vuosittainen asennus v. 2013–2018 (IFR 2018)

4.3 Robottien edut ja haitat suhteessa ihmisiin

Robotit käyttävät kaikkia monimutkaisia kykyjä, jotka erottavat ihmisen eläimestä (käsityö ja henkinen työ). Ne ohittavat meidät melkein jokaisessa tehtävässä, mutta niillä on myös heikkouksia. Mitkä ovat robotien vahvuudet ja heikkoudet verrattuna tavalliseen työntekijään? Robotics Tomorrow ja Recruit Loop (2018) julkaisivat luettelot robottien hyödyistä ja heikkoudesta työpaikoilla. Vertasin niitä haastatteluistani saanut tietoihin ja valitsin sopivimmat.

4.3.1 Hyödyt

Turvallisuus

Turvallisuus on ilmeisin hyöty. Raskaat koneet, vaarallinen ympäristö ja terävät esineet voivat helposti aiheuttaa vammoja. Jos robotti kärsii vaarallisen toimintojen aikana, se voidaan korjata tai vaihtaa. Jos henkilö kärsii, todennäköisesti se johtaa suuriin sairauslaskuihin tai jopa oikeusjuttuihin.

Nopeus

Robotit eivät harhaudu eikä niiden tarvitse tehdä taukoja, ne eivät lähde kotiin aikaisemmin ja ne eivät pyydä lomaa. Robotti ei koskaan tunne stressiä eikä sen toiminta hidastu, jos on väsynyt. Ne eivät tarvitse lisäkoulutusta. Jos kyseessä on tuotannon tai muun tehtävän nopeutuminen, robotit voivat toimia 24 tuntia päivässä ja 7 päivää viikossa. Ne auttavat työntekijöille välttämään määrärajoista, ylimääräisestä työajasta ja mahdotomista tehtävistä.

Keskittyminen

Robottien ei tarvitse koskaan jakaa havaintoja monien asioiden välillä. Niiden työ ei ole koskaan riippuvainen muiden ihmisten työstä. Niillä ei ole odottamattomia hätätilanteita, eikä niiden tarvitse siirtää aikaherkkää tehtäväänsä.

Täydellisyys ja tuottavuus

Robotit toimivat aina laadukkaasti. Koska ne on tarkasti ohjelmoitu toistuvaan liikkeeseen, ne tekevät vähemmän todennäköisesti virheitä.

4.3.2 Haitat

Hinta

Huolimatta robottien helpommasta saatavuudesta, useimmilla pienillä ja keskisuurilla yrityksillä ei ole varaa tällaisiin ratkaisuihin.

Virta

Virran saanti on yksi yleisimmistä, mutta suosituimmista robottien haitoista. Jatkuvalle toimitukselle ja energiankulutukselle on tiettyjä riskejä ja kehityskustannuksia.

Ohjelmisto ja tekninen tuki

Robotit ja robottilaitteet ovat riippuvaisia jatkuvasta ohjelmistopäivityksistä ja korjauksista. Tämä edellyttää erityiskoulutetun henkilön palkkaamista tai vuokraamista.

Ihmiset ovat edelleen paljon tehokkaampia kuin robotit päätöksenteossa, vaikeiden tilanteiden käsittelemisessä, aivoriihissä ja yleensä tunteiden tuomisessa työpaikalle.

5 ROBOTIIKKA JA LOGISTIIKKA

Logistiikka on yksi robotisaatiosta riippuvainen toimiala rutiinityön, raskaiden koneiden ja töiden, sekä raskaiden tuotteiden vuoksi. Nopeimmat muutokset ja kehitykset tapahtuvat varasto- ja terminaalinympäristössä. Esim. Kesko avasi ensimmäisen automaatiovaraston Hakkilassa jo vuonna 1980. Varastointiala on hyvä esimerkki, missä robotit ja ihmiset toimivat yhdessä. Myös kehittyviä logistiikan teknologiat, kuten esim. sähköiset asiakirjat, RFID, EDI, WMS ja halventunut hinnat tarjoavat enemmän mahdollisuuksia yrityksille integroida uusia automaatiolaitteita ja muita ratkaisuja. (Ventä ym 2018 29.)

Viimeisessä World Robotics 2018 Service Robots -raportissa IFR ennustaa jatkuvaa nousua robottien myynnissä logistiikan sektorilla ja AVG:n (Autonomous Guided Vehicles) yksikkömyynnit ovat kasvaneet 66 prosenttiin vuonna 2018. Jos kehitys jatkuu, maailmanlaajuiset myynnit voisivat olla noin 17,5 miljardia dollaria vuosina 2019–2021. (Heagele 2018.) IFR-asiantuntijat myös nimittivät liikkuvan ja varastorobotiikan suuntauksia. Käsitelämme niitä tarkemmin varastologistiikan osiossa.

Valtioneuvoston tutkijoiden mukaan (2018) teollisuuden tuottavuus kasvaa varastointi- ja liikenne-osioissa on 2,6 prosenttia vuodessa ja vuoteen 2030 arvioidaan kasvun olevan noin 100 prosenttia.

5.1 Kuljetuslogistiikka

Tavaroiden siirtyminen tehtaasta varastoihin ja sen jakelukuljetus määräpaikkaan on suuri logistiikan tehtävä. Nykyaikana ihmiset tekevät suurimman osan

tästä työstä. Kuljettajien on noudatettava väliaikaisia ajotapoja, työaikajärjestelyjä ja oltava aina varovaisia kuljetuksen aikana. Liikenneongelmat ja ruuhka-ajan vaikeudet lisäävät ylimääräisiä tunteja tai jopa päiviä kuljetusaikaan. Voisiko robotit auttaa meitä ratkaisemaan nämä ongelmat?

Monipuoliset teknologiat, kuten sensorit, kamerat, valotutkat tai lidar (light detection and ranging radars), koneoppiminen ja jatkuva kommunikointi satelliittien kanssa tie- ja liikenneolosuhteiden päivittämiseksi, tarjoavat tämän mahdollisuuden lähitulevaisuudessa. (Davies 2018.)

5.1.1 Tiekuljetukset

Society of Automotive Engineers (SAE) jakaa autonomisen auton toiminnallisuuden kuuteen osaan (ks. kuva 5). Esimerkiksi Tesla ja Audi ovat tällä hetkellä tasolla 3. Ford, Baidu ja Volvo haluisivat tuoda markkinoille tason 4 autot vuonna 2021. Teslan perustaja ja toimitusjohtaja Elon Musk on ilmoittanut, että hänen yrityksensä 5. tason sähköajoneuvot olisivat valmiina vuodelle 2020. (Noonan 2019.)

Level	Defining Characteristics
Level 0 -- No automation	The driver is responsible for all core driving tasks. However, Level 0 vehicles may still include features like automatic emergency braking, blind-spot warnings, and lane-departure warnings.
Level 1 -- Driver assistance	Vehicle navigation is controlled by the driver, but driving-assist features like lane centering or adaptive cruise control are included.
Level 2 -- Partial automation	Core vehicle is still controlled by the driver, but the vehicle is capable of using assisted-driving features like lane centering and adaptive cruise control simultaneously.
Level 3 -- Conditional automation	Driver is still required but is not needed to navigate or monitor the environment if certain criteria are met. However, the driver must remain ready to resume control of the vehicle once the conditions permitting ADS are no longer met.
Level 4 -- High automation	The vehicle can carry out all driving functions and does not require that the driver remain ready to take control of navigation. However, the quality of the ADS navigation may decline under certain conditions such as off-road driving or other types of abnormal or hazardous situations. The driver may have the option to control the vehicle.
Level 5 -- Full Automation	The ADS system is advanced enough that the vehicle can carry out all driving functions no matter the conditions. The driver may have the option to control the vehicle.

INFORMATION SOURCE: SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS.

Kuva 5. Itseajavien autojen autonomian tasot (Noonan 2019)

Ovatko itseajavat autot turvallisia? Hyväksyvätkö ihmiset itseajavia autoja? Mitä hyötyä itseajavista autoista voisivat olla? Voisiko itseajavat ajoneuvot korvata normaalit autot kokonaan? Nämä kysymykset ovat avoimia ja tärkeitä sekä yrityksille että työntekijöille.

Toukokuussa 2016 mies kuoli Yhdysvalloissa, kun hänen Teslansa autopilotti tilassa osui kuorma-autoon. Se oli ensimmäinen kuolemaan johtanut onnettomuus itseajavan auton kanssa. Auton sensorit eivät tunnistaneet valkoista kuorma-autoa taivasta vasten.

Yhdysvalloissa 100 miljoonaa mailia on keskimääräinen arvo, jossa kuljettajan tappaa jonkun henkilöliikenteessä. Teslan raportin mukaan heidän autoillaan tämä mailiamäärä on 130 miljoonaa. Mutta inhimillistä tekijää ei voida sulkea pois. (Yadeon & Tynan 2016.)

AAA:n tutkimuksessa todettiin, että 71 prosenttia tutkituista ihmisistä pelottaa ajaa täysin autonomisella ajoneuvolla ja vain 19 prosenttia vastaajista oli sitä mieltä, että mukava ajaa lasten ja muut perheenjäsenensä kanssa semmoisella ajoneuvolla. Puolet ihmisistä pitää itseajavia ajoneuvoja vaarallisempina kuin ihmisten ohjaamia ajoneuvot. Kaksi kolmasosaa tutkimuksen vastaajista totesi uskovansa, että itseajavien ajoneuvojen tulisi osoittaa korkeampaa turvallisuustasoa kuin ihmiskuljettajat. Mutta kuljettajat, joilla oli kokemusta itseajavista ajoneuvoista, luottavat todennäköisemmin autonomisiin ajo-omiinai-suuksiin. (Edmonds 2019.)

Kymmeniä tuhansia ihmisiä kuolee auto-onnettomuuksissa vuosittain, ja paljon enemmän ihmisiä loukkaantuu. Jos itseajava tekniikka jatkaa kehitystä niin kuin monet analyytikot ennakoivat, autonomiset ajoneuvot voisivat todella vähentää auto-onnettomuuksien määrää. (Noonan 2019.)

5.1.2 Dronit

Droonitoimitukset on jo testattu pienillä paketeilla ja isot konsernit, kuten Amazon, UPS ja Airbus investoivat tämän alaan kehittämiseen. Drooneilla on potentiaalia lisätä tehokkuutta loppukäyttölogistiikassa ja parantaa toimitusten laatua asiakkaille. Ne eivät vain pysty toimittamaan tavaroita nopeammin, mutta myös pystyvät säästämään aikaa ja vähentämään kustannuksia. (Brooks 2018.) Suomessa Posti on kokeillut droonien käyttöä.

5.1.3 Rautatieliikenne

Jos verrataan maantie- ja rautatiekuljetuksia, viimeisen automaation eteneminen on hitaampaa. Turvallisuustarpeet ja -vaatimukset ovat ensiarvoisen tärkeitä rautatielogistiikassa ja rautatieliikenteen automaation nykyinen päätaivoite on parantaa turvallisuutta. Käytössä on älykkäät turva- ja varoituslaitteet ja erilaisia tietokoneohjattuja automaatiota.

Vuonna 2014 jo 35:ssa maailman kaupungissa toimii jonkun verran automatoituneet metrojunat- ja järjestelmät ja vuonna 2015 Länsi-Australiassa on otettu käyttöön ensimmäinen automattijuna (Rio Tinto) pitkiin rahtikuljetuksiin. (ks. kuva 6).



Kuva 6. Rio Tinto — ensimmäinen automattinen rahtijuna (Ventä ym. 2018)

Suomessa liikenteenohjauskeskusten automatisaation kehitys on mahdollista, sillä tietokoneohjatussa asetinlaitteiden kauko-ohjauksessa Suomi on maailman huippua. Älykään automaation avulla on myös mahdollistaa optimoida junien energiakulutukset. (Pöyskö ym 2016, 22.)

5.2 Varastologistiikka

Kuvittele varasto, jossa työvoimakustannukset ovat 70 prosenttia pienempiä kuin tavallisessa varastossa, tavaramäärät päivitetään joka päivää ja varasto toimii päivällä ja yöllä samalla voimalla ja kustannuksilla. Nykypäivänä tämä on mahdollista automaation ja robottien avulla. Japanilainen jälleenmyyjä Uniqlo yhteistyössä Daifuku Logistics kanssa on avannut vuonna 2018 Tokiossa 90 prosenttisesti automatisoidun varaston. Ocado-verkkokaupan varastossa työskentelee 1100 keräilyrobotteja, jotka keräävät päivittäistavaroita laatikoista ja siirtää ne pakkausasemalle (ks. kuva 7) (Bain 2018.) Amazon vähentää tuntiöntyöntekijöiden määrää mustaperjantai- ja joulujalle ensimmäistä kertaa historiassa, koska robotit tekevät pakkaus- ja toimitustyöt nopeammin. (ITPRO 2018.)



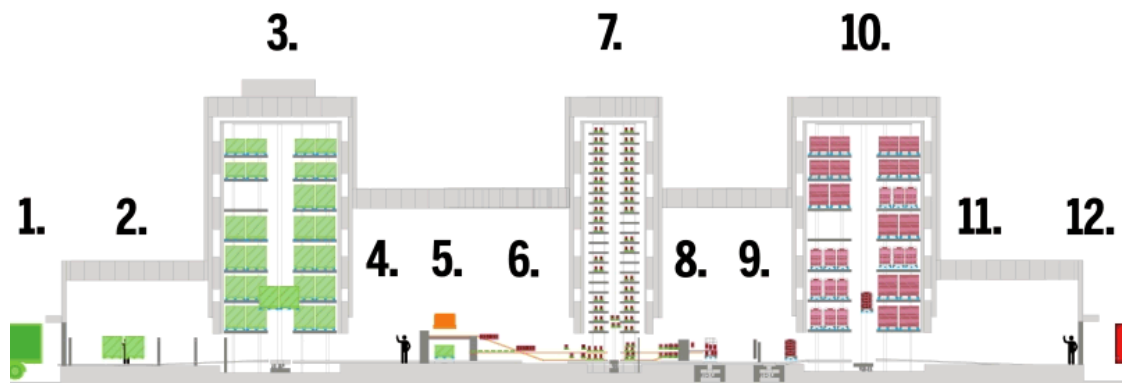
Kuva 7. Ocado-varaston keräilyrobotit (BBC news 2017)

Robotti-insinöörit ovat työskennelleet ahkerasti viime vuosikymmeninä käyttämällä mm. IoT- ja AI-teknologiaa varaston automatisaation parantamiseen. Parhaan autonomisen tuloksen saavuttamiseksi varaston ympäristössä on olemassa ensisijaisesti kolme asiaa:

1. AI ja koneoppiminen
2. Paremmat tutkat ja sensorit
3. Varastonhallintaohjelmisto

Varastorobotiikka sisältää monen tyyppisiä varastorobotteja, jotka voivat tarjota erilaisia toimintoja ja mahdollisuuksia, kuten varaston poiminta, keräily ja tavaran siirtäminen koko varastossa. Tässä on yleiskatsaus erityyppisistä varastoroboteista:

- **Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS)** — automatisoivat varastoprosessit, joissa haetaan tavaroita hyllystä tai massapainokasta lähetettäväksi tai käytettäväksi ja palauttamalla tavarat oikeaan varastointipaikkaan. ”Näin pyörii ruokakone” artikkeli kertoo Inexin keskusvarastosta ja siinä käytetystä AS/RS-järjestelmästä (ks. kuva 8). Varaston tavarankierto on 1-5 päivää. (Suomen kuvalehti 2018.)



Kuva 8. Näin pyörii ruokakone (Suomen Kuvalehti 2018)

- **Automated Guided Vehicles (AGVs)** — itseajavat trukit, tavarankuljetus varastossa paikasta toiseen. Ajavat magneettinauhoilla tai viivakodilla rakennetuilla kulkureitillä, varustettu sensorilla ja joskus ajokameralla onnettomuuksien välttämiseksi.
- **Autonomous Mobile Robots (AMRs)** — yksi suosituimmista robottityypeistä varastoympäristössä (ks. kuva 9). Toisin kuin AGV-robotit,

AMR:t ovat pienikokoisia ja reittikuluista riippumattomia. AMR:t luottavat varaston pohjapiirroksiin ja antureihin navigoidakseen ja käyttäessään joustavampia reittejä tulkitessaan itse ympäristöä. Tähän luokkaan kuuluvat myös yhteistyössä toimivat mobiilirobotit, jotka on tarkoitettu yhteistyöhön ihmisten kanssa.



Kuva 9. Autonomous Mobile Robots (AMRs) (Fetchrobotics 2017)

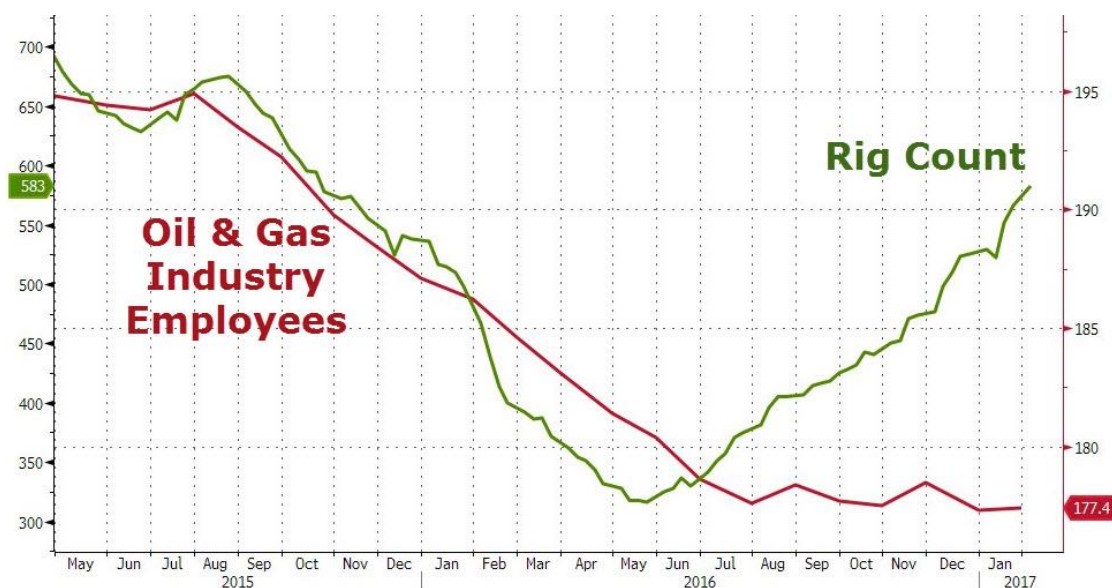
- **Collaboration Robots (COBOT)** — Useilla liitoksilla varustetut robottikäsi tavaran liikkumiseen ja keräilyyn. Niitä käytetään tyypillisesti tavaran vastaanottamiseen, kuten siirtämiseen lavoilta telineille tai hyllylle, tuotantoympäristöissä poimintaan, pakkaamiseen ja lähettämiseen. OMRON yhteistyörobotti on hyvä esimerkki ihmisten ja robottien yhteistoiminnasta.

Varastorobotit luokitellaan myös hyötykuorman ja toimivuuden perusteella. Suoritettujen töiden valikoima on erittäin laaja, esim. lastaus- ja purkutyöt, kuormalavatyöt, lajittelu, keräily, pakkaus- ja siirtotyöt, siirtyminen ja varastointi. (Allen 2019.)

6 VAIKUTUS TYÖVOIMAN TARPEESEEN

Ottaako robotti työpaikkani? Tällainen kysymys syntyy usein, kun ihmiset alkavat ajatella työpaikkojen tulevaisuutta, robotisaatiota ja teknologiaa. Teknologinen työttömyys on jo tullut, mutta ihmiset väittävät edelleen, että se voi tapahtua tulevaisuudessa. Tämä tilanne on hyvin samankaltainen kuin ilmastonmuutoksen kysymys: ristiriidat jatkuvat, mutta muutos tapahtuu jo päivittäin.

Alla olevassa kaaviossa (ks. kuva 10) on esitetty historiallinen esimerkki robotiikasta ja sen vaikutusta työvoimaan tarpeeseen. Kaaviossa vihreä viiva on öljynporaustornien lukumäärä ja punainen on työntekijöiden määrä kaasu- ja öljyteollisuudessa Yhdysvalloissa. Öljynhintojen laskun jälkeen vuonna 2016 työntekijöiden määrä väheni suhteessa, mutta kun öljynporaustornien määrä alkoi kasvaa, työntekijöiden määrä pysyi suunnilleen samalla tasolla. (Zero hedge 2017.)



Kuva 10. Öljyporaustornien ja työntekijöiden määräsuhte (Zerohedge -blogi 2017)

Miksi näin tapahtui? Jos aiemmin 20 henkilöä vaadittiin huoltamaan yhtä porauslaitetta, automatisaation jälkeen 5 henkilöä riittää. Uuden tekniikan käyttö öljynporauksessa tarkoittaa, että maailmanlaajuisen talouskriisin aikana leikatuista 440 000 työpaikasta noin 220 000 työpaikkaa menetetään ikuisesti. (Paraskova, 2017.)

Yritykset investoivat aktiivisesti robotiikkaan, koska se tarkoittaa tuotannon lisäämistä ja kustannusten vähentämistä. Tämä on hyvä tulojen ja liiketoiminnan yleisen tilanteen kannalta.

Tässä osiossa esitellään historiallisia esimerkkejä robotiikasta, nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä.

6.1 Historialliset esimerkit

Vuonna 1833 Isossa-Britanniassa tehdastyöaikalaki rajoitti alle 13-vuotiaiden työpäivän kymmeneen tuntiin arkipäivänä ja lauantaina kahdeksaan tuntiin. Ammattitaidon vaatimus väheni ja tuotantoprosessi oli yksinkertaistettu huomattavasti. Tuottavuus kasvoi mekaanisten koneiden ja automaation avulla. Samalla heräsi keskustelut, lisäävätkö koneet työttömyyttä vai työn tarvetta.

1800-luvun alussa ihmisryhmä hyökkäsi tehtaisiin ja rikkoi koneita. Heidän pääajatuksensa oli, että koneet veivät heidän työpaikkansa ja tulonsa. Heitä kutsuttiin luddiiteiksi henkilön Ned Ludd mukaan, joka tuhosi vuonna 1779 Leicestershiressa kaksi kutomakonetta. Tämän henkilön olemassaolosta ei ole luotettavia tietoja. Koneiden ja tehtaiden tuhoaminen (teollinen sabotaasi) julistettiin kuolemanrangaistavaksi rikokseksi, ja vuonna 1813 teloitettiin 17 ihmistä. (Marttinen 2018,14-15.)

Vuodesta 1870 teollistuvissa maissa hintojen alennukset ja lisääntynyt tuotanto johtivat työntekijöiden korvaamiseen koneilla. 1900-luvuilla traktorit korvasivat hevoset ja maataloudessa työskentelevien osuus putosi alle 10 prosenttiin 50 prosentista vuonna 1730. Yhdysvalloissa vuonna 1929 alkanut taantuma johti 1930-luvun lamaan, jonka aikana teollisuustuotanto väheni 47 prosenttia ja työttömyys kasvoi yli 20 prosenttia. Tuloksena olivat ensimmäiset suuret keskustelut teknologian työttömyydestä.

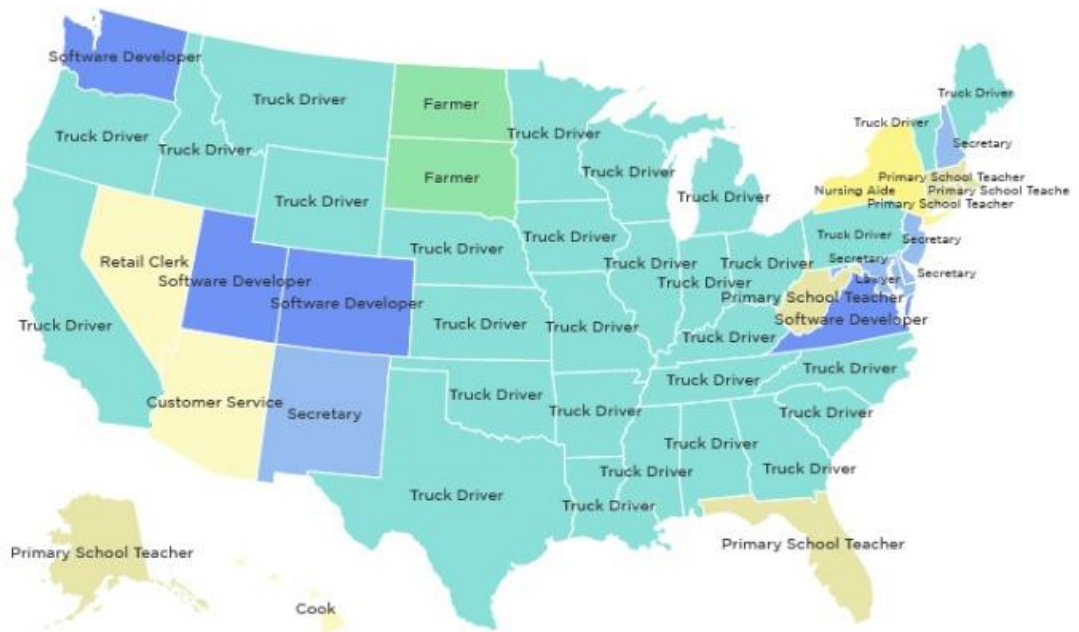
Teknologinen työttömyys on teknologisten muutosten aiheuttama työpaikkojen menetyks. 1930-luvun laman aikana John Maynard Keynes popularisoi teknologisen työttömyyden termiä. Hän kirjoitti myös, että vaikeasti ratkaistavat ongelmat ovat nopeiden muutosten seurauksia. Keynesin mukaan vuonna 2030 ih-

miset olisivat rikkaampia ja tekisivät kolmen tunnin työpäiviä. Toisen maailmansodan jälkeen työttömyyskysymys nousi uudestaan Euroopassa. Työttömyysaste oli noussut 8–10 prosenttiin 2–3 prosentista. Teknologisen työttömyysteorian puolustajia olivat mm. talousnobelisti Paul Samuelson, James S. Albus ja David F. Noble. (Martinen 2018, 28–47.)

Nyt meillä on mahdollisuus verrata aikaisempien tutkijoiden oletuksia nykytilanteeseen. Esimerkiksi ekonomisti Jeremy Rifkin vuonna 1995 ennusti työttömyyden ja osa-aikatyöntekijöiden lisääntymistä, mutta vuonna 1992 Yhdysvalloissa työskenteli noin kolme miljoonaa osa-aikatyöntekijää ja 973000 vuonna 2000. (Martinen 2018, 51.) Yhteenvedona voisimme todeta, että melkein 100 vuotta sen jälkeen, kun Keynes kirjoitti surullisen kirjoituksensa *Economic Possibilities for our Grandchildren*, näemme, että "taloudellinen ongelma on (edelleen) ihmiskunnan pysyvä ongelma".

6.2 Nykytilanne

Luvussa 5.1 käsitelimme robotisaation mahdollisuuksia kuljetuslogistiikassa. Kiinnitä huomiota suosituimpien työpaikkojen karttaan Yhdysvaltojen eri osavaltioissa vuonna 2014 (ks. kuva 11). American Trucker Association mukaan (2019) Yhdysvalloissa on 3,5 miljoonaa ammattikuljettajaa ja 5,2 miljoonaa työpaikkaa, jotka ovat kuljetusalan yhteistyössä. Se edustaa 8,7 miljoonaa työpaikkaa liikennepalveluissa.



Source: [NPR](#)

Kuva 11. Yleisimmät työpaikat vuonna 2014 (Santens 2015)

Kuorma-autojen reiteillä olevat motellit ja ravintolat ovat osia paikallisissa talousjärjestelmissä. Seuraava tärkeä on, että kuorma-auton kuljettaja on hyväpalkkainen työ (noin 40 000\$ vuodessa) ilman keskiasteen jälkeistä tutkintoa. Mitä tapahtuu, jos tulevina vuosina kuljettajien tarve katoaa ja tiekahvilat ja motellit lakkaavat tuottamasta tuloja?

Vuonna 2017 tutkijat Daron Acemoglu (MIT) ja Pascual Restrepo (Boston University) analysoivat vain teollisuusrobottien vaikutusta työpaikkoihin vuosina 1993–2007. Kävi ilmi, että jokainen uusi robotti korvaa 5,6 työntekijää ja jokainen seuraava robotti jokaista 1000 työntekijää kohti vähentää työväestöstä 0,34 prosenttia ja palkkoja 0,5 prosenttia. Tämän 14 vuoden ajanjakson aikana teollisuusrobotit ovat nelinkertaistuneet, kun taas työpaikkojen määrä on vähentynyt välillä 360 000 - 670 000. Kuten tutkijat huomauttavat: ”Se on mielenkiintoista ja ehkä yllättävää, mutta emme löytäneet positiivista ja korvaavaa menestystä työllisyysongelman ratkaisemisessa millään toiminta- tai koulutus-alalla”. (Semanticscholar 2017.) Toisilla sanoilla menetetyt työpaikat eivät korvattu uusilla työpaikoilla.

Ball State Universityn vuonna 2015 tekemä analyysi osoitti noin 13 prosentille valmistusteknisistä työpaikkojen menetyksistä ja loput lisääntyneeseen tuottavuuteen automatisoinnin takiaan. Vaatteiden valmistus kärsi eniten kaupasta,

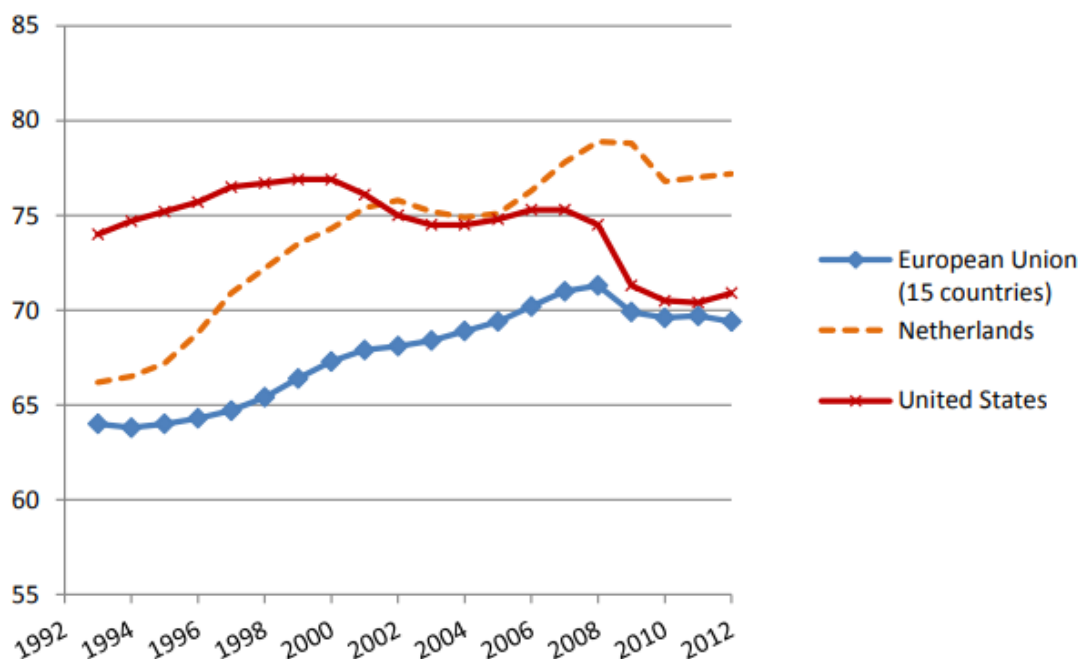
ja tekniikan kehitys eniten tietokoneiden ja elektroniikan valmistuksesta. (Hicks 2015.)

Tärkeä tilastotieto robotiikasta on se, että melkein koko Yhdysvallan aikuisväestö on tietoinen työpaikkojen menetyksestä viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana. Pew Research vuonna 2017 kartoitti yli 4000 amerikkalaista. Seurauksena oli, että 81 prosenttia vastaajista ovat tietoiset tästä tosiasioista. Kuitenkin harvat tietävät, että tässä tapauksessa kokonaistuotantomäärä on kasvanut. Yhdysvallat tuottavat nyt enemmän kuin koskaan, mutta vain 35 prosenttia maan aikuisväestöstä ovat tietoiset tästä faktasta. Vain 26 prosenttia amerikkalaisista tietävät molemmista tosiasioista. Vain joka neljäs amerikkalainen tietää, että tekniikka on lisännyt tuotantoa Yhdysvalloissa ja vähentänyt sama aikana työntekijöiden määrää. Ja loput syyttävät maahanmuuttajat tai tuotannon ulkoistaminen työpaikkojen menetyksestä.

6.2.1 Eurooppa

Siirrymme nyt kaukaisesta Yhdysvallasta lähemmäksi Eurooppaan. Eurooppa on erikoistunut perinteisempiin ja kypsempiin logistiikkaan, valmistukseen ja palveluihin. Ehkä myös teknologian työttömyyden tilanne on erilainen?

Ennen vuoden 2008 finanssikriisiä EU oli edistynyt huomattavasti työllisyyden lisäämisessä. Monet EU:n jäsenvaltiot ovat ottaneet käyttöön työmarkkinanuudistuksia, joiden tarkoituksena oli joustavuuden lisääminen ja ihmisten motivoituminen liittymään työelämään. Tilastotiedot osoittavat, että työvoimaosuusaste nousi, kun taas työttömyysaste laski kriisiin aikana (ks. kuva 12).



Kuva 12. Työllisyysaste % (20-64 vuotiaalle) (Valtiovarainministeriö 2015)

3. maaliskuuta 2010 EU:n komissio julkaisi 10-vuotinen Europe 2020- strategia, jonka pääideana oli asettaa työllisyysaste (20–65 vuotiaalle) 75 prosenttiin. Vuonna 2018 työllisyysaste oli 73,2 prosentin tasolla (Eurostat 2019.)

Nykyään asiantuntijat ovat yhtä mieltä siitä, että Euroopassa on kaksi pääongelmaa, jotka johtavat tai nostavat teknologisen työttömyyden tasoa. Ensimmäinen niistä on tieto- ja viestintätekniikan (ICT) nopea kehitys ja toinen on Euroopan väestön ikääntyminen (Desilver 2017.) Vuonna 2018 EU:n väestön mediaani-ikä oli 41,7 vuotta. tasolla ja vuodelle 2030 on ennustettu mediaani-ikäksi 45,1 vuotta. (Worldometers 2018). Onneksi Euroopassa ja etenkin Pohjoismaissa on runsaasti kokemusta poliittisten välineiden käytöstä työpaikkojen luomisessa. Tavoite pysyy samana, eli luodaan uudet ja paremmat työpaikat ja autetaan työttömiä työnhakijoita siirtymään uusille työpaikoille, sekä uusien työntekijöiden pääsyä työmarkkinoille.

6.2.2 Suomi

Vuonna 2018 Iltalehti julkaisi selvityksen ”Lähes 400 000 suomalaista menettää työnsä roboteille” viittauksella työpoliittiseen aikataulukirjaan. Julkaistun tiedon mukaan vuoteen 2030 mennessä Suomessa automatisoidaan 375 000 työpaikkaa eli jopa 15 prosenttia. Automatisaation avuksi syntyisi noin

125 000 uutta työpaikkaa ja vielä 275 000 työntekijää saisi uusia työpaikkoja jatkuvan tuottavuuden kasvun seurauksena. (Viitanen 2018.)

Suomalaisilla asiantuntijoilla on erilaisia mielipiteitä robotisoinnista ja siihen liittyvästä työttömyydestä. Jotkut niistä puhuvat huolellisemmasta tutkimuksesta työn ja korvausriskien arvioinnissa. Toiset sanovat, että Suomen markkinat ovat pienet, eivätkä yhtä riippuvaisia robotisaatiosta kuin muissa EU-maissa. Laeilla, asetuksilla ja ihmisten asenteilla on myös tärkeä rooli robotisaatiokysymyksessä asiantuntijoiden mielestä.

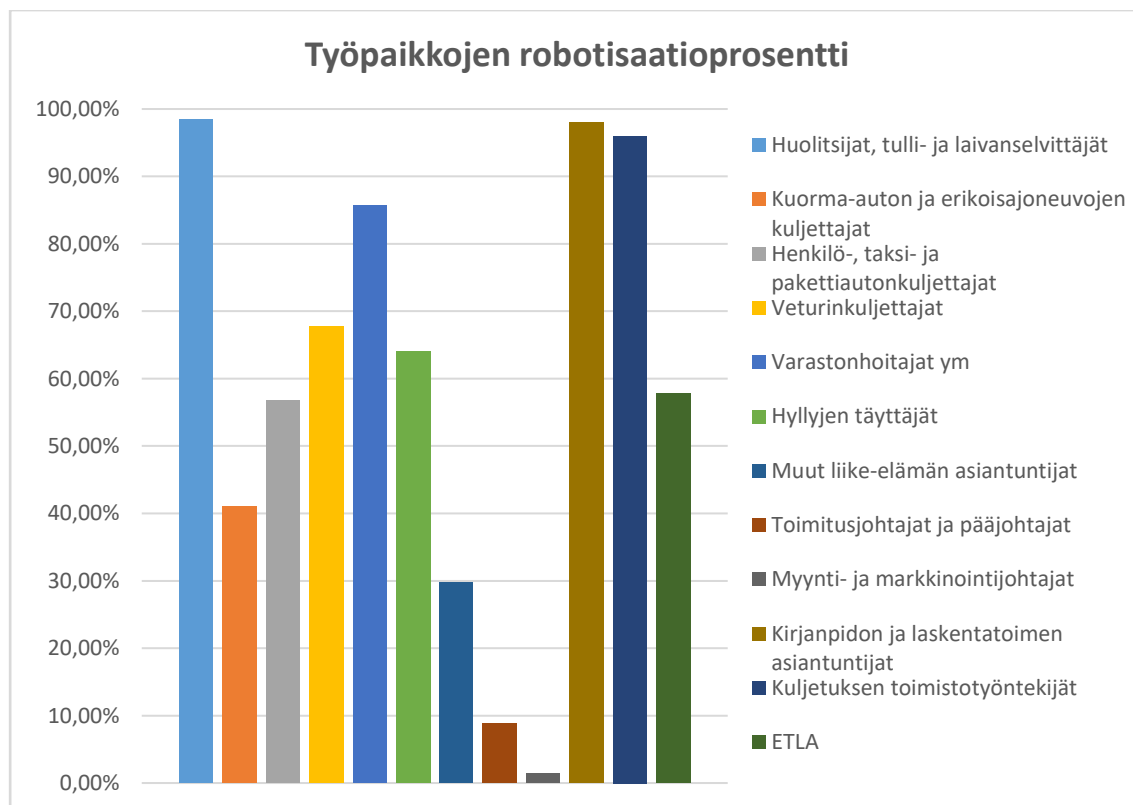
Vuonna 2014 elinkeinoelämän tutkimuslaitos (ETLA) laati taulukon 400 ammatista ja niiden katoamisen todennäköisyydestä seuraavien 10-20 vuosien aikana. Tässä osiossa julkaistaan vain logistiikkaan koskevia työpaikat.

Taulukko 1. Logistiikan alaa koskevien ammattien robotisaation todennäköisyys ETLA tutkimuksen mukaan (ETLA 2014)

Ammatti	Todennäköisyys	Työpaikkoja
Huolitsijat, tulli- ja laivanselvittäjät	98,5%	2 985
Kuorma-auton ja erikoisajoneuvojen kuljettajat	41%	42 879
Henkilö-, taksi- ja pakettiautokuljettajat	56,8%	17 719
Veturinkuljettajat	67,7%	500
Varastonhoitajat ym.	85,7%	4 526
Hyllyjen täyttäjät	64,0%	519
Muut liike-elämän asiantuntijat	29,8%	4 697
Toimitusjohtajat ja pääjohtajat	8,8%	3 055
Myynti- ja markkinointijohtajat	1,4%	7 390
Kirjanpidon ja laskentatoimen asiantuntijat	98,0%	25 036
Kuljetuksen toimistotyöntekijät	96,0%	7 486

ETLAN listan mukaan logistiikka-ammattien potentiaalinen robotisoitumisen prosentti on 58,7. Toimisto- ja laskentatoimintotyöntekijöiden, huolitsijat sekä tulli- ja laivanselvittäjät kohtaavat yli 96 prosentin robotisaation todennäköisyy-

teen, varastonhoitajat ja kuljettajat eivät jää kauas 85,7, 67,7, 64 ja 56,8 prosentilla. Johtajien ja myyntipäälliköiden paikkojen odotetaan olevan vähemmän riippuvaisia robotisaatiosta 8,8 ja 1,4 prosentin mukaan.



Kuva 13. Työpaikkojen robotisaatioprosentti Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen listan mukaan (Varlamov 11/2019)

6.3 Tulevaisuuden näkymät

World Economic Forum (2018) raportin mukaan 25 prosenttia tutkituista yrityksistä odottaa automaation johtavan uuteen rooliin yrityksissään. Monella yrityksillä pääideana on laajentaa väliaikaisia ja freelancer-tehtäviä fyysisten toimistojen ulkopuolella ja hajauttaa toimintaa. Odotettavissa on myös robotisaation laajeneminen analyttikon ja muihin "inhimillistä osaamista" edellyttäviin ammatteihin, kuten koulutus ja kehitys, innovaatiojohtajat ja kulttuurityöntekijät. Tutkijat tekivät myös listan kasvavista ja heikentyvistä taidoista vuonna 2020 (ks. kuva 14).

Today, 2018	Trending, 2022	Declining, 2022
Analytical thinking and innovation	Analytical thinking and innovation	Manual dexterity, endurance and precision
Complex problem-solving	Active learning and learning strategies	Memory, verbal, auditory and spatial abilities
Critical thinking and analysis	Creativity, originality and initiative	Management of financial, material resources
Active learning and learning strategies	Technology design and programming	Technology installation and maintenance
Creativity, originality and initiative	Critical thinking and analysis	Reading, writing, math and active listening
Attention to detail, trustworthiness	Complex problem-solving	Management of personnel
Emotional intelligence	Leadership and social influence	Quality control and safety awareness
Reasoning, problem-solving and ideation	Emotional intelligence	Coordination and time management
Leadership and social influence	Reasoning, problem-solving and ideation	Visual, auditory and speech abilities
Coordination and time management	Systems analysis and evaluation	Technology use, monitoring and control

Source: Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum.

Kuva 14. Kasvavat ja heikentyvät taidon vuonna 2020 (Future of Jobs Report 2018)

Erityyppiset uudet tekniikat voisivat tuoda työntekijöille hyvin erilaisia tuloksia. Mutta pysymiseen win-win-tilanteessa vaaditaan oikea-aikainen uudelleenku- lutusta ja tulevaisuudennäkymän taitojen ymmärtämistä. Tämä ei tietenkään tarkoita, että kaikki yritykset luopuisivat elävän työvoiman käytöstä. Aikaisem- missä osioissa selvitin, että teknologinen päivitys vaatii suuret investoinnit ja henkilöstön koulutuksen, mikä voisi olla suuri syy automaation hylkäämiseen keskisuuressa ja pienissä yrityksissä.

Samaan aikaan teknologinen muutos sekä muutokset työtehtävissä ja ammat- tirakenteissa muuttavat taitojen kysynnän nopeammin kuin koskaan ennen. On tarpeen kokeilla ja investoida uudentyyppiseen koulutukseen, joka on yksi- löille eniten hyödyllistä tässä uudessa työmarkkinatilanteessa. Jos yritykset haluaisivat tulevaisuudessa siirtyä freelance-järjestelmään, miten ne pystyisi- vät takaamaan pysyvän työllisyyden? Johtaisiko automaatio työn polarisoitu- miseen tehtävien erottelun avulla, jolloin tietyille työntekijäryhmille osoitetaan suhteettomasti eniten tai vähemmän palkitsevia työtehtäviä? Loppujen lopuksi sekä hallitusten, teollisuuden että työntekijöiden keskeisenä tavoitteena tulisi varmistaa, että tulevissa työpaikoissa maksetaan oikeudenmukaisesti, että nii- hin liittyy kunnioittava kohtelu ja niissä tarjotaan realistiset mahdollisuudet henkilökohtaiseen kasvuun, kehitykseen ja itsensä toteuttamiseen.

7 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimus on suoritettu Webropol-ohjelmassa tehdyllä kyselyllä. Kysely oli lä- hetetty 30 yritykselle Suomessa, EU:ssa ja Venäjällä. Kysely koostui kahdesta

kysymyksestä, joista kuusi on monivalintakysymyksiä ja kaksi avoimia kysymyksiä. Keskimäärin suoritusaikaa oli noin kahdeksan minuuttia. Kysely lähetettiin sähköpostitse ja saatekirjeessä selitettiin tutkimuksen syytä ja tarkoitusta. Aikaa kyselyn vastausten lähettämiseen oli kaksi viikkoa. Vastauksia saatiin 16, mielestäni tämä tulos on hyväksyttävä, vaikka odotin enemmän vastauksia. Kyselylomakkeen suomen- ja englanninkieliset versiot löytyvät liitteenä työn viimeisellä sivulla. Alhaalla on kyselyn tuloksia ja huomionarvoisia vastauksia avoimissa kysymyksissä.

Suurin osa tutkituista on varasto- ja/tai kuljetuslogistiikan yrityksiä ja vain kaksi niistä ovat huolintayrityksiä (ks. kuva 14). Kuudestatoista yrityksestä yhdeksässä työskentelee yli 40 työntekijää viidessä alle 40 ja kahdessa yli 100 (ks. kuva 15).

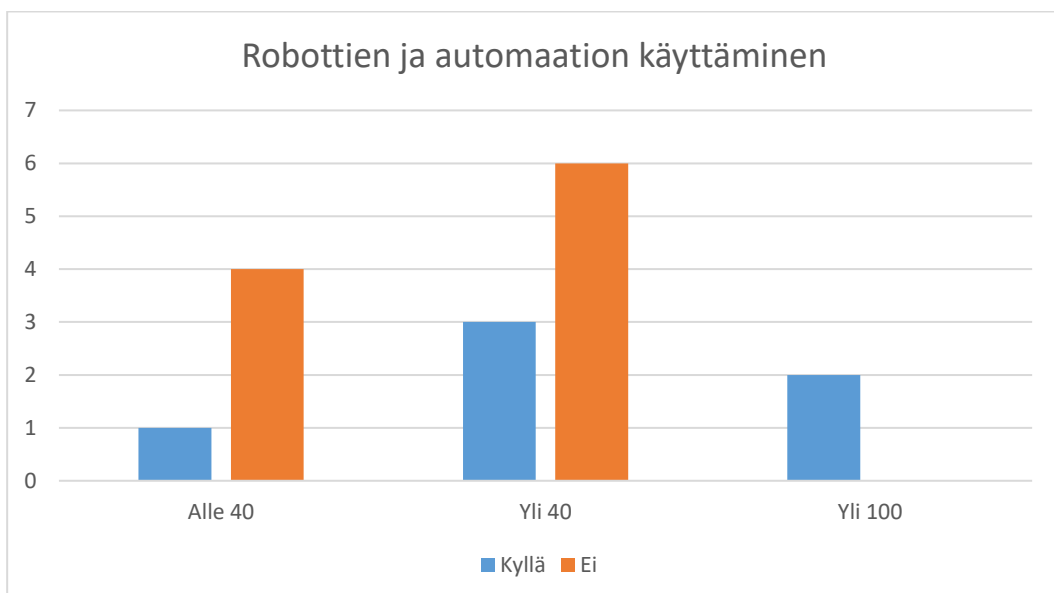


Kuva 14. Yrityksessä johtuva logistiikkaa (Varlamov 12/2019)



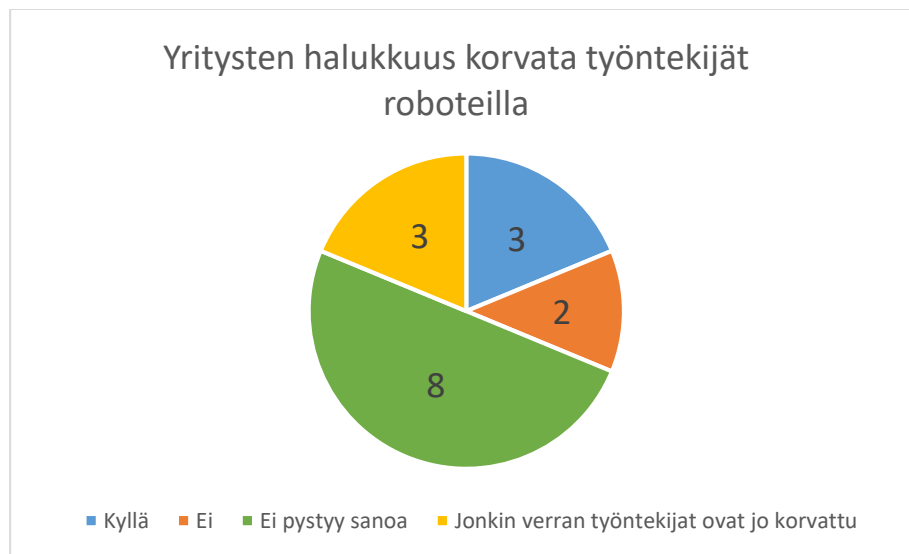
Kuva 15. Työntekijöiden määrä yrityksessä (Varlamov 12/2019)

Kuvassa 16 näemme, että kaikki yli sadan työntekijän yritykset käyttävät jonkun verran robottia tai automaatoratkaisuja. Keskisuurista yrityksistä vain kolmessa robotit tai automaatiot pitävät paikkansa ja pienyrityksistä vain yksi käyttää robotiikkaa tai automaatoratkaisuja. Kolmelta yritykseltä, jotka ovat vastanneet myönteisesti, olen saanut listan käytetyistä ratkaisuista. Ne käyttävät yleisesti AS/RS- ja AMR- tekniikkoja. Neljälle yritykselle käytetyt robotit ovat tuoneet odotetusta enemmän voittoa, yhdelle eivät ollenkaan, yhdelle tuoneet odotetusta vähemmän ja yksi ei vastannut kysymykseen. Mielenkiintoisinta on, että kymmenen vastaajista on yhtä mieltä olettamuksesta, että robotit ja automaatio vaikuttavat työvoimaan tarpeeseen.



Kuva 16. Robottien ja automaation käyttäminen yrityksessä (Varlamov 12/2019)

Kahdeksan 16:sta vastaajasta ei pystynyt vastaamaan kysymykseen: ”Oletko valmis korvaamaan työntekijät roboteilla, jos olette varma, että se on kannattavaa?” Ehkä tässä tapauksessa moraalikysymyksellä oli merkitystä. Jopa nimettömässä tutkimuksessa. Kaksi yritykset eivät halua korvaa ihmisiä roboteilla, kolme voisivat korvata ja kolme eivät pystyneet vastaamaan kysymykseen (ks. kuva 17).



Kuva 17. Yritysten halukkuus korvata työntekijät roboteilla (Varlamov 2019)

Avoimet kysymykset eivät olleet suosittuja, mutta sain pari mielenkiintoisia vastauksia.

Mitä mieltä olette teknologisesta työttömyydestä?

Yritys X

Tämä on reaaliaikainen ongelma. Se tuo enemmän rahaa yritykselle ja omistajille, mutta vähentää palkkoja ja henkilöstöä.

Yritys Y (käännös englannista)

Uskomme, että robotit tuovat lisää työpaikkoja. Tekninen työttömyys - fiktio, joka keksittiin yhteiskunnan epävakauden vuoksi. Perustulojen hyväksyminen tarjoaa työttömälle riittävän tulotuen uutta työpaikkaa hakkeessa.

- a) Luuletko, että robotit korvaavat ihmiset joillakin alueilla (raskas työ, laskelmat, tilastot)?
- b) Mikä ongelmia robotisaatio ja elävän työvoiman hylkääminen voivat aiheuttaa?
- c) Kuinka ihminen voi kilpailla robotin kanssa tvössä?

Yritys Z (käännös englannista)

- a) Kyllä
- b) Työttömyysasteen nostaminen, lakkoja ja ongelmia entisten työntekijöiden kanssa
- c) Kaikki riippuu laeista ja hallituksen päätöksistä. Itse ihminen ei voi kilpailla robotin kanssa, mutta tiettyjen lakien ja verojen hyväksymisen avulla robotisaatio voisi hidastua

8 POHDINTA

Robotisaation olemassaolo on totta ja se vaikuttaa jo työttömyyteen. Pelottavin fakta robotiikan kehityksellä ja teknologisella työttömyydellä, samoin kuin aikaisemmissa tarkastellussa esimerkeissä oli se, että aiheesta ei käytännössä keskustella yhteiskunnassa. Samoin me mieluummin hylkäämme robotiikan ongelman, vaikka sen vaikutus kasvaa ajan myötä. Tätä ongelmaa ei voida sivuuttaa edelleen. Teknologinen työttömyys on todellinen. Tässä tilanteessa vain yksi julkinen keskustelu on rehellinen: mikä on uuden työpaikan luonne? Kyllä työttömyysaste on ennätyskellisen alhainen, mutta miten tämä selitetään henkilölle, joka menettää työpaikkansa ja joutuu vaihtamaan sen robotisaation takia huonompiin olosuhteisiin, pienempään palkkaan ja bonuksiin? Ehkä täällä Suomessa emme tunne teknologista työttömyyttä samoin kuin muissa maissa, mutta riskialueiden työntekijöiden tulisi olla viisasta arvioida työmarkkinatilannetta.

Nykyään olemme analyyttisessä kyvyssä parempia kuin robotit: ne eivät voi tehdä epätyydyttäviä päätöksiä ja niiltä puuttuu luovuus. Mutta se on vasta tänään. Toiminta-alueita, joilla henkilö voi olla tuottavampi kuin robotti, on yhä vähemmän. Lukemani tietojen ja tutkimusten perusteella tietyn ammatin automatisoinnin ja robotisoinnin todennäköisyys lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä riippuu suuresti työnkulun kolmesta pääpiirteestä - suoritettujen toimien yksitoikkoisuudesta ja säännöllisyydestä, vakiolomakkeet (asiakirjat, taulukot, CMR, AWB jne.) ja perustietojen saatavuus koneoppimiseen. Logistiikassa, erityisesti varastossa, kaikki kolme niistä pitävät paikkansa. Ajoneuvojen autonomian ja algoritmien kehittäminen vähentää kuljetuslogistiikan alan työntekijöiden määrää. Robottien saapuminen työpaikoille on ajan kysymys. Yksi ratkaisusta on lisätä ihmisten kilpailukykyä: se voisi olla työntekijöiden oikea-aikainen uudelleen koulutus ja analysointi, joka auttaa heitä työskentelemään automatisointiolosuhteissa. Kaikki tämä tietysti on katsaus tulevaisuuteen, mutta aika menee erittäin nopeasti ja seuraavassa kymmenessä vuodessa voisi tapahtua uusi tekninen vallankumous.

Keinoälyn kehittäminen antaa robotille mahdollisuuden tehdä mitä tahansa työtä. Kuka kärsii? Tämä on myös ilmeistä: kaikki, jotka nyt tekevät palkkatyötä. Ei työtä, ei rahaa. Sitten, vastauksena AI-vallankumoukseen ja massiiviseen työttömyyteen, tulojen jakautuminen olisi valtava esimerkiksi perustulojen maksaminen. Tai "työn" käsitteen.

LÄHTEET

7 Advantages of Robots in the Workplace. 2018. WWW-dokumentti- Saatavissa: <https://www.roboticstomorrow.com/story/2018/08/7-advantages-of-robots-in-the-workplace/12342/> [viitattu 24.9.2019].

Acemoglu, D. & Restrepo, P. 2017. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://pdfs.semanticscholar.org/112e/8be7f3c7aa72b0f705aaba5f75b37880e3f6.pdf> [viitattu 25.9.2019].

Allen, W. 2019. Guide to warehouse robots: types of warehouse robots, uses, navigation & more. WW-dokumentti. Saatavissa: <https://6river.com/guide-to-warehouse-robots/> [viitattu 28.9.2019].

Alltrucking. 2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.alltrucking.com/faq/truck-drivers-in-the-usa/> [viitattu 25.10.2019].

Bain, M. 2018. Uniqlo replaced 90% of staff at its newly automated warehouse with robots. WWW- dokumentti. Saatavissa: <https://qz.com/1419418/uniqlo-cut-90-of-staff-at-one-warehouse-by-replacing-them-with-robots/> [viitattu 20.9.2019].

Bedford, T. 2018. Amazon turns to robot workers to bolster Black Friday employees. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.itpro.co.uk/business-operations/32295/amazon-turns-to-robot-workers-to-bolster-black-friday-employees> [viitattu 24.11.2019].

Brooks, K. 2018. How robots are changing logistics. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.distrelec.de/current/en/robotics/how-robots-are-changing-logistics/> [viitattu 26.9.2019].

Davies, A. 2018. The WIRED Guide to Self-Driving Cars. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.wired.com/story/guide-self-driving-cars/> [viitattu 1.11.2019].

Desilver, D. 2017. Most Americans unaware that as U.S. manufacturing jobs have disappeared, output has grown. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2017/07/25/most-americans-unaware-that-as-u-s-manufacturing-jobs-have-disappeared-output-has-grown/> [viitattu 3.9.2019].

Edmonds, E. 2019. Three in Four Americans Remain Afraid of Fully Self-Driving Vehicles. WWW-dokumentti. <https://newsroom.aaa.com/2019/03/americans-fear-self-driving-cars-survey/> [viitattu 5.10.2019].

Eurostat. 2019. Employment rates and Europe 2020 national targets. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Employment_rates_and_Europe_2020_national_targets [viitattu 3.10.2019].

Ford, M. 2015. Robottien kukoistus. United States: Basic Books.

Hicks, M. & Devaraj, S. 2015. The Myth and the Reality of Manufacturing in America. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://projects.cberdata.org/reports/MfgReality.pdf> [viitattu 28.9.2019].

Heagle, M. 2018. Logistics drives 39% increase in professional service robot sales. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ifr.org/post/logistics-drives-39-increase-in-professional-service-robot-sales> [viitattu 30.9.2019].

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Koskinen, K. 2018. Automaatio - mistä se on tullut? PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1380/automaatio_ennen_nyt_ja_tulevaisuudessa_av_artikkelisarja_2018.pdf [viitattu 23.11.2019].

Marttinen, J. 2018. Palvelukseen halutaan robotti. Tallinna: Tallinna Raamattutrukikoja OÜ.

Noonan, K. 2019. What Does the Future Hold for Self-Driving Cars? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fool.com/investing/what-does-the-future-hold-for-self-driving-cars.aspx> [viitattu 23.11.2019].

Ojanaho, M., Leino, P., Levy, M., Luukkanen, A., & Luukkanen, T-L. 2014. ePooki 7-8. Yläkoulun historia. E-kirja. Saatavissa: <https://peda.net/valkeakoski/opetuspalvelut/pk/tyry/oppiaineet/historia/hi-koskinen/8d/historia> [viitattu 29.9.2019].

Paraskova, T. 2017. Robots Over Roughnecks: Next Drilling Boom Might Not Add Many Jobs. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://oilprice.com/Energy/General/Robots-Over-Roughnecks-Next-Drilling-Boom-Might-Not-Add-Many-Jobs.html> [viitattu 2.12.2019].

Simon, M. 2018. The WIRED Guide to Robots. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.wired.com/story/wired-guide-to-robots/> [viitattu 11.11.2019].

Kyyriäinen, N. 2018. Näin pyörii ruokakone. Suomen kuvalehti. 2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/nain-pyorii-ruokakone-s-ryhman-automaattivarasto-toimii-kellon-ympari-infografiikka/> [viitattu 30.9.2019].

Viitanen, J. 2018. Lähes 400 000 suomalaista menettää työnsä roboteille - nämä työt ovat uhanalaisimpia. Iltalehti. 2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.iltalehti.fi/tyoelama/a/201803242200835181> [viitattu 4.10.2019].

Ventä, O., Honkatukia, J., Häkkinen, K., Kettunen, O., Niemelä, M., Airaksinen, M. & Vainio, T. 2018. Robotisaation ja automatisaation vaikutukset Suomen kansantalouteen 2030. 2018. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161102/47-2018-ROBOFINN_raportti_.pdf [viitattu 27.9.2019].

Winifield, A. 2012. Robotics a very short introduction. Oxford: Oxford University Press.

Yadron, D. & Tynan, D. 2016. Tesla driver dies in first fatal crash while using autopilot mode. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.theguardian.com/technology/2016/jun/30/tesla-autopilot-death-self-driving-car-elon-musk> [viitattu 27.9.2019].

Zerohedge. 2017. Rig Count Surges Again To 16-Month Highs (But Where's The Oil Industry Jobs). WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.zerohedge.com/news/2017-02-03/rig-count-surges-again-16-month-highs-where-oil-industry-jobs> [viitattu 24.9.2019].

KUVALUETTELO

Kuva 2: Wattin höyrykone. Saatavissa: <https://peda.net/valkeakoski/opetuspalvelut/pk/tyry/oppiaineet/historia/hi-koskinen/7f/historia/kuvat/j2t/tlk/jwkht> [viitattu 2.9.2019]

Kuva 3: The writer. Saatavissa: <https://robo-hunter.com/news/istoriya-robotov-ot-cherteja-da-vinchi-do-aiko-chihira> [viitattu 5.9.2019]

Kuva 4: Teollisuusrobotien vuosittainen asennus v. 2013-2018. Saatavissa: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/korea-hits-new-record> [viitattu 4.10.2019]

Kuva 5: Itseajavien autojen autonomian tasot. Saatavissa: <https://www.fool.com/investing/what-does-the-future-hold-for-self-driving-cars.aspx> [viitattu 27.9.2019]

Kuva 6: Rio Tinto — ensimmäinen automattinen rahtijuna. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161102/47-2018-ROBO-FINN_raportti_.pdf [viitattu 30.9.2019]

Kuva 7: Ocado varaston keräilyrobotit. Saatavissa: <https://www.bbc.com/news/av/business-38897417/the-ocado-warehouse-run-by-robots> [viitattu 1.10.2019]

Kuva 8: Näin pyörii ruokakone. Saatavissa: <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/nain-pyorii-ruokakone-s-ryhman-automaattivarasto-toimii-kellon-ymparinfografiikka/> [viitattu 1.10.2019]

Kuva 9: Autonomous Mobile Robots (AMRs). Saatavissa: <https://fetchrobotics.com/fetch-robotics-blog/6-common-questions-about-autonomous-mobile-robots/> [viitattu 3.10.2019]

Kuva 10: Öljyporaustornien ja työntekijöiden määräsuhde. Saatavissa: <https://www.zerohedge.com/news/2017-02-03/rig-count-surges-again-16-month-highs-wheres-oil-industry-jobs> [viitattu 25.9.2019]

Kuva 11: Yleisimmät työpaikat vuonna 2014. Saatavissa: <https://medium.com/basic-income/self-driving-trucks-are-going-to-hit-us-like-a-human-driven-truck-b8507d9c5961> [viitattu 16.10.2019]

Kuva 12: Työllisyysaste % (20-64 vuotiaille). Saatavissa: <https://vnk.fi/documents/10623/3294304/Europe2020-strategy-spring-2015/ed6ae6e8-ea2f-45ee-b927-7c85a2d1f7ce/Europe2020-strategy-spring-2015.pdf?version=1.0> [viitattu 3.11.2019]

Kuva 14: Kasvavat ja heikentyvät taidon vuonna 2020. Saatavissa: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf [viitattu 13.11.2019]

Kyselylomake suomen kielellä

1. Millainen logistiikka johtaa yrityksessänne? *

- Varastologistiikka
- Kuljetuslogistiikka
- Muu, mikä?

2. Työntekijämäärä yrityksessä *

- Alle 40
- Yli 40
- Alle 100

3. Onko yrityksessänne robotteja tai muut automaattioratkaisut käytössä?

- Ei
- Kyllä, mikä?

4. Toivatko käytetyt robotit tuloja tai muuta voittoa yrityksellenne?

- Eivät tuoneet
- Tuoneet odotettua vähemmän
- Tuoneet odotettua enemmän

5. Millä mielellä olette teknologisesta työttömyydestä?

6. Onko teidän mielestänne robotit ja automaatio vaikuttavat työvoimaan tarpeeseen?

- Kyllä
- Ei
- Ei pystyy sanoa

7. Oletteko valmis korvaamaan työntekijät roboteilla, jos olette varma, että ne ovat kannattavia?

- Kyllä
- Ei
- Ei pystyy sanoa
- Jonkin verran työntekijät ovat jo korvattu

8. a) Luuletko, että robotit korvaavat ihmiset joillakin alueilla (raskas työ, laskelmat, tilastot)? b) Mikä ongelmia robotisaatio ja elävän työvoiman hylkääminen voivat aiheuttaa? c) Kuinka ihminen voi kilpailla robotin kanssa työssä?

Kyselyn lomake englannin kielellä

1. What kind of logistics is leading your company? *

- Warehouse logistics
- Transport Logistics
- Another, what?

2. Number of employees in the company *

- Below 40
- Above 40
- Above 100

4. Are there robots or other automation solutions in your company?

- No
- Yes, wich ones?

4. Did the used robots bring revenue or other profit to your business?

- Did not bring
- Brought less than expected
- Brought more than expected

5. How do you feel about technological unemployment?

6. Do you think that robots and automation affect the need for labor?

- Yes
- No
- Can't say

7. Are you ready to replace workers with robots if you are sure they are profitable?

- Yes
- No
- Can't say
- Some workers have already been replaced

8. a) Do you think that robots will replace people in some areas (hard work, calculations, statistics) b) What problems can be caused by robotization and the abandonment of living labor? c) How can a human compete with a robot at work?