

Laura Kuismala

TEKOÄLY TYÖKAVERIKSI?

TULEVAISUUDEN AMMATTILAISTEN KÄSITYKSIÄ ÄLYTEKNOLOGIASTA JA TYÖN MUUTOKSESTA



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2018

TIIVISTELMÄ

Kuismala, Laura

Tekoäly työkaveriksi? Tulevaisuuden ammattilaisten käsityksiä älyteknologias-
ta ja työn muutoksesta

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2018, 65 s.

Kognitiotiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Kujala, Tuomo

Tekoälyn kiihtyvän kehityksen uskotaan mullistavan työelämän jo lähitulevai-
suudessa. Tutkielman empiirisen osan tarkoituksena oli selvittää ammatillisen
toisen asteen koulutuksen opiskelijoiden, tulevaisuuden ammattilaisten, käsi-
tyksiä älykkäästä teknologiasta ja sen aikaansaamasta työelämän muutoksesta.
Tavoitteena oli tutkia odotuksia ja pelkoja sekä selvittää minkälainen käsitys
opiskelijoilla on ihmisen ja älykkään teknologian suhteesta erityisesti ihmisen
eksperttiyden näkökulmasta, ja toisaalta mitkä ovat opiskelijoiden valmiudet
kohdata teknologian myötä muuttuvan työelämän haasteet. Tutkielmassa oli
oleellista myös verrata opiskelijoiden subjektiivisten odotusten, asenteiden ja
pelkojen suhdetta objektiivisempiin teoreettisessa viitekehyksessä esitettyihin
näkemysiin älykkään teknologian kehityksestä ja työelämän muutoksesta.
Tutkimuksen kohderyhmänä olivat Etelä-Savon ammattiopiston opiskelijat.
Tutkimusaineisto kerättiin sähköisen kyselyn avulla ($N=150$) helmikuussa 2018.

Tutkimustulosten mukaan opiskelijoilla on yksilöstä riippuen hyvin erilai-
sia käsityksiä älyteknologian kehityksestä ja tulevista saavutuksista. Älytekno-
logian kehittymiseen ja kehityksen liian suureen nopeuteen liittyy kuitenkin
yleisesti pelkoja, jotka voidaan liittää esimerkiksi puutteelliseen kontrolliin ja
agenttiuden tunteeseen. Usko ihmisen eksperttiyteen suhteessa tekoälytekno-
logiaan on toisaalta erittäin vahvaa. Eri sukupuolten välillä löytyi eroja siten, että
miesten odotukset tekoälyteknologian saavutuksista olivat naisia suurempia
naisten puolestaan kokiessa kehityksen miehiä pelottavammaksi. Miehet toi-
saalta pyrkivät naisia enemmän myös pysymään mukana teknologian kehityk-
sessä. Odotukset osoittautuivat silti monessa suhteessa epärealistisiksi, kenties
siksi, että julkisessa keskustelussa ja mediassa tekoäly-käsitettä käytetään varsin
epämääräisesti ja epäjohdonmukaisesti.

Muuttuvan työelämän näkökulmasta huolestuttavin tulos oli se, että opis-
kelijat uskovat nykyisen koulutuksensa takaavan työpaikan aina eläkeikään
saakka. Todellinen haaste ei tällöin ole pelkästään tekoälyn kehitys ja siihen
liittyvät asenteet sinänsä, vaan elinikäisen oppimisen tarpeen sisäistäminen ja
yhteiskunnan tasolla tasa-arvoisten kouluttautumismahdollisuuksien tarjoami-
nen sosiaalisesta asemasta, iästä, koulutuksesta ja toimeentulosta riippumatta.

Asiasanat: tekoäly, älyteknologia, automaatio, autonomia, ihmisen eksperttiys

ABSTRACT

Kuismala, Laura

Artificial intelligence as a colleague? Perceptions of future professionals on intelligent technology and changing working life

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, 65 p.

Cognitive Science, Master's Thesis

Supervisor: Kujala, Tuomo

Artificial intelligence is supposed to revolutionize the working life in a few years. The purpose of this thesis was to find out how the students in secondary vocational education view on intelligent technology and the changes it provokes in the working life. The aim was to study their expectations and fears towards intelligent technology, and to find out what kind of impressions they have on human and intelligent technology interaction especially on the point of view of human expertise, and on the other hand what are their competences to meet the future challenges in working life. Essential thing in this study was also to compare the students' subjective expectations, attitudes and fears to the more objective visions based on current science literature presented in the theoretical framework. The focus group of the study included all students studying in South Savo vocational college at the moment. The survey ($N=150$) was carried out online in February 2018.

According to the results, the students have very individual and scattered perceptions on intelligent technology and its future accomplishments. However, artificial intelligence and the speed of its development provokes fear and worries among the students, perhaps because of the lack of feeling of control and meaningful agency. On the other hand, they very strongly believe on the expertise of a human compared to a machine. There are, however, differences between the sexes: Men have higher expectations and are more interested in technology development. Women on the other hand find the current development of intelligent technology more frightening. The expectations turned out to be unrealistic in many ways, perhaps because of the incoherent and vague use of the concept artificial intelligence in public discussions and media.

The most alarming result concerning the fact that working life is rapidly changing is the result, that a high proportion of the students believe that their current education will guarantee them work till they retire. The real challenge is then not only the development of artificial intelligence and negative attitudes per se, but to understand the need for life-long learning on the individual level and the demand for equal possibilities on education regardless of social status, age, educational level or income on the societal level.

Keywords: artificial intelligence, intelligent technology, automation, autonomy, human expertise

KUVIOT

KUVIO 1 Uusi ammatillinen koulutus.....	9
KUVIO 2 Vastaajien sukupuolijakauma.....	32
KUVIO 3 Vastaajat koulutusaloittain jaoteltuna.....	33
KUVIO 4 Tekoälyn opea kehitys on pelottavaa -väittäjä sukupuolittain jaoteltuna.....	39
KUVIO 5 Supertekoälyn kehittyminen uhkaa lopulta koko ihmiskuntaa -väittäjä sukupuolittain jaoteltuna.....	40
KUVIO 6 Älykkään teknologian kehitys muuttaa ihmisten elämää liian nopeasti -väittäjä sukupuolittain jaoteltuna.....	40
KUVIO 7 Yritän pysyä teknologian kehityksessä mukana -väittäjä sukupuolen mukaan jaoteltuna.....	43
KUVIO 8 Tulosten yhteenvedoa.....	44

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Automaation tasot päätöksenteossa ja toiminnan valitsemisessa.....	14
TAULUKKO 2 Summamuuttajat.....	34
TAULUKKO 3 Odotukset-summamuuttujan tunnusluvut sukupuolen mukaan jaoteltuna.....	37
TAULUKKO 4 Odotukset-summamuuttujan yksittäisten väittämien tunnuslukuja sukupuolen mukaan jaoteltuna.....	37
TAULUKKO 5 Pelot-summamuuttujan tunnusluvut sukupuolen mukaan jaoteltuna.....	38
TAULUKKO 6 Pelot-summamuuttujan osioiden tunnusluvut.....	38
TAULUKKO 7 Pelot-summamuuttujan tunnusluvut ikäryhmän mukaan jaoteltuna.....	41
TAULUKKO 8 Eksperttiys-summamuuttujan tunnusluvut sukupuolen mukaan jaoteltuna.....	41
TAULUKKO 9 Eksperttiys-summamuuttujan tunnusluvut koulutusalakokonaisuuden mukaan jaoteltuna.....	42

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
KUVIOT	4
TAULUKOT	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Tutkimuksen tarkoitus ja kohderyhmä	8
1.2 Tutkielman rakenne	10
2 TYÖELÄMÄN MUUTOS.....	11
2.1 Työn tietoisuminen	11
2.2 Teknologinen kehitys	13
2.2.1 Automaatio ja autonomia.....	13
2.2.2 Tekoäly.....	14
2.2.3 Autonomiset robotit.....	16
2.2.4 Tulevaisuus	17
2.3 Työn loppu?.....	18
3 IHMINEN JA ÄLYKÄS TEKNOLOGIA.....	22
3.1 Ihmisen rooli.....	23
3.2 Ihmisen eksperttiys.....	26
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	30
4.1 Kyselylomake	30
4.2 Kohderyhmä ja aineiston kerääminen.....	31
4.3 Aineiston analysointi.....	34
5 TULOKSET.....	36
5.1 Odotukset.....	36
5.2 Pelot	38
5.3 Eksperttiys	41
5.4 Valmiudet	42
5.5 Muuttujien välisiä yhteyksiä.....	43
5.6 Kokoavia tuloksia	44
6 POHDINTA	46

6.1	Älyteknologiaan kohdistuvat odotukset.....	46
6.2	Pelottavan suuri muutos.....	47
6.3	Ihminen on ekspertti	48
6.4	Luotettavuustarkastelua	49
6.5	Jatkotutkimusaiheita	50
6.6	Lopuksi.....	50
LÄHTEET		52
LIITE 1 KYSELYLOMAKE		56
LIITE 2 LÄHETEVIESTI WILMASSA		62
LIITE 3 ODOTUKSET-SUMMAMUUTTUJA.....		63
LIITE 4 PELOT-SUMMAMUUTTUJA.....		64
LIITE 5 EKSPERTTIYS-SUMMAMUUTTUJA		65

1 JOHDANTO

Luemme teknologian kehittymisestä ja uusista aluevaltauksista mediasta lähes päivittäin. Toisaalta äänessä ovat Stephen Hawking ja Elon Musk antamassa varoituksia tekoälyn tuomasta tuhosta ihmiskunnalle, toisaalta saamme kuulla tekoälyn huimista saavutuksista lääketieteessä ja inhimillisessä päätöksenteossa, joita meille syöttää pääosin suurten yritysten tekoälytutkimus. Medialla on myös tapana yksinkertaistaa asioita, esimerkiksi uutisoimalla neuroverkkojen viimeaikaisen kehityksen jo johtaneen tekoälyn ihmisaivojen kaltaiseen toimintaan, oppimiseen ja kognitioon (Lake, Ullman, Tenenbaum & Gershman, 2016, s. 2). Olemme lukeneet, kuinka IBM Watson päihittää ihmisekspertin Jeopardy-tietokilpailussa, mutta sivuuttaneet sen seikan, että kyseessä on edelleen varsin yksinkertainen kognitiivinen toiminto, joka edellyttää vain tiedon etsimistä ja laskentatehoa. Suurin osa ihmisten kognitiivisista toiminnoista on kuitenkin huomattavasti monimutkaisempia, ja siten erittäin vaikeita tai jopa mahdottomia replikoida. (Sathi, 2016, s. 6-7). Näin sanottuna, oletus ihmisen kognition kaltaisesta tekoälystä ei ole tekoälykehityksessä edes itsestäänselvyys, vaan jo nyt edistyneet neuroverkot tekevät päätelmiä, joita ihmiset eivät edes ymmärrä.

Erityisesti tekoälyn kiihtyvän kehityksen uskotaan kuitenkin mullistavan työelämä median ja yksittäisten (kaupallisten) toimijoiden ja tutkimusten luodessa kauhukuvia työn lopusta, tekoälyn ja sitä hyödyntävän robotiikan hävittäessä viimeisetkin inhimilliset työpaikat, vaikka tekoälyn kehityksen ennustaminen onkin osoittautunut lähes mahdottomaksi tehtäväksi (Armstrong, Sotola & Ó hÉigartaigh, 2014, s. 318). Toisaalta taloustieteilijät Brynjolfsson ja McAfee (2014, s. 90-91) uskovat bestsellerissään *The Second Machine Age* paitsi nykyisen tekoälykehityksen, myös digitaalisten verkkojen mahdollistaman ihmisten välisen ”miljardien innovaattoreiden verkoston” nostavan ihmiskunnan ennen näkemättömään tuottavuuden kasvuun.

Tässä tutkielmassa yleisenä viitekehityksenä onkin työ, joka on kiistatta siirtynyt teollisen ajan tayloristisista rutiineista kohti informaatioyhteiskuntaa (mutta kenties vain uudelleen muotoiltua taylorismia?) aikakauteen, jossa informaatio ja teknologinen kehitys muuttavat jatkuvasti tapa tehdä työtä. Työ on tietoisuuden ja tietokoneistunut, on kyse sitten putkiasennuksesta tai ortopedias-

ta. Kuuma yhteiskunnallinen ja poliittinen kysymys onkin, korvaako älykäs teknologia inhimilliset työntekijät ja millä aikavälillä? Mitä jää jäljelle tai mitä tulee tilalle?

Koska tulevaisuutta ei voi ennustaa, ja koska teknologisen kehityksen suunta ja vauhti ovat kaikessa nopeudessaan arvaamattomia, on kiinnostavampi kysymys se, mitkä tekijät puhuvat työn katoamisen puolesta ja mitkä vastaan? Mitä sellaisia kompetensseja tai ominaisuuksia ihmisillä on, joita koneella ei voida korvata? Huomionarvoista on myös se, miten opiskelijat, tulevaisuuden ammattilaiset, itse näkevät työnsä tulevaisuuden. Ovatko odotukset tekoälykehityksestä realistisia ja toisaalta, kokevatko opiskelijat, että heillä on tulevaisuuden työelämässä tarvittava osaaminen? Asia on erityisen ajankohtainen myös siksi, että Työ- ja elinkeinoministeriö julkaisi Suomen tekoälyaika - Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi: Tavoitteet ja toimenpidesuositukset - raportin lokakuussa 2017. Toimenpidesuosituksissa kiinnitetään huomiota tekoälyosaamiseen: tekoälyn perusteita koulutetaan enemmän, mutta soveltamiseen ja sen aiheuttaman muutokseen valmistavaa koulutusta vähän (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017, s. 65). Myös ammatillinen toisen asteen koulutus mainitaan raportissa erikseen paitsi puutteiden osalta, myös muutoksen mahdollistajana osana muuta koulutusjärjestelmää.

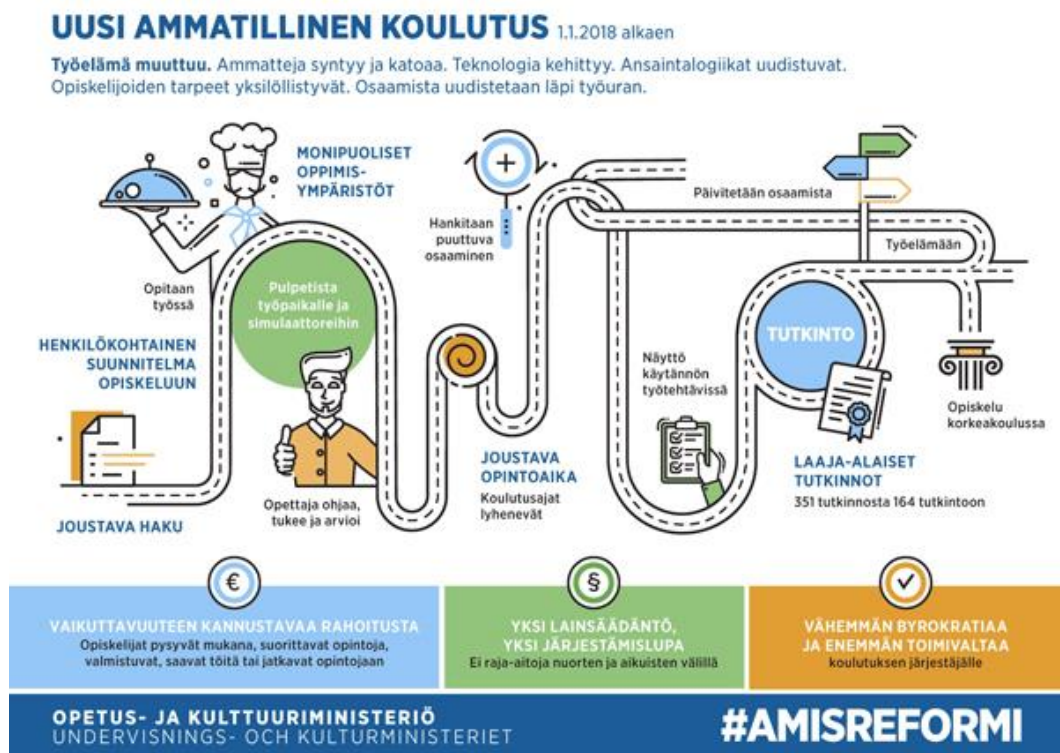
1.1 Tutkimuksen tarkoitus ja kohderyhmä

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ammatillisen toisen asteen koulutuksen opiskelijoiden käsityksiä tekoälyn tuomasta muutoksesta työelämään ja heidän kykynsä selviytyä muuttuvassa tilanteessa. Kohderyhmän valintaan vaikuttivat tutkielman tekijän henkilökohtaisten intressien lisäksi myös ammatilliseen koulutukseen ja ammatillisen koulutuksen opiskelijoihin kohdistuva tutkimuksen vähäisyys. Tutkimuksesta saatavaa tietoa tullaan hyödyntämään muun muassa koulutuksen sisältöjen kehittämisessä.

Tutkielman aluksi pyritään luomaan mahdollisimman realistinen kuva työelämän nykytilasta ja tulevaisuudesta perustuen aikaisempaan tutkimuskirjallisuuteen ja ennusteisiin. Samalla tuodaan tutkimuskirjallisuudesta esille niitä tekijöitä, joissa ihminen on edelleen ekspertti suhteessa koneeseen, ja toisaalta niistä vaatimuksista joita tietoistunut työ ja työn teknologisoituminen asettaa sekä ihmiselle että teknologian suunnittelulle. Näkökulma on monitieteinen ottaen huomioon sosiologisia, kauppatieteellisiä, psykologisia ja tekoälytutkimukseen liittyviä tutkimuksia ja ennusteita. Erityisesti kiinnitetään huomiota kuitenkin kognitiotieteen näkemyksiin ihmisen ja teknologian suhteesta.

Tutkimuksen kohderyhmänä ovat ammatillisessa toisen asteen koulutuksessa opiskelevat, joko perustutkintoa tai ammatti- tai erikoisammattitutkintoa suorittavat henkilöt. Ammatillinen peruskoulutus on herännyt käynnissä olevaan murrokseen ja läpikäykin parhaillaan yhtä historiansa suurinta muutosta, jossa työn muutos eli teknologian kehittyminen, yksilöllistymisen lisääntyminen ja jatkuva osaamisen kehittäminen ovat keskeisiä tekijöitä (ks. KUVIO 1

Uusi ammatillinen koulutus). Toki muutoksen laajuuteen vaikuttaa myös rahoituksen vähentyminen. Ammatillinen koulutus on muuttunut osaamisperusteiseksi, jolla tarkoitetaan osaamisen hankkimista ainoastaan niistä asioista, joista opiskelijalla ei vielä osaamista ole. Samalla katoaa opintosuoritusten aikasidonnaisuus. Opintoja suoritetaan lisäksi entistä joustavammin ja yhä useammin aidoissa työympäristöissä. Erillistä nuorten ja aikuisten koulutusta ei enää ole vaan kaiken ikäiset opiskelijat opiskelevat samoilla periaatteilla ja samoilla vaatimuksilla. Ammatti- ja erikoisammattitutkinnoilla tavoitellaan puolestaan ammattitaidon päivittämistä, usein työn ohessa.



KUVIO 1 Uusi ammatillinen koulutus (Opetus- ja kulttuuriministeriö)

Tutkimukseen liittyvässä kyselyssä selvitetään käytännössä tarkemmin mitkä ovat opiskelijoiden näkemykset omasta työstään tulevaisuudessa erityisesti työn ja työtehtävien automatisoitumisen näkökulmasta. Lisäksi selvitetään mitä ovat opiskelijoiden käsitykset tulevaisuuden osaamistarpeista älykkään teknologian rinnalla. Kyselyn muodostamisessa hyödynnettiin soveltaen myös osaa Tiedebarometri 2016 -kyselylomakkeen kysymyksistä (Kiljunen, 2016).

Aihepiirin terminologia ei ole yksiselitteistä, mistä syystä on tärkeää kiinnittää huomiota jo alkuvaiheessa siihen, missä merkityksessä keskeisiä käsitteitä käytetään. Keskeisimpänä käsitteenä on automaatio, jota käytetään sen yleisessä merkityksessä eli kattaen kaiken teknologian jolla tavoitellaan ihmistyön täydentämistä, avustamista tai korvaamista toiminnoissa, jotka ovat aikaisemmin olleet ihmisten suorittamia (Parasuraman & Riley, 1997, s. 231). Pääasiassa

keskitytään tekoölyteknologiaan, jonka yksiselitteinen määrittely on vielä automaatio-käsitettäkin haastavampaa. Yhtenä esimerkkinä Suomessa käytävästä tekoölykeskustelusta ja käsitteen määrittelystä on kahden eri ministeriön alan erilaiset näkemykset tekoölystä ja sen kehittymisestä. Digibarometri 2017, joka on Liikenne- ja viestintäministeriön, Tekesin, Teknologiateollisuuden ja Verkkoteollisuuden kesäkuussa 2017 julkaistu raportti, keskittyi vuonna 2017 tekoölyyn. Digibarometrissa (Mattila, Pajarinen, Rouvinen & Seppälä, 2017, s. 7-8) tekoöly määritellään seuraavasti:

Tekoölyllä tarkoitetaan itsenäisesti toimivaa ennakointi- ja päättelyjärjestelmää, jonka sovelluskohteita ovat mm. looginen päättely, tiedon esittäminen, suunnittelu ja navigointi, puhutun kielen prosessointi sekä ympäristön havainnointi.

Digibarometrin näkemys Suomen tekoölykehityksestä on lyhyesti tiivistettynä se, että Suomi on retoriikassaan lähestymässä tekoölyhypen huippua, joka kääntyy pian tekoölykrapulaksi. Samaan aikaan Työ ja elinkeinoministeriön vetämä työryhmä määrittelee syksyllä 2017 julkaistussa Suomen tekoölyaika - raportissaan (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017, s. 15) käsitteen tekoöly näin:

Tekoöly tarkoittaa laitteita, ohjelmistoja ja järjestelmiä, jotka kykenevät oppimaan ja tekemään päätöksiä lähes samalla tavalla kuin ihmiset. Tekoölyn avulla koneet, laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja palvelut voivat toimia tehtävän ja tilanteen mukaisesti järkevällä tavalla.

Raportin sisältö on optimistinen ja retoriikka juuri sitä edellä mainittua hypeä: Koneiden kykyjä verrataan ihmiseen ja niiden toimintaan viitataan järkevyydellä.

Tekoöly- ja muita käsitteitä avataan tarkemmin tutkielman teoreettisessa viitekehyksessä luvuissa 2 ja 3.

1.2 Tutkielman rakenne

Johdannon jälkeen luvuissa 2 ja 3 kuvataan tutkimuksen teoreettinen viitekehys, joka sisältää katsauksen työelämän muutokseen, sen tietoistumiseen ja teknologisoitumiseen. Viitekehykseen otetaan mukaan OECD:n ja ETLAn tuoreimmat arviot ja ennusteet työpaikkojen katoamisesta. Lisäksi luodaan taustaa ihmisen ja älykkään teknologian suhteesta: ihmisen roolista ja eksperttiydestä.

Luvussa 4 esitellään tutkimusmenetelmä sisältäen tarkennetut tutkimuskysymykset ja analyysimenetelmät. Tulokset esitellään luvussa 5 ja luvussa 6 peilataan kyselyn tuloksia luotuun viitekehykseen, pyrkien analysoimaan muun muassa miten realistisia opiskelijoiden käsitykset tilanteesta ovat.

2 TYÖELÄMÄN MUUTOS

Työelämän muutos on tutkielman keskeinen yleinen viitekehys. Tässä luvussa kiinnitetään huomiota työn sisältöjen ja eetoksen muuttumiseen ja työn teknologisoitumiseen sekä otetaan kantaa työn loppumiseen.

2.1 Työn tietoistuminen

Uudessa leipomossa työskentelevät leipurit eivät enää tiedä miten leipää oikeasti leivotaan. Uudet koneetkaan eivät ole täydellisiä, sillä ne antavat usein virheellistä tietoa esimerkiksi leipien kohoamisesta, mittaavat väärin hiivan voimakkuuden tai leivän värin. Työntekijät voivat jossain määrin yrittää korjata näitä virheitä oman näyttöruutunsa kautta, mutta he eivät osaa korjata konetta ja – mikä vielä tärkeämpää – he eivät osaa ohjata manuaalisesti valmistusprosessia silloin kun automatiikka pettää, mitä tapahtuu aivan liian usein. He ovat täysin riippuvaisia tietokoneen ohjelmista eikä heillä ole mitään ensikäden tietoa siitä, miten leipää tehdään. He eivät osaa lukea ja tulkita työtään; he eivät ymmärrä mitä he tekevät.

Paul Sennetin (2002, s. 70) kirjassa *Uusi työn järjestys* esittämä tapaus leipomosta on kuvaava esimerkki siitä, mihin toimintojen automatisointi voi johdattaa silloin kun ammattiin kohdistuu suuri muutospaine: Työ on tietokoneistunut ja tietoistunut eivätkä työntekijät ole pystyneet muuttumaan työn mukana. Paradoksaalista tilanteesta on, että samalla kun tuotantoketjuja automatisoidaan, korostetaan ihmisten henkisten kykyjen toimivan yritysten todellisena kilpailukyvyyn lähteenä (Blom, Melin & Pyöriä, 2001, s. 24). Leipurin työstä on tullut tietoistunutta, tietointensiivistä tai informaationaalista, riippuen mitä käsitettä halutaan käyttää. Yksi yleisesti käytetty mutta sisällöltään vakiintumaton käsite on myös tietotyö, jonka keskeisimmiksi kriteereiksi esimerkiksi Blom ja kumppanit (2001, s. 26) nostavat tietotekniikan käytön, työn edellyttämän suunnittelun ja soveltuvan koulutuksen. Samalla he toteavat kuitenkin niin oman kuin muidenkin tekemän tietotyö-käsitteen määrittelyn ongelmallisuuden: Tietokoneella tehtävä työ voi olla yhtä rutiininomaista kuin liukuhihnatyö

ilman mitään luovaa komponenttia, ja toisaalta ideointia ja suunnittelua tehdään myös ilman tietokonetta.

Tässä tutkielmassa käytetäänkin käsitettä tietoistunut työ, jonka perusajatus Julkunen (2009, s. 132) mukaan on, että

työ siirtyy koneista, laitteista ja valmiiksi ohjelmoiduista prosesseista aivoihin, inhimillisen päättelyn ja inhimillisen kommunikaatioprosessin kohteeksi.

Kaikki työ ei ole tietotyötä, mutta lähes kaikissa töissä on tietoistuneita työtehtäviä, tehdään ne sitten tietokoneella tai ilman. Voidaankin sanoa, että kun rutiinomainen työ on automatisoitu, työtehtävät siirtyvät korkeammalle kognitiivisen ajattelun tasolle. Tällöin korostuvat yksilön kyvyt ongelmanratkaisuun ja luovaan improvisaatioon työn sisältöjen ja tehtävien hallinnassa. (Rasmussen, 2000, s. 869.)

Tietoistunut työ on johtanut toisaalta siis työn yksilöllistymiseen ja persoonittumiseen, toisaalta yhteistyöhön ja yhteistoiminnallisuuteen tiedon ja tietopääoman valtaisan kasvun edellyttämänä ja teknologisen kehityksen mahdollistamana. Työ (ja yhteiskunta) on entistä individualistisempaa, mutta samaan aikaan entistä verkottuneempaa. Tietopääomakaan ei ole enää yksilöiden omaa vaan kollektiivisesti luotua ja ylläpidettyä. Yksilötasolla se tarkoittaa paitsi vaatimuksia teknologian hallintaan ja oman osaamisen kehittämiseen liittyen, myös entistä parempia sosiaalisia vuorovaikutustaitoja. Kyse ei ole siis pelkästään teknologian kehityksen aikaan saamasta muutoksesta työhön, vaan laajemmasta laadullisesta yhteiskunnallisesta muutoksesta, jota kutsutaan tietoyhteiskunnaksi. (Julkunen, 2009, s. 133; Blom yms., 2001, s. 27, 122.)

Rasmussen (2000, 871-872, s. 874) kuvaa työnteon muuttuneen osaksi dynaamista, kompleksia sosio-teknistä systeemiä, jossa muutokset ovat nopeita ja skaalaltaan laajoja. Järjestelmän kuvaaminen ja mallintaminen onkin vaikeaa, ellei mahdotonta: järjestelmän osien suhteet eivät ole lineaarisia, etenkin kun järjestelmän osana on ihminen, joka muovaa käyttäytymistään kontekstin mukaan. Samaan aikaan teknologinen kehitys ja kiristynyt kilpailu kannustavat automatisoimaan työtehtäviä. Uusilla tietojärjestelmillä, ohjelmistorobotiikalla ja muilla työprosesseja koskevilla teknologisilla investoinneilla odotetaan työn tuottavuuden nousemista, mikä edellyttää työntekijöiltä työtapojen muuttamista siten, että tietojärjestelmistä ym. saatava hyöty maksimoituu. Näin ollen jatkuva järjestelmien käyttöönotto paitsi kuormittaa ja turhauttaa työntekijöitä, myös asettaa heidät tilanteeseen, jossa tietojärjestelmän ym. tehokas käyttö voi johtaa jopa oman työtehtävän katoamiseen. Tavoitteesta tulee samaan aikaan siis myös uhka. Kun samaan kokonaisuuteen lisätään tietojärjestelmien mukanaan tuomat lisääntyneet kontrollimahdollisuudet, työntekijän subjektiivinen kuuluva ammattitaito, -ylpeys ja merkityksenanto voivat kokea kolauksen mikä johtaa entistä useammin työntekijän heikentyneeseen työidentiteettiin ja uupumiseen. (Julkunen 2009, 164, s. 175.)

2.2 Teknologinen kehitys

Huoli ihmisten korvaamisesta teknologialla on ollut keskustelun aiheena jo vuosisatoja, aina teollisen vallankumouksen alusta saakka. Vaikka huoli on osoittautunut monen rutiininomaisen työtehtävän kohdalla aiheelliseksi niin perinteisissä konepajoissa kuin viime aikoina isoja datamääriä ja kasvanutta laskentatehoa hyödyntävällä pankkialallakin, on uutta työtä toistaiseksi syntynyt tilalle. Tuskin moni enää myöskään palaisi vanhaan aikaan ja vaihtaisi tietokonetta kirjoituskoneeksi (Blom yms., 2001, s. 150-151). Nykykeskustelussa huoli kohdistuu pääosin tekoälyyn ja sen käytännön sovelluksiin, kuten automasiin robotteihin (DeCanio 2016, s. 280). Seuraavaksi luodaankin kurkistuksia autonomisen teknologian, tekoälyn ja robotiikan kehittymiseen ja vaikutuksiin työssä. Aihe itsessään on niin laaja, että luvussa pyritään vain luomaan katsaus tutkielman viitekehysten kannalta relevantteihin tekijöihin, ei kattavaan kuvaukseen aiheesta.

2.2.1 Automaatio ja autonomia

Aluksi on syytä kuitenkin määritellä mitä automaatiolla ja autonomialla tarkoitetaan. Automaatiolla tarkoitetaan siis inhimillisen toiminnan korvaamista (tieto)koneella (Parasuraman & Riley, 1997, s. 231). Sananmukaisesti automaatio suorittaa etukäteen määritellyt tehtävät siten, kun se on ohjelmoitu ne tekemään, on kyse sitten prosessiautomaatirobotiikasta, miehittämättömistä ajoneuvoista tai hoivaroboteista. Autonomialla tarkoitetaan puolestaan automaation riippumattomuutta ulkopuolisesta suunnittelusta ja valvonnasta, ja kykyä muuttaa toiminnan suuntaa suhteessa alkuperäiseen ohjelmoituun toimintatapaan. (Vagia, Transeth & Fjerdingen, 2016, s. 191.)

Käsitteiden käyttö ei ole kuitenkaan Vagian ja kumppaneiden (2016) tekemän kirjallisuuskatsauksen mukaan yksiselitteistä: osa tutkijoista erottaa automaation ja autonomian erillisiksi käsitteiksi, mutta pääosa tutkijoista käyttää automaation käsitettä yläkäsitteenä myös autonomisille järjestelmille. Automaatiolle onkin luotu erilaisia tasoluokitteluja, alkaen manuaalisesta ja päättyen täysin autonomiseen tasoon. Tämän lisäksi on olemassa käsite adaptiivinen automaatio, joka tarkoittaa ei-staattista automaatiota, jonka tyyppi ja taso voivat muuntua reaaliajassa (Vagia ym., 2016, s. 196). Kuviossa 1 on nähtävillä yleisesti käytetty Parasuraman, Sheridanin ja Wickensin (2000, s. 287) esittelemä tasoluokittelu, johon kuuluvat lisäksi ne toiminnot, joita voidaan em. mallin mukaan automatisoida. Näitä ovat 1) informaation hankinta, 2) informaation analyysi, 3) päätöksenteko ja toiminnon valitseminen, ja 4) toiminnan toteutus. Mikäli asteikkoa tarkastelee autonomian näkökulmasta, voitaneen tasot 7-10 luokitella autonomisiksi eli niiden osalta toimintojen toteuttaminen ei ole ihmisen vallassa. Toisaalta taulukko ei sisällä autonomiaan kuuluvaa kykyä muuttaa toiminnan suuntaa itsenäisesti esimerkiksi ulkoisten havaintojen ja ärsykkeiden johdosta, vaan se voitaneen tulkita myös puhtaasti automaatiotaulukoksi, mikä-

li kone suorittaa vain ennalta ohjelmoituja toimenpiteitä vaikkakin ihmisestä riippumatta.

TAULUKKO 1 Automaation tasot päätöksenteossa ja toiminnan valitsemisessa

Automaation taso	Tietokone:
KORKEA	10 päättää kaiken, käyttäytyy autonomisesti, ei kiinnitä huomiota ihmiseen
	9 informoi ihmistä vain, jos päättää niin tehdä,
	8 informoi ihmistä vain, jos siltä kysytään, tai
	7 suorittaa toiminnan automaattisesti, sen jälkeen informoi ihmistä, ja
	6 antaa ihmiselle rajoitetun ajan veto-oikeudelle ennen automaattista toimintaa, tai
	5 odottaa suoritukselle ihmisen hyväksyntää, tai
	4 ehdottaa vaihtoehtoa
	3 kaventaa vaihtoehtoja muutamaaan, tai
	2 Tietokone tarjoaa täydellisen setin vaihtoehtoja päätöksenteolle tai toimenpiteille, tai
	MATALA

(Parasuraman, Sheridan & Wickens, 2000, s. 287)

Tässä tutkielmassa automaation käsitteellä tarkoitetaan nimenomaisesti työn automatisointia ilmiönä. Autonomia kuuluu silloin käsitteenä automaation alle. Erikseen autonomisesta teknologiasta tai autonomisista järjestelmistä puhuttaessa tarkoitetaan teknologiaa, jolla on ns. riippumaton ”vapaa tahto” muuttaa toimintaansa.

2.2.2 Tekoäly

Tarkoittaako tekoäly tai älykäs teknologia sitten vapaata tahtoa ja autonomiaa? Myöskään tekoäly-käsitteelle ei ole yhdenmukaista määritelmää. Tekoälystä on puhuttu jo vuosikymmeniä, ja termin käyttö on kirjavaa ja sen merkitykset vaihtelevat kontekstista toiseen. Nykyisessä tutkimuskirjallisuudessa tekoäly määritellään usein esimerkiksi Weinbaum ja Veitaksen (2017, s. 371) tavoin 1) ns. kapeaksi tekoälyksi (Artificial Intelligence), joka on suunniteltu ratkaisemaan spesifejä rajattuja ongelmia, kuten puheen tunnistusta, ja 2) yleiseksi tekoälyksi (Artificial General Intelligence), joka puolestaan pyrkii ratkaisemaan yleisen älykkyyden periaatteita, jotka eivät ole sidottuja tiettyyn ongelmaan, vaan johdattavat koneen suorittamaan mitä tahansa älyllisiä tehtäviä, joihin ihminenkin pystyy, ja kenties vielä enemmän.

Tekoäly onkin käsitteenä useimmin sidottu ihmisen älykkyyteen. Kuitenkaan myöskään ihmisen älykkyyden tai älykkään toiminnan määrittely ei ole itsestään selvää. (Lappi & Rusanen, 2017.) Koko tekoälykeskustelua leimaakin perustavanlaatuinen kysymys: Mikäli emme ymmärrä ihmisälyä, kuinka

voimme kehittää tekoälyä? Toisaalta, pitäisikö tekoälyä käsitellä irrallaan ihmisen älystä, keinoälynä, jolla voi olla ihmisälystä poikkeavia älykkyyden muotoja? Se, mikä on ihmiselle helppoa, voi olla koneelle vaikeaa, ja päinvastoin. Tämä koskee erityisesti toimintaympäristöä ja sen avoimuutta: Mitä avoimempi ympäristö on, sitä haastavampi se on tekoälylle. (Toivonen, 2017.)

Weinbaumin ja Veitaksen (2017, s. 371-372) mukaan elämme älykkyydessä verkostojen aikakautta: puhutaan mm. sosiaalisista verkostoista, digitaalisista verkostoista ja jo aiemmin mainitusta tiedon verkostomaisesta olemuksesta. Myös nykyinen tekoälykehitys perustuu verkostomaiseen rakenteeseen, tarkemmin sanottuna ihmisen aivoista inspiraation saaneisiin monikerrosneuroverkkoihin. Monikerroksisilla neuroverkoilla sanotaan olevan ääretön oppimiskapasiteetti ja kyky oppia esimerkkien avulla laajasta datamäärästä oppimalla ensin tunnistamaan tietyt datan piirteet ja tekemään ennusteet sen pohjalta. Vaikka tekoäly pystyy näin ollen jo muun muassa tunnistamaan asiayhteyksiä, tekemään johtopäätöksiä ja muodostamaan hypoteeseja, on tekoälyn käyttämä malli (=äly) edelleen riippuvainen opetukseen käytetystä datasta. Niin sanottu syväoppiminenkin tarvitsisi siis valtavan datamäärän ja laskentatehon lisäksi ihmisen suorittamaa mallien testaamista ja avointa validointia. (Äyrämö, 2017.) Kaupallisten algoritmien osalta kiinnostavaa (tai huolestuttavaa) onkin, millä aineistoilla algoritmeja opetetaan sekä millaisia oletuksia aineistoon sisältyy ja millaisia päätelmiä niistä johdetaan (Toivonen, 2017).

Nykyisten koneoppimisalgoritmien avulla kyetään siis jo tänä päivänä kouluttamaan koneita automatisoimaan automaatiota eli kehittämään rajattuihin tehtäviin tarkempia ja kykenevämpiä järjestelmiä kuin mihin ihmisohjelmoinnissa pystyy. Tämä edellyttää kuitenkin edellä mainittua suurta datamäärää, hyvin määriteltyä tehtävää, suoritusten mittausta sekä harjoittelua. Koneoppimisen hyödyt työtehtävien automaatiossa näkyvät tulevaisuudessa erityisesti tehtävissä, joissa tavoite pystytään määrittelemään tarkasti, mutta prosessi sinne pääsemiseksi on vaikea kuvata. Tämä muuttaakin oleellisesti aikaisempaa automaatioon liittyvää problematiikkaa ja vaadetta prosessin tarkasta kuvauksesta. Koneoppimisen vahvuudet eivät kuitenkaan ole tehtävissä, joissa tarvitaan pitkän ketjun päättelyä ja ns. arkijärjen käyttöä, vaan tehtävissä, joissa fokus on empiiristen yhteyksien löytämisessä olemassa olevasta datasta. Vaikka koneäly onkin menestynyt em. taitoja vaativissa peleissä, on erona todellisen elämän tilanteisiin se, että peleistä on saatavilla koneelle lähes täydellisiä simulaatioita oppimisen pohjaksi. Tosielämää ei pystytä simuloimaan. (Brynjolfsson & Mitchell, 2017, s. 1531-1532.)

Sathi (2016, s. 8-9) puolestaan kuvaa nykyistä tekoälykehitystä, tai kognitiivisen laskennallisuuden kehitystä, kuten hän asian ilmaisee, pieniksi hipuiksi, joista pyritään saamaan mahdollisimman paljon taloudellista hyötyä. Kognitiivisella laskennallisuudella hän viittaa automatisoituun teknologiaan, joka

oppii monimutkaisia tehtäviä, on vuorovaikutuksessa ihmisen kanssa luonnollisten käyttöliittymien kautta ja tekee autonomisia päätöksiä ja toimintoja työskennellessään ihmisen tai ihmisryhmien kanssa.

Sellaisen kokonaisuuden saavuttamiseen, siirtymä automaation aikakaudelta kognitiiviselle aikakaudelle, Sathi (2016, s. 39) arvioi kuluvan vielä vuosikymmeniä. Työn muutos ei kuitenkaan edellytä ”kognitiivista vallankumousta”. Jo nyt tietointensiivisiä tehtäviä, kuten tiedon hankintaa, analysointia ja täydentämistä voidaan suorittaa teknologian avulla tehokkaammin ja tarkemmin kuin mihin ihminen pystyy.

2.2.3 Autonomiset robotit

Robotit ovat tekoälyteknologian fyysisiä ilmentymiä, joihin kohdistuu myös suurimpia negatiivisia asenteita johtuen osittain vuosikymmeniä robotteja vastaan käymistämme taisteluista, toki vain valkokankaalla ja kirjojen sivuilla. Robotit kiipeävät automaatioasteikkoja ylöspäin vuosi vuodelta ja ovat siirtymässä teollisuudesta entistä enemmän myös ihmisten jokapäiväiseen elämään. Zlotovski, Yogeewaran ja Bartneck (2017, s. 48) tutkivat robottien autonomian ja niiden sosiaalisen hyväksyttävyyden suhdetta. Tutkimuksen mukaan altistuminen autonomisille roboteille korosti ylipäänsä robotteihin ja robotiikkatutkimukseen kohdistuvia negatiivisia asenteita. Autonomiset robotit koettiin uhkaavina ja niiden sosiaalinen hyväksyttävyys matalana. Tekoälykehityksen rinnalla tulisikin Zlotovskin ja kumppaneiden (2017, s. 53) mukaan tutkia entistä enemmän myös negatiivisten asenteiden takana olevia psykologisia prosesseja, jotta tulevaisuuden teknologiasovellukset ovat sosiaalisesti mahdollisimman hyväksyttäviä. Tällä on selkeä yhtymäkohta myös työelämän tulevaisuuteen : sosiotekninen kokonaisuus voi olla toimiva vain jos kaikki osaset sopivat hyvin yhteen. Tätä pohditaan lisää luvussa 3 Ihminen ja teknologia.

Vaikka siis puhutaan autonomisten robottien kehittämisestä, ovat robotit edelleen pääosin ulkoa ohjattuja edellyttäen täsmällisiä käskyjä ja suorittaen strukturoituja tehtäviä määritellyssä ympäristössä. Robottien toimiminen uusissa ympäristöissä ja suorittaen vähemmän strukturoituja tehtäviä vaatii tekoälyn ja robotiikan kehittämiseltä vielä suuria askelia. Iso osa liittyy ihmisen ja robotin vuorovaikutukseen, siihen miten saadaan aikaan todellista yhteistoiminnallista työskentelyä ja intuitiivista kommunikaatiota ihmisen ja robotin välille (Teo ym., 2018, s. 91). Teo ja kumppanit (2018) tutkivat suljetussa loopissa toimivaa ihmisen ja adaptiivisen ihmistä avustavan robotin vuorovaikutusta erityisesti ihmisen työn kuormittavuuden näkökulmasta. Vaikka tulokset olivat ristiriitaisia, oli selvää, että ennen todellisia käytännön sovelluksia tulevaisuudessa tarvitaan paitsi älykkäämpää ja intuitiivisempaa teknologiaa myös ymmärrystä miten vuorovaikutustilanne vaikuttaa ihmisen kokemaan tehtävätaakkaan ja kuormittumiseen silloin kun tiimissä on mukana avustava robotti.

2.2.4 Tulevaisuus

Verkostojen ja yhteistoiminnan merkitys on nyky-yhteiskunnassa siis keskeinen, on kyse ihmisten keskinäisestä vuorovaikutuksesta, koneiden välisestä vuorovaikutuksesta tai ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksesta. Visserin ja kumppaneiden (2016, s. 331) mukaan ero ihmisen ja koneen välillä onkin hämärtynyt teknologisen kehityksen, erityisesti robotiikan, automaation ja luonnollisen kielen kehittymisen myötä. Pääosa vuorovaikutuksesta on edelleen ihmisten välistä, mutta entistä useammin vuorovaikutuksen toinen osapuoli on kone, kone jonka käyttäytymisessä voi olla myös ihmismäisiä piirteitä.

Yleisen ja autonomisen tekoälyn ja robotiikan kehittymiseen liittyy kuitenkin useita mm. eettisiä ja yhteiskunnallisia ongelmia, joihin etsitään ratkaisuja rinta rinnan kilpajuoksuna tekoälyteknologioiden kehittymisen kanssa (Quinn, 2016, 488). Keskeistä on muun muassa tekoälyn agenttiuden olemus: Milloin tekoäly on niin kehittynyttä, että sen voidaan katsoa olevan vastuussa teoistaan? Tässä tutkielmassa keskitytään kuitenkin tekoälyyn instrumenttina ottamatta kantaa kenties tulevaisuudessa relevantteihin kysymyksiin tekoälyn moraalisisesta agenttiudesta tai jopa tietoisuudesta. Näitä näkökulmia ei voida kuitenkaan täysin jättää huomiotta tutkittaessa ihmisten käsityksiä tekoälyyn liittyen muistaen se seikka, että jos tutkijoilla ei ole yhtenäistä käsitystä tekoälystä, ei sitä varmasti ole myöskään tutkittavilla henkilöillä.

Ihmiset perustavat käsityksensä sekä eksperttien, että ei-eksperttien näkemyksiin. Tekoälyn ollessa kyseessä erityisesti tulevaisuuden ennustaminen perustuu Armstrongin ja kumppaneiden (2014, 320) mukaan kuitenkin usein molemmissa ryhmissä vain oletuksiin, ei faktoihin. Oletuksiin ja yleistämiseen perustuu usein myös suuren yleisön käsityksiä muovaava mediakirjoittelu, jolle kaupalliset toimijat liioittelevat teknologisen kehityksen menestystarinoita. Esimerkkinä autonomiset autot, joiden todellista ympäristöstä riippumatonta autonomiaa saanemme odottaa vielä useita vuosikymmeniä vastoin mediassa esitettyjen yksittäisten automaatioläpimurtojen luomaa kuvaa autoilun tulevaisuudesta. Kuten Mervis (2017) lisäksi huomauttaa, on vaikea tutkia jotain mitä ei ole vielä olemassa, kuten täysin autonomista teknologiaa, joten spekulatioille ja vaihtoislle tulevaisuuksille on paitsi tilaa myös tilausta.

Edellä on käsitelty ihmisen älyä ja tekoälyä erillisinä ilmiöinä ottamatta huomioon kehityssuuntaa, jossa älykäs teknologia entistä enemmän korvaa, täydentää tai tehostaa ihmisen toimintaa. Tällöin voitaneen puhua ihmisen ja koneen symbioosista, jonka ensiaskleet on jo otettu esimerkiksi erilaisten aistiapuvälineiden käytössä. Myös tiedollisesti olemme jo nyt riippuvaisia internetistä, ja datamäärän jatkuvan kasvun myötä tiedon hankinnasta, hallinnasta ja hyödyntämisestä sekä siihen käytettävästä älyteknologiasta tulee entistä merkityksellisempää. Esimerkiksi Gaines (2013, s. 149) esittää yhtenä ratkaisuna neurologista proteesia, jonka avulla ihmiselle tulee suora pääsy tietoon, joka ylittää oman kapasiteettimme tarjoten esimerkiksi multimediamuistilaajennuksia ja välitöntä kommunikointia sosiaalsiin verkostoihimme.

Oli tulevaisuuden teknologisen kehityksen suunta ja vauhti mikä tahansa, on selvää, että ihmisen ja älykkään teknologian vuorovaikutus tulee lisääntymään, mitä todennäköisimmin tavalla jota emme edes pysty kuvittelemaan. Sopeutumisaikaa meille antaa se, että uusien teknologioiden diffuusio vie aikaa, jopa vuosikymmeniä, sillä sen käyttöönotto edellyttää muutoksia muun muassa tuotantoprosesseihin, organisaatiomalleihin, business-malleihin, tuotantoketjuihin, lainsäädäntöön ja jopa kulttuurisiin odotuksiin (Brynjolfsson & Mitchell 2017, s. 1534). Luvussa 2.1 kuvattu työelämän sosio-tekninen systeemi tulee älykkään teknologian kehittymisen myötä olemaan entistäkin dynaamisempi. Mitä se tarkoittaa ihmisen kannalta? Luvussa 3 kuvataan ihmisen roolia teknologisessa kehityksessä käyttäen edelleen työtä yleisenä viitekehityksenä. Sitä ennen tutustutaan kuitenkin vielä siihen, miten edellä mainittu tekninen kehitys on vaikuttanut ja tulee vaikuttamaan yhteiskuntaan ja etenkin työelämään: loppuuko työ?

2.3 Työn loppu?

Viime vuosina suurta julkisuutta ovat saaneet työn katoamiseen liittyvät tutkimukset. Frey ja Osborne julkaisivat vuonna 2013 ensimmäistä kertaa ennustuksensa, jonka mukaan 47% Yhdysvaltojen ammateista on uhattuna tietokoneistumisen takia seuraavan vuosikymmenen aikana. Ennustus perustui olemassa olevan kirjallisuuden ja erityisesti koneoppimisessa ja robotiikassa (Mobile Robotics) tapahtuneen kehityksen pohjalta luotuun laskennalliseen malliin, joka mahdollisti ammattien asettamisen järjestykseen sen mukaan, minkälainen katoamisuhka niihin kohdistuu. Tietokoneistumisella Frey ja Osborne viittasivat tietokoneohjauksella toimivan välineistön suorittamaan työn automaatioon. (Frey & Osborne, 2017, s. 254.)

Eryteisesti ammattien kiihtyvä katoaminen liittyy Freyn ja Osbornen (2017, s. 258-260) mukaan siihen, että teknologisen kehityksen myötä myös perinteisesti ei-rutiininomaiset tehtävät pystytään jatkossa automatisoimaan. Tämä perustuu tehtävien entistä tarkempaan määrittelyyn, mikä on automatisoinnin edellytys (vrt. luvussa 2.1. esitelty työ sosio-teknisenä systeeminä, jonka määrittely vaikeaa, ellei mahdotonta). Automatisointia tukee saatavilla olevat tietomassat (big data) ja niiden hyödyntäminen kasvaneen laskentatehon avulla. Muun muassa päätöksenteossa avustavat puolueettomat tekoälyalgoritmit vähentävät puolueellisen ihmistyövoiman tarvetta, mikä on jo näkyvissä muun muassa finanssisektorilla.

Pajarinen, Rouvinen ja Ekeland (2015) sovelsivat samaa metodologiaa Suomen ja Norjan tilanteen ennustamiseen saaden tuloksesta lähes yhtä hälyttävän: kolmasosa ammateista on katoamassa seuraavan kahden vuosikymmenen aikana. Pajarinen ja kumppanit (2015, s. 6) tunnistivat kuitenkin käytetyn metodin puutteellisuuden: metodi keskittyy ammattien katoamiseen ammattien tasolla, ei ammattien sisäisiin tehtävämuutoksiin tai ammattien sekoittumiseen. Metodi ei myöskään huomioi teknologista kehitystä hidastavia yhteiskunnalli-

sia voimia, kuten lainsäädäntöä. Puutteellisuuksista huolimatta tulokset ennustavat suuria muutoksia tulevaisuuden työelämään jo muutaman vuosikymmenen sisällä. Pajarinen ja kumppanit (2015, 6-7) viittaavat optimistisessä (tai utopistisessa tai dystooppisessa) päätelmässään erityisesti autonomisiin koneisiin ja ohjelmistoihin, jotka ymmärtävät kontekstinsa ja ovat sujuvassa vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa (ks. luku 2.2. Teknologinen kehitys). Vaikuttaa kuitenkin siltä, että niin Frey ja Osborne (2017) kuin Pajarinen ja kumppanit (2015) ovat ottaneet teknologisen kehityksen tulevaisuuden ennusteet annettuina, jolloin oletukset perustuvat oletuksille eivätkä em. selvitysten lähdekirjallisuuden perusteella edes kovin uudelle tekoälyä tai autonomista teknologiaa koskevalle tutkimukselle.

OECD otti kriittisesti kantaa em. ennusteisiin omassa vertailevassa analyysissään tietokoneistumisen uhkista työelämälle pitäen edellä mainittua tietokoneistumisen uhkaa liioiteltuna etenkin siitä syystä, että pääosa korkean riskin ammateiksi luokitelluista ammateista sisältää edelleen paljon tehtäviä, joita on vaikeaa automatisoida. Tällaiset tehtävät edellyttävät ihmisen ominaisuuksista esimerkiksi kykyä toimia komplekseissa ja rakenteettomissa tilanteissa ja ympäristöissä, luovuutta tai sosiaalista älykkyyttä (kuten suostuttelua, neuvottelua ja huolenpitoa). (Arntz, Gregory & Zierahn, 2016, s. 4, 9.). Teknologista kehitystä ei myöskään voida Arntzin ja kumppaneiden (2016, 4) rinnastaa suoraan työpaikkojen katoamiseen kolmesta syystä:

1. Uusien teknologioiden hyödyntäminen on hidasta johtuen taloudellisista, lainsäädännöllisistä ja yhteiskunnallisista esteistä.
2. Työntekijät voivat sopeutua muuttuneisiin työtehtäviin tai vaihtaa tehtäviä.
3. Teknologinen kehitys luo myös uutta työtä.

Arntzin ja kumppaneiden arvio mahdollisista työpaikkojen katoamisesta OECD-maissa on noin 9 %. Huomattavasti Freyn ja Osbornen tai Pajarisen ja kumppaneiden arviota alempi lukema selittyy lähestymistavan erolla: Arntz ja kumppanit huomioivat eri ammattien sisältävän erilaisia tehtäviä ja arvioivat työpaikkojen katoamista tehtävätasolla, ei ammattien tasolla. Tutkimuksen analyysi perustuu PIAAC-datalle (Programme for the International Assessment of Adult Competencies), joka sisältää mikrotason indikaattoreita muun muassa työtehtävistä, kompetensseista ja taidoista. Tämän datan avulla oli mahdollista päästä tarkastelemaan ammattien sisällä olevia erilaisia tehtävärakenteita ja perustaa arvio siihen, sisältävätkö kyseisen ammatin sisällä olevat työpaikat ei-automatisoitavissa olevia työtehtäviä, vaikka ammatti sinänsä olisikin luokiteltu riskialttiiksi. (Arntz yms., 2016, s. 12-13, 24-25.)

Vaikkakin yksilöllisempi ja tarkempi, sisältää tämäkin lähestymistapa omia haasteitaan. Jo edellä mainittu teknologisen kehityksen ja sen soveltamisen epävarmuus, työpaikkojen sosio-tekni- sen järjestelmän dynaamisuus ja muuttuvat olosuhteet tekevät ison osan työpaikoista liian vaikeasti määriteltävissä koneilla korvattaviksi, mikä laskenee riskiarviota edelleen. Arvio ei ota myöskään huomioon työntekijöiden sopeutumiseen muuttuneisiin tehtäviin,

uusien työpaikkojen syntymiseen tai uuden teknologian myötävaikuttamaan kulutuksen ja kilpailukyvyn kasvun luomaan mahdolliseen lisääntyvään työvoimantarpeeseen. (Arntz yms., 2016, s. 21, 24.)

Arntz ja kumppanit (2016, 25) kiinnittivät kuitenkin huomiota siihen seikkaan, että vaikka vaikuttaa siltä, että katoavien työpaikkojen riski on odotettua pienempi, erot eri osaamis- ja koulutustasoilla olevien ihmisten välillä ovat aiemmin arvioitua suuremmat. Erityisesti matalan koulutustason ammateissa riski työttömyydestä on suurempi ei pelkästään työpaikan mahdollisesta katoamisesta johtuen vaan syystä, että heidän kykynsä ja mahdollisuutensa kouluttautumiseen on heikompi kuin korkeammin koulutetuilla. Teknologinen kehitys muuttaa jokaisen työtä ja siihen sopeutuminen edellyttää jatkuvaa osaamisen kehittämistä. Todellinen riski on tällöin koulutuksellinen epätasa-arvo, ei teknologinen kehitys sinänsä. Epätasa-arvoa lisää myös se, että ihmisten sosiaalinen asema, ikä, koulutus ja toimeentulo asettavat ihmiset eriarvoiseen asemaan suhteessa teknologiseen kehitykseen ja saavutettavuuteen (laitteet, internet). Heikommassa asemassa olevat sijaitsevat teknologisen diffuusioulottuvuuden kauimmaisessa päässä samalla kun paremmassa asemassa olevat pysyvät hankkimaan ja hyödyntämään uusinta teknologiaa. (Quinn, 2016, s. 502.) Myös Brynjolfsson ja McAfee (2014, s. 206-220) ottivat kantaa jo lapsuudesta alkavan digitaalisen epätasa-arvon negatiivisiin vaikutuksiin, ja nostivat koulutukseen panostamisen yhdeksi suosituksistaan yhdessä mm. startupien, tieteen ja infrastruktuurin tukemisen kanssa.

Perinteinen palkkatyö ei siis ole loppumassa eikä automaatio ole vienyt kaikkia työpaikkoja. Käynnissä oleva teknologinen muutos tarkoittaa kuitenkin sitä, että automaatio korvaa suunnitellusti olemassa olevaa työvoimaa, mutta myös täydentää sitä luoden tarvetta myös uudelle työvoimalle ja uudellelaiselle osaamiselle (Brynjolfsson & Mitchell, 2017, s. 1534). Autor (2015, s. 6) perustelee tätä työprosessien monimuotoisuuden kautta: suurin osa työprosesseista sisältää monenlaisia ulottuvuuksia, syötteitä. Syötteillä on oma tärkeä roolinsa eikä yhden syötteen automatisointi tee vastapuolta tarpeettomaksi. Autor nimeää erilaisiksi syötteiksi mm. työvoiman ja pääoman, aivot ja lihakset, luovuuden ja toiston, teknisen hallinnan ja intuitiivisen päätöksenteon, suorittamisen ja inspiraation sekä sääntöjen noudattamisen ja maalaisjärjen. Toisen osan automatisaatio ei siis vähennä vaan pikemminkin korostaa jäljelle jääneen tehtävän arvoa eli työelämän inhimillisten ominaisuuksien tarvetta, kuten ongelmanratkaisua, sopeutuvuutta, luovuutta ja joustavuutta (Pyöriä, 2017, s. 15; Autor, 2015, s. 5-6; Brynjolfsson & Mitchell, 2017, s. 1531).

Työelämässä ilmenevä joustavuus niin tuotannon joustavassa erikoistumisessa kuin työtehtävissäkin vaikuttaa kuitenkin vääjäämättä myös ihmisen työidentiteettiin tavalla, jota on henkilökohtaisella tasolla vaikea arvioida (Sennet, 2002, s. 46, 48, 50). Esimerkiksi työelämässä koetussa epävarmuudessa on kyse niin subjektiivisesta kokemuksesta, että sen tutkiminen on vaikeaa mutta vähättely helppoa (Pyöriä 2017, s. 15). Joustavuus työelämässä tarkoittaa kuitenkin useimmiten myös työntekijän näkökulmasta epävarmuuden lisääntymistä. Tätä korostaa se seikka, että tietojen ja taitojen karttuminen suhteessa aikaan

ei takaa enää asemaa tai oikeuksia, vaan huomio on ainoastaan tässä hetkessä ja tämän hetkessä osaamisessa (Sennet, 2002, s. 102). Itse asiassa tässä nopean muutoksen ajassa katseen tulisi olla tulevaisuudessa ja tulevaisuuden osaamisessa. Ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen jatkuvan lisääntymisen myötä juuri ihmisen rooli on se mielenkiintoisin, ei teknologia sinänsä. Seuraavassa luvussa luodaankin katsaus ihmisen ja älykkään teknologian vuorovaikutukseen ihmisen näkökulmasta.

3 IHMINEN JA ÄLYKÄS TEKNOLOGIA

Työ on siis dynaaminen sosio-tekninen järjestelmä, ihmisen ja teknologian vuorovaikutusjärjestelmä, kuten aiemmissa luvuissa on mainittu. Sosio-tekniset järjestelmät ovat heterogeenisiä eli ne koostuvat osista, ihmisistä ja teknisistä järjestelmistä ja laitteista (yhä useammin tekoälyteknologiaa sisältäen), joilla on keskenään hyvin erilaisia piirteitä, mutta joiden tulee menestyäkseen toimia kokonaisuutena. Ihmisresurssit poikkeavat teknisistä resursseista monin tavoin: ihminen on tietoinen ympäristöstään ja kykenevä muuttamaan toimintaansa ja kehittämään sosio-teknisen järjestelmän kokonaisuutta havaintojensa perusteella, ihminen oppii ja sopeutuu. Ihmiset eroavat teknisistä järjestelmistä myös sen oleellisen eron myötä, että heillä on olemassa työn ulkopuolella myös muita työn ulkopuolisia rooleja ja tunnetiloja, joilla on vaikutusta työntekoon. (Eason, 2014, s. 215.)

Ihminen on haaste (äly)teknologian käyttöönotolle. Ihminen tekee virrehavaintoja, irrationaalisia ratkaisuja ja antaa tunteiden häiritä päätöksentekoa. Ihminen myös yleistää, sopeutuu ja oppii tavalla, jota koneella ei ainakaan toistaiseksi pystytä tulkitsemaan tai replikoimaan. Koska teknologian perimmäinen tehtävä on hyödyttää ihmistä, tutustutaan seuraavaksi ihmisen rooliin ja ominaisuuksiin osana sosio-teknistä systeemiä erityisesti työn automatisaation näkökulmasta sekä niihin tekijöihin, jotka edelleen erottavat ihmisen edukseen älykkään teknologian sovelluksista ja laitteista. Luvussa keskitytään siis Parasuramanin ja Rileyn (1997, s. 230-231) mukaan valtavirrasta poiketen ihmisen toimintaan ja kognitioon osana automatisoituja systeemejä, ei teknisiin näkökulmiin ja taloudellisiin hyötyihin kuten pääosassa (automaatio)teknologiaa koskevaa kirjallisuutta on tapana ollut. Tutkielmassa lähdetään siitä oletuksesta, että ihminen ei ole muuttunut vaikka teknologia ympärillä kehittyi. Näin ollen on mahdollista hyödyntää ihmisen näkökulmasta kirjoitettua vanhempaakin automaatiokirjallisuutta täydentämään uudemman tutkimuskirjallisuuden mahdollisia puutteita.

3.1 Ihmisen rooli

Ihminen on sosioteknisessä järjestelmässä, kuten työelämässä, osa looppia, jossa teknologia ja ihminen ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa. Esimerkiksi suurimmassa osassa automatisoituja järjestelmiä ihminen on edelleen operaattorina joko ohjaamassa tai seuraamassa toimintaa. Tämä koskee myös muun muassa miehittämättömiä ajoneuvoja. Arvioitaessa järjestelmän toimivuutta, ihmisen ja teknologian vuorovaikutusta tai esimerkiksi ns. inhimillistä virhettä, ei tule myöskään unohtaa ihmisen roolia järjestelmän suunnittelijana, tarkastajana, johtajan tai valvojana. (Parasuraman & Riley, 1997, s. 232)

Automaation koettu luotettavuus tai tarkkuus muokkaavat ihmisen asenteita, kuten luottamusta ja itseluottamusta ihmisen ja automaation vuorovaikutussuhteessa (Parasuraman & Riley, 1997, 234). Parasuramanin, Sheridanin ja Wickensin (2000, s. 290-292) mukaan ensisijaisena kriteerinä tulisi kuitenkin olla ihmisen suoritukseen vaikuttavat seuraukset, ja vasta toissijaisena automaation luotettavuus ja kustannukset. Huonosti suunniteltu automaatio voi vaikuttaa Parasuramanin (2000, s. 291) mukaan heikentävästi ihmisen suorituskykyyn vaikuttamalla lisääntyneeseen työn kuormittavuuteen, tilannetietoisuuden heikentymiseen esimerkiksi työympäristössä tapahtuvista prosesseista, yliluottamukseen esimerkiksi informaation analyysin pohjalla olevan algoritmien suorittamien toimintojen osalta, sekä ajan kuluessa myös ihmisen taitojen heikentymiseen esimerkiksi jatkuvan automatisoidun päätöksentekotoiminnon käytön seurauksena. Automaation (=teknologian) näkökulmasta ihminen voi myös toimia irrationaalisesti: "Misuse, disuse and abuse", kuten Parasuraman ja Riley näppärästi ilmaisivat. Ihminen saattaa siis esimerkiksi yli- tai aliarvioida automaation suoritusta ja laiminlyödä samalla joko oman roolinsa kokonaisuudessa tai vaikka kääntää automatisoidut hälytykset tai turvajärjestelmät pois päältä. Automaatiota voidaan siis myös hyväksikäyttää negatiivisessa mielessä esimerkiksi silloin kun suunnitellaan automaatiota, joka ei huomioi ihmisen toimintakykyä osana kokonaisuutta (Parasuraman & Riley, 1997, s. 232-234).

Adaptiiviseksi automaatioksi kutsutaan järjestelmää, jossa työnjako ihmisen ja koneen välillä on dynaaminen vuorovaikutuksellinen jatkumo (Steinhauser ym., 2009, s. 6). Työnjako määräytyy tällöin joustavasti ja kontekstin mukaan, toisin kuin staattisessa automaatiossa, jossa tehtäväjako on ennalta määritelty. Vaikka adaptiivisen automaation tavoitteena on helpottaa ihmisen työtä esimerkiksi silloin kun henkilö on väsynyt, kuormittunut tai hermostunut, nousee kontrollin tunne ja toisaalta kontrollin locus (kumpi kontrolloi, kone vai ihminen) merkitykselliseen asemaan. (Parasuraman, 2000, s. 938.) (Adaptiivisen) automaation suunnittelussa ihmisen suorituskyvyn pitäisikin olla lähtökohta (Steinhauser jne., 2009, s. 7; Parasuraman, 2000, s. 290). Miten ihmisen tilannetietoisuuteen vaikuttavat tekijät otetaan huomioon suunnittelussa? Miten korjataan keskittymisen herpaantuminen

väsymistilanteissa? Steinhauer ja kumppanit (2009, s. 9) ehdottavat, että adaptaation kontrolloinnin tulisi käytännössä kuitenkin olla järjestelmän hallussa, ei ihmisen, mutta siten että ihmisellä olisi mahdollisuus interventioon.

Ihmisen ja automaation työnjaolla on merkitystä paitsi ihmisen huomion suuntautumisen myös ihmisen ja automaation kokonaissuorituksen kannalta. Myös automaation tasolla (ks. Taulukko 1) on merkitystä: tasoilla yksi ja kaksi ihmisen rooli operaattorina on selkeä, tasoon kolme liittyy selviä ongelmia ja tasolta kolme ylöspäin ihmisen rooli muuttuu selkeämmin valvojaksi. Onnaschin (2015, s. 18-19) mukaan automaation tasolla ja sitä mukaa ihmisen muuttuvalla roolilla, eli toisin sanoen ihmisen mahdollisella out of the loop -kokemuksella tehtävän suorituksessa, on pienempi merkitys kuin sillä ymmärtääkö ihminen mitä loopissa tapahtuu. Mikäli ihminen kokee ymmärtävänsä tehtävän kokonaisuuden, sen mitä loopissa tapahtuu, ei automaation tasolla ja ihmisen roolilla ole niin suurta merkitystä. Dynaamisessa systeemissä tämä edellyttää ihmiseltä jatkuvaa mentaalisten representaatioiden päivittämistä, jotta ihminen kykenee ymmärtämään järjestelmän nykytilan ja luomaan relevantteja odotuksia toimintojen tuloksista (Hollnagel ym., 2013, s. 4).

Ihmisen tunnetiloilla on osoitettu olevan selkeä yhteys ihmisen ja teknologian onnistuneessa vuorovaikutuksessa. Ihmisen ja koneautomaation suhteessa oleellisinta on ihmisen tunne merkityksellisestä agenttiudesta (Steinhauer, Pavlas & Hancock, 2009, s. 8). Agenttiuden tunne syntyy kokemuksesta, jossa ihminen on kontrollissa suhteessa sekä omaa kehoonsa että ympäristöönsä. Ihmisen ja tietokoneen välisellä käyttöliittymällä on oleellinen merkitys kontrollin ja sitä kautta agenttiuden tunteen syntymiseen. Koska teknologian määrä arjessamme lisääntyy jatkuvasti entistä älykkäämpien sovellusten myötä, ja koneet pystyvät avustamaan jatkuvasti monimutkaisempien tehtävien suorittamisessa, nousee erityisesti käyttäjän mielentilojen (kuten intentio) ja koneen toiminnan tilojen välinen suhde, tai toistaiseksi niiden puuttuminen, tärkeäksi tutkimuskohteeksi. (Limerick, Couyle & Moore, 2014, s.2-3, 6.)

Oleellinen kysymys sosio-teknisen työelämän ja ihmisen ja automaation vuorovaikutuksen näkökulmasta lieneekin, miten ylläpidetään agenttiuden kokemusta ja merkityksellisyyden tunnetta yllä mikäli kadotetaan kontrollin tunne toimittaessa vuorovaikutuksessa älykkään teknologian kanssa. Limerick ja kumppanit (2016, s. 7) antavat esimerkkinä luvussa 2.2.3. mainitut robotit, joiden kanssa menestyksellinen yhteistyö edellyttää vielä puuttuvaa ymmärrystä representaatioihin, ymmärtämiseen ja jaettujen intentioiden jakamiseen liittyvistä kognitiivisista mekanismeista. Kontrollin tunne voi kadota yksinkertaisimmillaan myös silloin, kun henkilön osaaminen ei riitä minkä tahansa käyttöliittymän ymmärtämiseen, eli siihen ei aina tarvita kovin monimutkaista teknologiaa puhumattakaan edistyksellisemmän tekoälyteknologian "musta laatikko" -problematiikasta.

Kompleksit systeemit ovat herkkiä virheille tai toisin sanoen ennalta odottamattomalle (ihmisen ja teknologian) vuorovaikutukselle. Ihmisen käyttäytymistä on pyritty mallintamaan mm. erilaisten tehtävänälyysien ja

kognitiivisen mallintamisen avulla pyrkien parantamaan kokonaisjärjestelmän turvallisuutta ja vähentämään virheitä. Tavoitteena on ollut mallintaa niitä kognitiivisia prosesseja, joita ihminen käyttää ollessaan vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa. Erityisesti rajoitteiden, kuten tehtävän muisti-, ajoitus- ja havaintovaatimukset, huomioonottaminen jo suunnitteluvaiheessa auttaa estämään mahdollisia pullonkauloja ja tukemaan työltä edellytettäviä luotettavuus-, turvallisuus- ja sietokykyvaatimuksia. (Westrenen, 2011, s. 41.)

On kuitenkin selvää, että ihmisen kognitiivinen tila muuttuu vasteena ihmisen ja teknologian käyttöliittymän tai toimintaympäristön tilaan. Tavoitteena on luoda malliin sääntöjä joiden mukaan ihmisoperaattori suorittaa toimintansa ja sitä kautta tuoda mm. esiin niitä mahdollisia ongelmia, joita käyttöliittymässä mahdollisesti tulee eteen. Kuten Bolton, Bass ja Siminiceau (2013, s. 496-497) kuitenkin lisäksi huomioivat, ovat mallit ja niiden tukemat analyysit riipuvaisia käytettävästä kognitiivisesta arkkitehtuurista. Kognitiivinen mallintaminen on kuitenkin kallista ja aikaavievää, ja useimmiten suunnittelijat pyrkivätkin automatisoimaan kaiken mikä johtaa taloudelliseen hyötyyn, jättäen ihmisen sopeutumaan järjestelmän vaatimukseen (Parasuraman & Riley, 1997, s. 232). Työympäristö on lisäksi kokonaisuus, jossa työn toimialue, yksittäiset tehtävät sekä sosiaalinen organisaatio muodostavat kokonaisuuden, jonka kuvaaminen yksittäisellä kognitiivisella tehtävänälyysillä voi osoittautua mahdottomaksi. (Westrenen, 2011, s. 41.)

Nykyisen tekoälykehityksen myötä myös ihmisen rooli on muutoksessa. Samalla kun oppivat algoritmit pystyvät entistä autonomisemmin etsimään keinoja tietyn tavoitteen saavuttamiseksi, korostuu ihmisen rooli selkeiden tavoitteiden määrittelijänä. Myös automatisoitavien tehtävien olemus on muutoksessa: Nykyisin automatisoitavissa oleviin tehtäviin liittyy tietty rutiinimaisuus. Koneoppimisen avulla puolestaan tehtävät, joiden suorittamiseen ihmiset eivät edes kykene luomaan strategiaa, voivat olla koneen ulottuvilla esimerkiksi löytäen säännöllisyyksiä käytettävissä olevasta datasta ja siten tehden strategian näkyväksi. (Brynjolfsson & Mitchell, 2017, 1533.) On kuitenkin huomioitava, että edelleen puhutaan yksittäisistä työtehtävistä, ei työstä tai ammateista, jotka koostuvat usein hyvinkin erillisistä tehtävistä.

Ihmisen ylivertaista oppimis- ja sopeutumiskykyä on toistaiseksi hyödynnetty pääosin tukemaan teknisten järjestelmien toimivuutta. Easonin (2014, s. 216, 219) mukaan ideaalitalanteessa tilanne olisi kuitenkin päinvastoin: järjestelmän tekniset osat tulisi suunnitella ihmislähtöisesti tukemaan ja edistämään ihmisen oppimista ja sopeutumiskykyä. Tämä erityisesti siitä syystä, että maailman ollessa jatkuvasti muutoksessa, myös (sosio-teknisten) järjestelmien tulee sopeutua ja muuttaa toimintaansa jatkuvasti. Mikäli ihmisen ominaisuuksia hyödynnetään vain siihen, että sopeutetaan teknistä järjestelmää muuttuviin vaatimuksiin, menetetään jotain oleellista ihmisen eksperttiydestä, josta lisää seuraavassa luvussa.

3.2 Ihmisen eksperttiys

Mitä sitten voidaan automatisoida? Missä ihminen on edelleen konetta parempi? Täsmällistä vastausta on mahdotonta antaa ja kiihkeän tekoälykehityksen suuntaa mahdotonta ennustaa. On kuitenkin tekijöitä, jotka vaikuttavat olevan vielä pitkään, elleivät ikuisesti, ihmisen ylivoimaa. Esimerkiksi ihmisen kyky tehdä nopeita ja paikkansapitäviä päätöksiä jättäen suurimman osan tarjolla olevista ärsykkeistä ja datasta huomiotta ja siten keskittäen huomionsa suhteelliseen pieneen, mutta oleelliseen osaan tarjolla olevasta informaatiosta on Harrén, Bossomaierin ja Snyderin (2011, s. 449-450) mukaan täysin vertaansa vailla verrattuna tekoälyyn.

Voimassa on traditio tutkia eksperttiyden kehittymistä pelien kautta, kuten shakin ja GO-pelin avulla, kuten myös Harré ja kumppanit (2011) tutkimuksessaan tekivät, ja arvioida tekoälyn älykkyyttä ainakin julkisuudessa sillä, pystyykö kone voittamaan ihmisen jossain yksittäisessä rajatussa ympäristössä kuten tietokilpailussa. Kyseisellä osaamisella lienee kuitenkin aika vähän tekemistä nykyisen luovia ja dynaamisia elementtejä sisältävän työn kanssa. Harré ja kumppanit (2011, s. 263) toteavatkin metodologian sopivan parhaiten tehtäviin, joissa on saatavilla suuria volyymeja dataa digitaalisessa muodossa. Palaamme siis jälleen laskentatehon ja massadatan merkitykseen keinotekoisien älykkyyden aikaansaajina. Ihmisen eksperttiyden ymmärtäminen onkin heidän mukaansa yksi tärkeimpiä kognitiotieteen ja tekoälyn kehittämisen haasteita.

Vaikka tekoälykehityksen saavutukset yksittäisillä alueilla ovatkin huikaita, on pidettävä mielessä mitä tekoäly on saavuttanut ja mitä ei. Tekoälyn saavutukset yksittäisissä tehtävissä eivät tarkoita, että kone (algoritmi) ajattelisi tai oppisi kuten ihminen. Kun verrataan esimerkiksi ihmistä ja parhaita tekoälyalgoritmeja, ihminen tarvitsee oppimiseen vähemmän tietoa ja pystyy yleistämään rikkaammalla ja joustavammalla tavalla. Lake ja kumppanit (2016, 65-66) antavat yksinkertaisen esimerkin käsikirjoitetuista merkeistä, jotka ihminen pystyy tunnistamaan ja uudelleen tuottamaan sekä käsitteellistämään jo muutamien esimerkkien jälkeen. Ihmisellä onkin koneeseen verrattuna yksi ylivoimainen piirre: vuosien varrella kerätty elämäkokemus, joka koostuu jatkuvas- ta ketjusta ongelmanasettelua ja -ratkaisua (Lake yms., 2016, s. 23).

Työelämä on dynaaminen järjestelmä, jossa ihmisten ja koneiden (tekoälyn) tulee yhdessä suorittaa annettu tehtävä tai toiminto. Ihminen on riippuvainen koneista ja koneet ihmisistä. Erona on se, että ihminen ymmärtää mitä tekee, kone ei. Vaikka nykyisen tekoälykehityksen mukana puhutaan helposti siitä, että kone ymmärtää, on koneen ns. ymmärrys varsin rajoittunutta ja joustamatonta, toisin sanoen myös ymmärrys on riippuvainen ihmisestä (ks. luku 2.2.2 Tekoäly). Ihmisen ymmärryksen voidaan puolestaan sanoa olevan lähes rajatonta. Ihminen, joka ymmärtää mitä tapahtuu, on todellinen ekspertti, ei kone joka suorittaa tehtävää, oli tehtävä sitten kuinka monimutkainen tai vaativa tahansa. Toisaalta järjestelmät ovat usein niin monimutkaisia, että ymmärryksemme on vääjäämättä rajoittunutta. (Hollnagel, Cacciabue & Hoc,

1995, 2-3, 8.) Tässä palattaneen luvussa 3.1. kuvattuun ihmisen rooliin ja kontrollin tunteeseen: mikäli koemme tilanteen olevan hallinnassa, lienee ymmärryksemme riittävää.

Ihminen pystyy myös spontaaniin vuorovaikutukseen niin vaihtuvissa toimintaympäristöissä kuin erilaisten vuorovaikutusosapuoltenkin kanssa, on kyse sitten koneesta tai toisesta ihmisestä. Erityisesti korostuu kyky tunnistaa vastapuolen intentioita, joiden tulkinnan avulla vuorovaikutuksesta tulee rikkaampaa ja monipuolisempaa. Koneen vuorovaikutus on aina ennalta suunniteltua eikä kehittyneimmissäkään sovelluksissa voida näin ollen puhua varsinaisesta koneen intentiosta. Ihmisellä voi kuitenkin olla ongelmia ymmärtää koneen intentiota siinä merkityksessä, kun puhutaan koneen käyttöliittymästä, tiloista, tavoitteista ja toiminnoista. (Hollnagel ym., 2013, 6-7). Muuttuva toimintaympäristö vaikuttaakin olevan tekoälylle se haasteellisin kohta paitsi vuorovaikutuksen myös jo pelkän havainnoinnin osalta. Robotit, yhä yleistyvät tekoälyn fyysiset ilmentymät, hyödyntävät jatkuvasti kehittyviä sensoreita yltääkseen ihmisen kaltaiseen havainnointiin. Erityisiä haasteita tuottavat kuitenkin havainnointitehtävät, joissa ympäristö on strukturoimatonta, kuten kodit ja monet työpaikat. Toisaalta esimerkiksi monet tehtaot, varastot ja sairaalat on suunniteltu siten, että myös monet robotit pystyvät liikkumaan ja suorittamaan jopa ei-rutiininomaisia manuaalisia tehtäviä. (Frey&Osborne 2017, s. 262)

Suurimmalta osalta automatisoituja systeemejä puuttuukin joustavuus, mikä tekee niistä hauraita (Autor, 2015, s.24). Juuri adaptiivisuus onkin ihmiskognition suurimpia ylivoimatekijöitä koneeseen verrattuna (Hoc 2000, s. 838). Joustavuus edellyttää luovaa ongelmanratkaisua ja juuri luova älykkyys on tekijä, jota on haasteellista määritellä ja mallintaa. Luovuus sisältää paitsi uutuu- den ulottuvuuden myös arvolatausta. Ja koska arvojen yksiselitteinen määrittely on mahdotonta, törmää myös luovuuden määrittely juuri arvioihin. Toisin sanoen, kuten Frey ja Osborne (2017, s. 262) asian ilmaisevat, vaikka pysyisim- mekin tunnistamaan ja koodaamaan luovuuteen liittyvät arvot, olisivat juuri omat arvomme esteenä koneen ns. luovaan suoritukseen liittyvän arvioinnin yksimielisyydelle. Tämän vuoksi juuri luovaa älykkyyttä sisältävien työtehtä- vien automatisointi lähivuosikymmeninä ei ole kovin todennäköistä. Jonkunlai- seen luovuuteen uusien koneoppimisalgoritmien voidaan kuitenkin sanoa Brynjolfssonin ja Mitchellin (2017, s. 1533) mukaan yltäneen. He antavat esi- merkin monimutkaisten uusien laitteiden suunnittelusta, jossa tekoäly tutkii mahdolliset vaihtoehdot, arvioi niiden sopivuuden ja suunnittelee täysin uuden laitteen, joka on tehokkaampi ja designiltaan täysin jotain muuta mihin ihminen kykenee.

Mitkä asiat sitten vaikuttavat ihmisen eksperttiyteen juuri näissä tietyissä asioissa? Lake ja kumppanit (2016) tarjoavat esimerkiksi intuitiivisen fysiikan ja psykologian periaatteet, jotka ovat lähes synnynnäisiä yleisiä lainalaisuuksia, jotka mahdollistavat nopeamman oppimisen ja paikkaansa pitävät arviot tilan- teesta. Vaikka tehtävä vaihtuisi, fysiikan periaatteet, kuten objektin olemassaolo ja koherenssi, pysyvät. Jo hyvin pienet lapset ymmärtävät myös toisten ihmis-

ten mentaalaisia tiloja kuten tavoitteita ja uskomuksia. Se on ymmärrys, psykologinen intuitio, joka ohjaa heidän oppimistaan ja valintojaan. Lake ja kumppanit (2016, s. 10-11) kuvaavat näitä intuitiivisia periaatteita kausaalisina malleina maailmasta, joiden laajentaminen ja rikastaminen on oppimisen tarkoitus. Lasten sisäsyntyinen kiinnostus kaikkea uutta kohtaan tekee heistä myös tehokkaita oppijoita. Oppimaan oppiminen lieneekin yksi tärkeimmistä ihmisen ominaisuuksista muuttuvassa maailmassa. Tässä ajattelussa ollaan varsin kaukana koneälyn kaavojen tunnistamiseen liittyvästä päättelystä ja koneoppimisen periaatteista, erityisesti kun on kyse ns. luonnollisista käsitteistä, käsitteistä, jotka lapset oppivat opetellessaan kieltä. Toisaalta koneelle voi helposti opettaa käsitteitä, jotka ovat ihmisille haasteellisia, erityisesti liittyen matemaattisiin toimintoihin. (Lake ym., 2016, s. 36-37)

Autor (2015, s. 11-12) sekä Brynjolfsson ja Mitchell (2017, s. 1531) nostavat esille mielenkiintoisen Polanyin paradoksiksi nimetyn ilmiön. Sen mukaan haasteellisinta koneille ovat tehtävät, jotka ihminen ymmärtää vain ikään kuin äänettömästi tai vaistonvaraisesti, mutta jotka he suorittavat täysin vaivattomasti. Tällaisia tehtäviä on mahdotonta kuvata täsmällisinä sääntöinä tai proseduureina, mikä on puolestaan automatisoinnin edellytys. Polanyin paradoksiksi nimetty ilmiö, jossa ihminen tietää enemmän kuin pystyy kertomaan, edesauttaa ihmisen luovuuden, arvostelukyvyn ja ns. maalaisjärjen ilmentymistä, taitojen, joita emme itse pysty määrittelemään. Polanyin paradoksi auttaa myös ymmärtämään miksi monet korkeamman ajattelutason ilmiöt, joita myös tietoistunut työ edellyttää, on helpompaa automatisoida: ne käyttävät formaaleja loogisia työkaluja, kuten matematiikkaa ja loogista päättelyä, taitoja, jotka olemme joutuneet opettelemaan sääntöinä ja proseduureina. Ns. sisäsyntyiset, hiljaiset taidot kuten sensomotoriset taidot, intuitio ja puhuttu kieli edellä mainittujen taitojen lisäksi, ovat puolestaan vain kehittyneet ilman erillistä opettelua. Tästä näkökulmasta automatisaatiolta ovat parhaiten turvassa ne tehtävät, joissa joustavuus, maalaisjärki ja arvostelukyky ovat oleellisimpia, eivät puhtaasti korkean tason päättelyä edellyttävät tehtävät. Tosin tuleva tekoälykehitys saattaa murtaa Polanyin paradoksin muurin: Sen sijaan että opettaisimme koneille säätöjä joita emme itsekään ymmärrä, koneoppimisalgoritmit ovat jo tänään kykeneviä monessa tilanteessa autonomisesti eristämään sääntöjä kontekstista ja isoista datamääristä sekä hyödyntämään toisten suorittamista onnistuneista tehtävistä saatavaa tietoa (Autor, 2015, s. 22-23; Brynjolfsson & Mitchell 2017, s. 1531). Brynjolffson ja Mitchell (2017, s. 1531) kiinnittävätkin huomiota paradigman muutokseen, jossa siirrytään työvoimaa vaativasta manuaalisesta ohjelmoinnista automatisoituun prosessiin, jossa hyödynnetään koneoppimisen algoritmia ja soveltuvaa opetusdataa, ja joka voi tuottaa tarkempia ja luotettavampia ohjelmia ja alentaa ohjelmistojen tuottamista ja ylläpitoa huomattavasti.

Niin pitkään kuin työelämän järjestelmät ovat sosioteknisiä, eivät puhtaasti teknisiä, on mukana kuitenkin myös sosiaalinen ulottuvuus. Ihmisen sosiaalinen älykkyys on oleellinen osa monia tehtäviä, kuten huolenpitoa, neuvottelua ja suostuttelua. Sosiaaliseen älykkyyteen liittyvät aina myös tunteet, jotka ovat osoittautuneet koneälylle vaikeasti tulkittaviksi. Jopa

yksinkertaistetuissa tekstimuotoisissa sosiaalisissa tilanteissa tietokone on vaikeuksissa. Kuten Frey ja Osborne (2017,s. 262) päivitettyssä versiossaan ammattien katoamisesta (ks. luku 2.3) toteavat, turvassa ovat ainakin toistaiseksi ne ammatit, jotka sisältävät kompleksisia havainnointi- ja manipulointitehtäviä, luovaa älykkyyttä vaativia tehtäviä tai sosiaalista älykkyyttä.

Ihmisen eksperttiys työssä viittaa siihen operationaaliseen ja hiljaiseen tietoon, joka on hankittu tai joka on kehittynyt vuosien kuluessa. Eksperttiys ei ole akateemista tai teoreettista tietoa, vaan sitä käytännön osaamista, jota ei pystytä formalisoimaan. (Hollnagel ym 2013, 5.) Ihmisen eksperttiys yleisesti ei siis myöskään kohdistu yksittäisiin aisteihin, laajojen tietomassojen hyödyntämiseen tai tehokkaaseen työskentelyyn säännellyssä ympäristössä. Niissä tekoäly ja sen sovellukset ylittävät jo nyt ihmisen kyvyt. Ihmisen eksperttiys perustuu oleellisen erottamiseen, joustavuuteen ja intentionaalisuuteen, ihmisen rajattomaan oppimiskykyyn, luovuuteen, kykyyn monipuoliseen vuorovaikutukseen sekä tunteiden voimaan ja empatiaan. Kyse on siis vain siitä, hyödynnämmekö näitä ominaisuuksiamme nyt ja tulevaisuudessa.

Tutkimuksen kohderyhmänä ovat ammatillisen toisen asteen opiskelijat, henkilöt jotka ovat vielä pääosin ammatillisen uransa alkuvaiheessa, mutta matkalla kohti tulevaisuuden ammattilaisuutta tilanteessa, jossa opiskeltavan ammatin elinkaari voi osoittautua lyhyeksikin nykyisten ammattien kadotessa ja uusien syntyessä. Tekoälyteknologian kehityksestä ja tulevaisuuden työelämästä käytävä julkinen keskustelu ja käynnissä oleva muutos vaikuttaa vääjäämättä myös opiskelijoiden käsityksiin omasta ammatillisesta tulevaisuudestaan. Kokevatko he epävarmuutta ja pelkoa? Uskovatko he ihmisen eksperttiyteen ja omaan ammatilliseen rooliinsa älyteknologian keskellä?

Seuraavassa luvussa kuvataan tutkimusmenetelmä ja tarkennetaan tutkimuskysymykset, jonka jälkeen vuorossa on tutkimustulosten esittely ja pohdintaa siitä miten realistisia subjektiiviset käsitykset ovat objektiivisempiin tutkimustuloksiin verrattuna.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tutkimusmenetelmänä on kyselytutkimus, joka soveltuu hyvin asenteiden ja käsitysten kartoittamiseen. Kyselyn avulla pyritään saamaan vastaus tutkimusongelmaan: Minkälaisia käsityksiä tulevaisuuden ammattilaisilla on älykkään teknologian aikaansaamasta työelämän muutoksesta?

Tutkimuskysymykset:

1. Millaisia ovat opiskelijoiden näkemykset älykkään teknologian kehityksen suunnasta ja nopeudesta, ja sen vaikutuksista heidän omaan (tulevaan) työhönsä?
 - 1.1 Odotukset
 - 1.2 Pelot
2. Minkälainen käsitys opiskelijoilla on ihmisen suhteesta älykkääseen teknologiaan työelämässä, eli ihmisen eksperttiydestä suhteessa älykkääseen teknologiaan sekä omista valmiuksistaan tulevaisuuden työelämän haasteissa
 - 2.1 Eksperttiys
 - 2.2 Valmiudet
3. Millainen yhteys sosio-demografisilla tekijöillä on em. näkemyksiin?
4. Minkälaisia yhteyksiä työntekijöiden odotuksilla ja peloilla on heidän käsityksiinsä eksperttiydestä ja omista valmiuksista?

4.1 Kyselylomake

Tutkielman osana luodun kyselylomakkeen väittämät perustuvat teoreettisessa viitekehyksessä esitettyyn kirjallisuuteen sekä osittain Tiedebarometri 2016 -kyselylomakkeen (Kiljunen, 2016) kysymyksiin. Kyselylomakkeen ensimmäinen sivu sisältää lyhyen kuvauksen tutkimuksen tarkoituksesta sekä yhteystiedot mahdollisia yhteydenottoja varten. Lomakkeen taustatieto-osioon eli ns.

sosio-demografisiin muuttujiin kuuluvat sukupuoli, ikä, meneillään oleva koulutus ja koulutusala. Varsinaiset kysymykset ovat Likert-asteikollisia mielipidevääntämiä, joihin vastataan asteikolla 1 Täysin eri mieltä, 2 Jokseenkin eri mieltä, 3 Ei samaa eikä eri mieltä, 4 Jokseenkin samaa mieltä ja 5 Täysin samaa mieltä. Kyselylomaketta laatiessa pyrittiin operationalisoimaan haastavatkin tekniset käsitteet ns. yleiskielelle. Kyselyn tekninen toteutus optimoitiin mobiilipuhelimelle sillä oletuksella, että pääosa vastaajista käyttää vastaamiseen mobiilipuhelinta. Kyselylle toteutettiin esitestaus ($N=27$) ennen varsinaista kyselyä tavoitteenaan varmistaa kyselyn väittämien soveltuvuus summamuuttujien muodostamiseen tutkimuskysymyksiin 1 ja 2 vastaamiseksi. Esitestauksesta saadut palautteet ja tulokset otettiin huomioon lopullisen kyselylomakkeen toteutuksessa. Lopullinen kyselylomake löytyy tutkielman liitteenä 1.

Tutkimuskysymyksellä 1 on tarkoitus selvittää opiskelijoiden näkemyksiä älykkään teknologian kehityksen suunnasta ja nopeudesta, ja sen vaikutuksista heidän omaan (tulevaan) työhönsä. Kyselylomakkeessa (LIITE 1) tätä kysymystä vastaavat väittämät 5-18. Väittämät 5, 7, 12, ja 17 on muodostettu mittaamaan odotuksia liittyen teknologisen kehityksen vauhtiin ja väittämät 9, 10, 13 ja 15 teknologisen kehityksen saavutuksiin sekä väittämät 6, 8, 11, 14, 16 ja 18 pelkoja. Vastaavasti tutkimuskysymyksellä 2 selvitetään opiskelijoiden käsityksiä ihmisen suhteesta älykkääseen teknologiaan työelämässä. Tätä kysymystä vastaavat lomakkeen väittämät 19-27. Väittämät 19-22 on muodostettu mittaamaan käsityksiä eksperttiydestä ja väittämät 23-27 valmiuksia muuttuvaan työelämään. Kyselyn alkuosan odotuksia ja pelkoja koskevat väittämät on sekoitettu priming-ilmion vähentämiseksi. Tavoitteena oli muodostaa aineistosta teknologian kehityksen saavutuksia ja nopeutta koskevien odotusten ja pelkojen sekä eksperttiyden ja valmiuksien summamuuttujat (lue lisää luvusta 4.3 Aineiston analysointi).

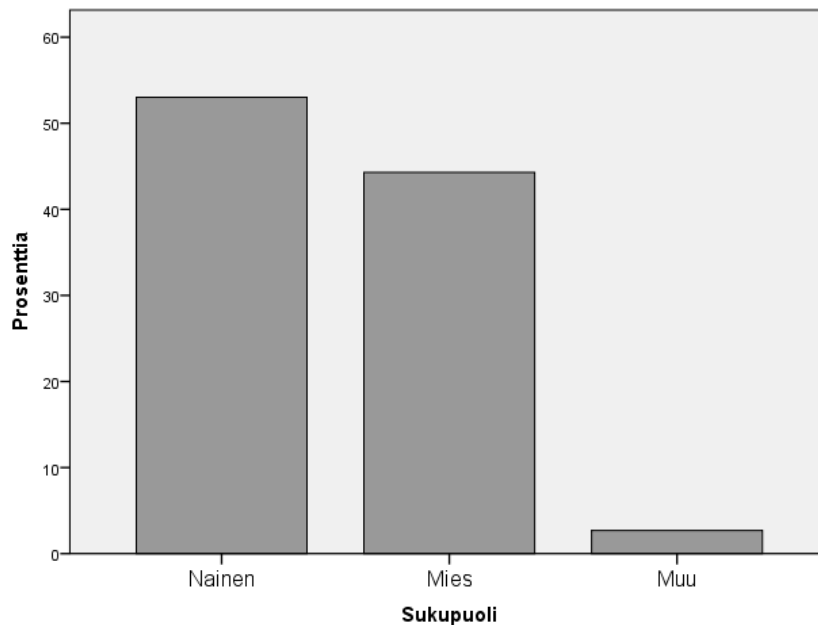
4.2 Kohderyhmä ja aineiston kerääminen

Kyselyn kohderyhmänä olivat ammatillisessa koulutuksessa perustutkintoa, valmentavaa koulutusta tai ammatti- tai erikoisammattitutkintoa suorittavat henkilöt monialaisessa toisen asteen ammatillisessa oppilaitoksessa, Etelä-Savon ammattiopistossa (perusjoukon $N=2845$). Kysely toteutettiin sähköisesti Webropol-ohjelmalla, ja lomakkeen linkkiä jaettiin sähköisenä Etelä-Savon ammattiopiston opiskelijoille opintohallintojärjestelmän kautta lähetetyssä viestissä. Viestin sisältö löytyy liitteenä 2 Läheteviesti. Kysely oli avoinna vastaamiselle 5 päivää. Muistutusviestiä ei ollut mahdollista lähettää. Vastaajia kyselyyn tuli 150. Mikäli vastausprosentti lasketaan koko opiskelijamäärästä, tulee vastausprosentiksi 5.3%.

Vastaamatta jättäminen eli kato on kyselytutkimuksissa yleinen ongelma. Alhaista vastausprosenttia voi selittää moni tekijä, kuten tutkimuksen aihe ja sen kiinnostavuus tai hankalaksi koetut kysymykset. Vastaajan tulisi myös tun-

tea, että vastaamisesta on hänelle jotain hyötyä. (Alkula, Pöntinen & Ylöstalo, 1994, s. 139-140.) Tässä tutkimuksessa esimerkiksi vastaajien kesken suoritettu arvonta olisi saattanut nostaa vastausprosenttia. Sähköisessä tiedonkeruussa ongelmana on myös se, että myöhemmin vastattavaksi jätetty viesti saattaa unohtua, mikäli vastaaminen ei juuri sillä hetkellä ole mahdollista. Vaikka kyselyn aihe oli ajankohtainen, se saattoi myös tuntua monen vastaajan mielestä vaikealta.

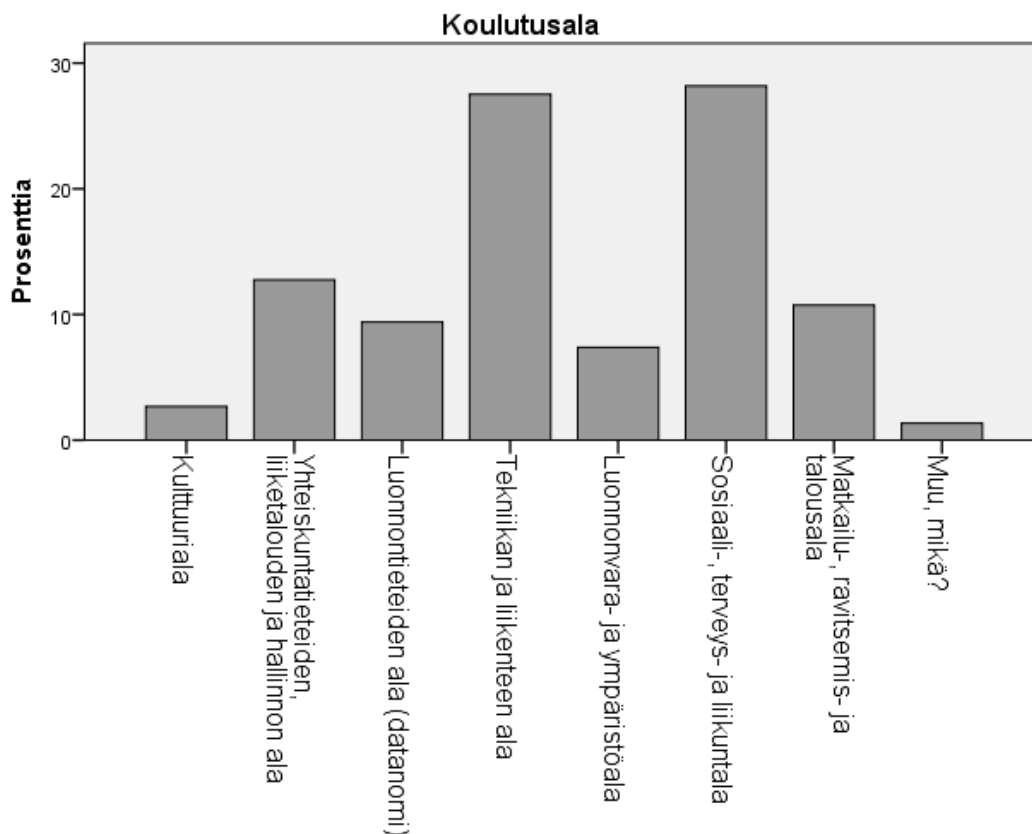
Vastausprosentin jäätyä näin alhaiseksi, on syytä tehdä katoanalyysia eli pyrkiä selvittämään edustavatko vastaamatta jättäneet esimerkiksi tiettyä ryhmää tai miten kato vaikuttaa muuten aineiston analysointiin ja yleistettävyyteen (Metsämuuronen, 2008, s. 568). Tarkasteltaessa aineistoa, voidaan todeta, että kyselyyn on vastannut melko tasaisesti sekä molemman sukupuolen (KUVIO 2 Vastaajien sukupuolijakauma) että eri koulutusalojen (KUVIO 3 Vastaajat koulutusaloittain jaoteltuna) edustajia.



KUVIO 2 Vastaajien sukupuolijakauma (N=149)

Naisia vastaajissa oli 53.0 % (N=79), miehiä 44.3 % (N=66) ja 2.7 % (N=4) vastaajista oli valinnut vaihtoehdon muu.

Koulutusalojen jakaumassa puolestaan erottuvat opiskelijamäärältäänkin suurimmat Tekniikan ja liikenteen (27.5%, N=41) sekä Sosiaali-, terveys- ja liikunta-alat (28.2%, N=42). Kulttuuriala on opiskelijamäärältäänkin selvästi pienin, kuten myös kyselyn vastanneiden osuus. Muu-vastauksen valinnot olivat valmentavan koulutuksen opiskelijoita (N=2).



KUVIO 3 Vastaajat koulutusaloittain jaoteltuna (N=149)

Koulutusalat jaoteltiin hyvinvointi- ja palvelualoihin (Kulttuuri, Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon, Sosiaali-, terveys- ja liikunta-, Matkailu-, ravitsemis- ja talousalat sekä Valma), jota jatkossa kutsutaan Hypaksi sekä Tekniikan aloihin (Luonnontieteiden, Tekniikan ja liikenteen sekä Luonnonvara- ja ympäristöalat), jatkossa Teklu, kokonaisuuksiin jatkoanalyysien varten. Jako noudattaa kohdeorganisaatiossa käytettyä jakoa. Hypaan kuuluvia vastaajia on 83, joista 62 naisia, 20 miehiä ja 1 muu. Vastaavasti Tekluun kuuluvia vastaajia on 66, joista 16 naisia, 46 miehiä ja 3 on ilmoittanut sukupuolekseen muu. Sukupuoltaan ei ole ilmoittanut 1 vastaaja.

Kyselyyn on vastanneista 83.3 % (N=125) on perustutkintoa suorittavia opiskelijoita ja vain 14.0% (N=21) suorittaa ammattitutkintoa, mikä on huomiotava analysoitaessa aineistoa. Vastausten epätasainen jakautuminen selittynee pääosin tiedonkeruussa käytetyllä menetelmällä, sillä vaikka ammatillista perustutkintoa opiskelevilla opintohallintojärjestelmä on päivittäinen työväline, se ei sitä ammattitutkintoa pääasiassa työn ohella suorittavilla ole. Vastaajista kaksi osallistuu lisäksi valmentavaan koulutukseen ja kaksi suorittaa osatutkintoa. Eri tutkintoa suorittavien ryhmien kokoero on niin suuri, että kyseisestä taustamuuttujasta (suoritettava tutkinto) päätettiin luopua. Perustutkintoa suorittavien suuri määrä vaikuttaa myös iän käyttämiseen taustamuuttujana, sillä pääosa perustutkinnon suorittajista on nuoria. Vastaajien mediaani-ikä on 18, vaikka keskiarvoikä nouseekin 24.4 vuoteen. Vastaajien ikähaitari on siis laaja, 16-65

vuotta. Analyysia varten aineisto luokiteltiin iän mukaan kahteen osaan, 16-24 -vuotiaisiin ja yli 24-vuotiaisiin vastaajiin. 16-24 -vuotiaita vastaajista on 105 ja 20-65 -vuotiaita 45. Ikäjako noudattaa tilastokeskuksen ja työhallinnon nuorisotyöttömyydelle määriteltyä ikäjako (15-24). Ammatillisessa koulutuksessa ei enää varsinaista jakoa nuorten ja aikuisten koulutuksiin käytetä.

4.3 Aineiston analysointi

Aineiston analyysi suoritettiin IBM SPSS Statistics 24-ohjelmalla. Analysoinnissa on käytetty apuna Oulun yliopiston IBM SPSS Statistics Perusteet -opasta (Karhunen ym., 2011).

Summamuuttujien osioanalyysin indeksinä käytettiin Cronbachin alpha -kerrointa ja alphan raja-arvona yli .70. Ennen varsinaista kyselyä edeltäneellä pilottitutkimuksella pyrittiin varmistamaan summamuuttujien riittävä reliabilitteetti. Alla olevasta taulukosta 1 voidaan tarkastella väittämistä muodostettujen summamuuttujien osioita ja alphan arvoa. Lisäksi taulukosta löytyy keskiarvot ja hajonnat. Ennen summamuuttujien muodostamista muunnettiin käänteisinä toteutettujen väittämien 22 *Robotit osaavat pian samat kuin ihminenkin* sekä 27 *Uskon, että nykyinen koulutukseni takaa töitä eläkeikään saakka* asteikot päinvastaisiksi vastaamaan muiden summamuuttujan väittämien asteikkojen suuntaa siten että alkuperäisen asteikon 1 = Täysin eri mieltä muutettiin arvoksi 5 = Täysin samaa mieltä, alkuperäinen 2 = Osittain eri mieltä muutettiin arvoksi 4 = Osittain samaa mieltä ja niin edelleen. Näin ollen uusien väittämien voidaan sanoa kuuluvan käänteisinä seuraavasti: Robotit eivät osaa pian samaa kuin ihminen ja En usko, että nykyinen koulutukseni takaa töitä eläkeikään saakka.

TAULUKKO 2 Summamuuttujat

Summamuuttujan nimi ja muuttujan sisältämät väittämät	Alpha
ODOTUKSET	.72
<i>Tekoäly tulee ratkaisemaan monia ihmiskunnan ongelmia</i>	
<i>Ihmisen elämä helpottuu ja vapaa-aika lisääntyy tekoälyn kehittymisen ja robottien yleistymisen myötä</i>	
<i>Työtehtäviä katoaa tekoälyn lisääntyessä, mutta tilalle syntyy uutta ja mielekkäämpää työtä</i>	
<i>Tekoälyn myötä inhimilliset virheet vähentyvät esimerkiksi liikenteessä ja lääketieteessä</i>	
PELOT	.79
<i>Älykkään teknologian kehitys muuttaa ihmisten elämää liian nopeasti</i>	
<i>Teknologian kehitys ja uusien keksintöjen käyttöönotto luo ongelmia yhtä paljon kuin ratkaisee niitä</i>	
<i>Älykäs teknologia on nousemassa ihmisen palvelijasta ihmisen herraksi</i>	
<i>Tekoälyn nopea kehitys on pelottavaa</i>	
<i>Tekoälyn kehittyessä ja robottien yleistyessä entistä harvemmalle riittää enää töitä</i>	
<i>Supertekoälyn kehittyminen uhkaa lopulta koko ihmiskuntaa</i>	

EKSPERTTIYS

.73

*Kone ei voi koskaan täysin korvata ihmistä**Ihmisellä on ominaisuuksia, joita kone ei voi oppia tai hallita**Tulevaisuuden työelämässä tarvitaan luovaa ongelmanratkaisua**Robotit eivät pystyvät pian samaan kuin ihminen (käännetty)*

Aineistosta pystyttiin siis muodostamaan kolme summamuuttujaa suunnitellun viiden sijaan onnistuneesta pilottitestauksesta huolimatta. Valmiuksia koskevien väittämien (väittämät 23-27) alpha – kerroin jäi .61:een. Teknologisen kehityksen saavutuksia ja nopeutta koskevista odotuksista tehdyistä väittämistä kokeiltiin myös kahden erillisen summamuuttujan (suunta ja nopeus, väittämät 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15 ja 17) muodostamista, mutta pelkkiä teknologisen kehityksen nopeutta koskevien väittämien osalta (väittämät 5, 7, 12, 17) alpha-kerroin jäi .56:een. Yksittäisten väittämien poistaminen ei olisi kummankaan summamuuttujan osalta nostanut alphan kerrointa lähelle vaadittavaa .70:ä, joten näiden summamuuttujien muodostaminen päätettiin jättää pois aineiston analyysistä. Tuloksissa kiinnitetään kuitenkin huomiota yksittäisiin väittämiin saatuihin vastauksiin.

Tutkimuskysymyksiin 1 ja 2 haettiin vastausta tarkastelemalla summamuuttujien keskiarvoja ja mediaaneja (mikäli muuttuja ei ole normaalisti jakautunut), joita verrataan tutkimuksessa käytettyyn asteikkoon 1-5. Lisäksi summamuuttujia tutkittiin käsiteanalyttisesti ottaen ottamalla huomioon summamuuttujien eri osioiden saamia arvoja. Tuloksissa huomioidaan myös summamuuttujien ulkopuolelle jääneiden väittämien saamia arvoja. Eri sukupuolten, eri ikäryhmien ja muiden taustamuuttujien eroja vertailtiin t-testin ja varianssi-analyysin avulla. Lisäksi etsittiin summamuuttujien välisiä yhteyksiä korrelaatioiden avulla vastauksena tutkimuskysymykseen 3. Minkälaisia yhteyksiä työntekijöiden odotuksilla ja peloilla on heidän käsityksiinsä eksperttiydestä ja valmiuksista?

5 TULOKSET

Seuraavassa esitellään tutkimuksen tulokset pyrkien vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tekstissä esitellään tilastollisesti merkitseviä tuloksia, joista tehtyjen tulkintojen perusteista saa lisätietoa tekstin lomassa esitetyistä tai liitteenä olevista taulukoista. Taustamuuttujina analyyseissa on käytetty ikäryhmiä, sukupuolta, koulutusala ja koulutuskokonaisuutta.

5.1 Odotukset

Odotukset-summamuuttujalla mitattiin vastaajien odotuksia älyteknologian kehityksen saavutuksista. Summamuuttujan osioanalyysistä (Cronbachin alpha) on mahdollista tarkastella, kuinka johdonmukaisesti eri kysymykset mittaavat samaa käsitettä (ks. Liite 3 Odotukset-summamuuttuja). Odotuksia koskeviin kysymyksiin on vastattu hyvin johdonmukaisesti. Minkään muuttujan eli osion poistaminen ei nosta tai laske alpha-kerrointa kovin merkittävästi (alpha if item deleted). Aineisto on myös histogrammista silmämääräisesti arvioiden suhteellisen normaalisti jakautunut (ks. Liite 3), joten analyyssimenetelminä käytettiin parametrisia independent t-testiä (ikäryhmä, sukupuoli, koulutusalakokonaisuus) ja koulutusalojen osalta yksisuuntainen varianssianalyysi (One-Way ANOVA) ja post hoc -testeissä bonferroni-korjaus tilastollisen virhepäätelytyypin I kontrolloimiseksi.

Odotukset teknologisen kehityksen saavutuksista ovat opiskelijoiden keskuudessa hyvin vaihtelevia koko aineiston keskiarvon ollessa 3.0 ja keskihajonnan 0.95. Eri sukupuolten välillä löytyi independent t-testillä tilastollisesti merkitsevä ero ($t(143)=-2.98$, $p=.003$) naisten ($N=79$) keskiarvon 2.8 ollessa pienempi kuin miesten ($N=66$) keskiarvo 3.2.

TAULUKKO 3 Odotukset-summamuuttujan tunnusluvut sukupuolen mukaan jaoteltuna

	Sukupuoli	N	keski-arvo	keskihajonta	t(143)	p
ODOTUKSET	Nainen	79	2.8	0.91	-2.98	.003
	Mies	66	3.2	0.92		

Efektikokoa mittaava Cohenin $d=0.40$ eli efektikoko on pieni. Näin ollen voidaan sanoa, että sukupuolten välillä on pientä eroa odotuksissa teknologisen kehityksen saavutuksissa siten, että miesten odotukset ovat naisia hieman suurempia. Ikäryhmien, koulutusalojen tai -kokonaisuuksien välillä ei tilastollisesti merkitseviä eroja löytynyt.

Tarkasteltaessa tarkemmin yksittäisten väittämien eroja (ks. taulukko 4), miehet suhtautuvat naisia toiveikkaammin tekoälyn kykyyn ratkaista monia ihmiskunnan ongelmia, inhimillisten virheiden vähenemiseen sekä uskovat elämän yleisesti helpottuvan ja vapaa-ajan lisääntyvän tekoälyn ja robottien yleistymisen myötä. Eroille löytyi myös tilastollista merkitsevyyttä epäparametrisella Mann Whitney U -testillä (ks. taulukko 4).

TAULUKKO 4 Odotukset-summamuuttujan yksittäisten väittämien tunnuslukuja sukupuolen mukaan jaoteltuna

ODOTUKSET	Sp	N	mediaani	keskihajonta	Z	p
Tekoäly tulee ratkaisemaan monia ihmiskunnan ongelmia	Nainen	79	3.0	1.27	-2.494	.013
	Mies	66	4.0	1.35		
Ihmisen elämä helpottuu ja vapaa-aika lisääntyy tekoälyn kehittymisen ja robottien yleistymisen myötä	Nainen	79	3.0	1.21	-3.261	.001
	Mies	66	4.0	1.20		
Tekoälyn myötä inhimilliset virheet vähentyvät esimerkiksi liikenteessä ja lääketieteessä	Nainen	79	2.0	1.20	-2.304	.021
	Mies	66	3.5	1.26		

Jos puolestaan tarkastellaan teknologisen kehityksen nopeuteen liittyviä yksittäisiä väittämiä 5, 7, 12 ja 17 (joista ei siis pystytty muodostamaan summamuuttujaa), voidaan kiinnittää huomiota muutamaa mielenkiintoiseen tekiään. Jopa 49.0% vastaajista ($N=74$) uskoo, että *Tietokone ylittää ihmisen älykkyyteen jo lähivuosina*, eli on osittain tai täysin samaa mieltä väittämän kanssa. 60.6% vastaajista ($N=91$) puolestaan uskoo samalla luokittelulla, että *Tekoäly ja robotit korvaavat ison osan ihmisen tekemästä työstä lähivuosikymmeninä*. Kaikkien väittämien keskiarvot ovat kuitenkin lähellä kolmea ja keskihajonnat melko suuria (yli 1.23). Voitaneen siis todeta, että väittämät jakavat mielipiteitä. Sukupuolten välillä merkitsevää eroa löytyi ainoastaan yhdestä väittämästä epäparametrisella Mann Whitney U -testillä: Miehet (mediaani 4.0, keskihajonta 1.20) uskoivat

naisia (mediaani 3.0, keskihajonta 1.17) useammin, että *Tietokone ylittää ihmisen älykkyyteen jo lähivuosina* ($Z=-2.835$), $p=.005$).

5.2 Pelot

Pelot-summamuuttujalla mitattiin älyteknologian kehitykseen liittyviä pelkoja. Osioanalyysin tulokset ja histogrammi löytyvät liitteestä 4 Pelot-summamuuttuja. Osioanalyysistä on todettavissa, että väittämiin on vastattu suhteellisen johdonmukaisesti eli yksittäisten osioiden poistamisella (alpha if item deleted) on alphan arvoon vain laskeva merkitys. Myös pelkoja koskevan summamuuttujan jakauma on silmämääräisesti histogrammista tarkastellen suhteellisen lähellä normaalijakaumaa, joten analyysissä käytettiin Odotukset summamuuttujan tavoin parametrisia testejä.

Pelot-summamuuttujan keskiarvo on 3.5 ja keskihajonta 0.89. Voidaan siis todeta, että tekoälykehitykseen liittyy pelkoja. Pelot-summamuuttujasta löytyi myös tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ($t(143)=3.83$, $p=.000$) naisten ja miesten välillä efektikoon ($d=.63$) ollessa keskisuuri. Voidaankin todeta, että naisilla on miehiä melko paljon enemmän pelkoja älyteknologian kehitykseen liittyen.

TAULUKKO 5 Pelot-summamuuttujan tunnusluvut sukupuolen mukaan jaoteltuna

	Sukupuoli	N	keski- arvo	keski- hajonta	$t(143)$	p
PELOT	Nainen	79	3.8	0.76	3.83	.000
	Mies	66	3.2	0.95		

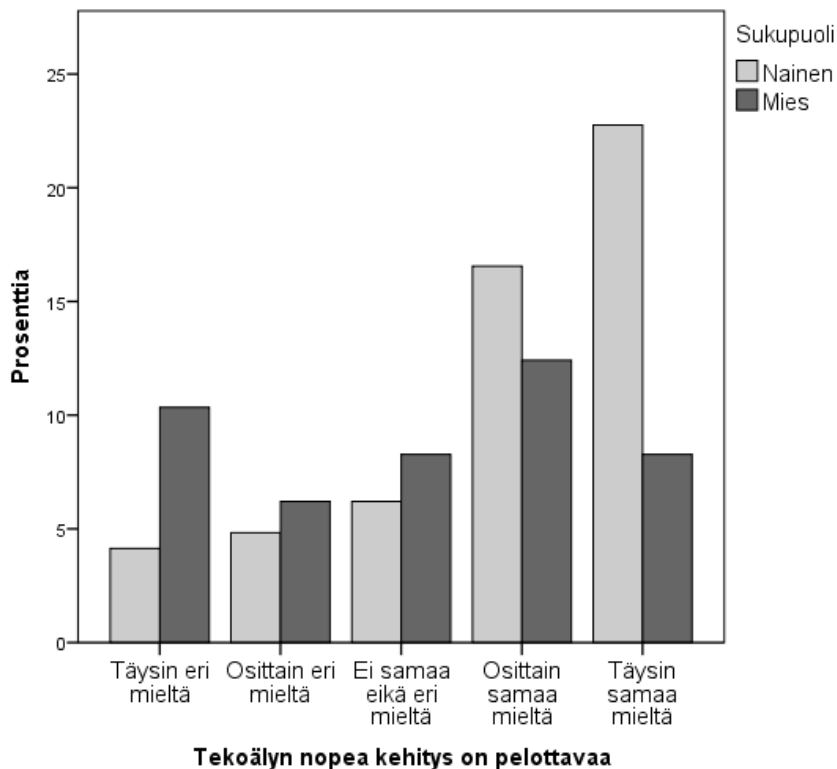
Tarkasteltaessa yksittäisten muuttujien frekvenssijakaumia, voidaan todeta, että vastaajista 74.0% (osittain tai täysin samaa mieltä) oli huolissaan erityisesti siitä, ettei työtä riitä enää kaikille (keskiarvo 4.0, keskihajonta 1.11), 66.0% siitä, että kehitys muuttaa ihmisen elämää liian nopeasti (keskiarvo 3.6, keskihajonta 1.32) ja 66.0%:n mielestä luoden uusia ongelmia yhtä paljon kuin ratkaisun niitä (keskiarvo 3.8, keskihajonta 1.12).

TAULUKKO 6 Pelot-summamuuttujan osioiden tunnusluvut

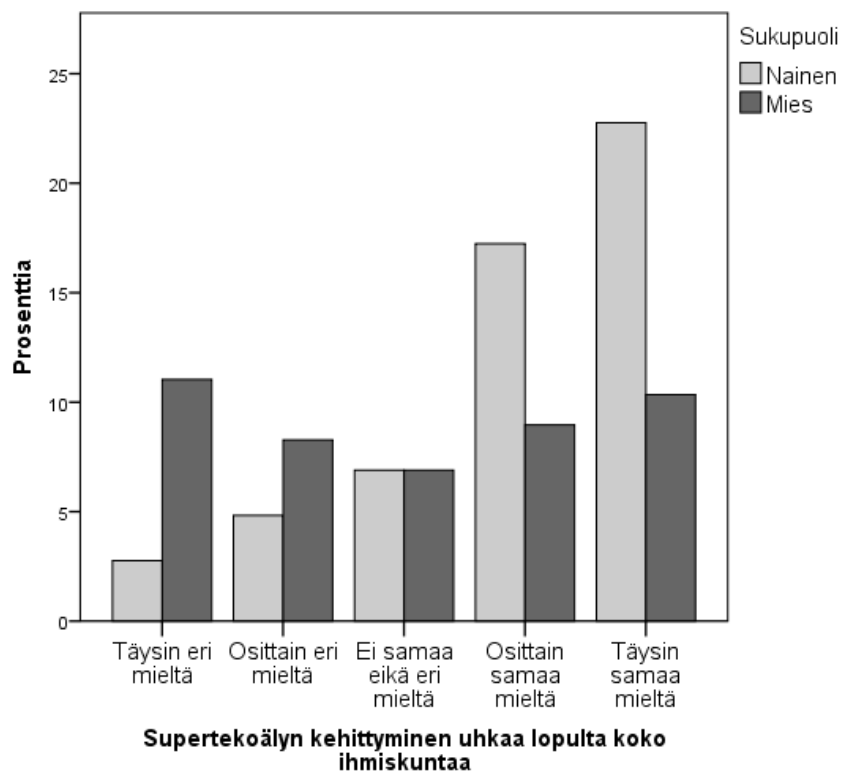
	N	Keskiarvo	Keskihajonta
Älykäs teknologia on nousemassa ihmisen palvelijasta ihmisen herraksi	150	2.7	1.29
Älykkään teknologian kehitys muuttaa ihmisen elämää liian nopeasti	150	3.6	1.32
Teknologinen kehitys ja uusien keksintöjen käyttöönotto luo ongelmia yhtä paljon kuin ratkaisee niitä	150	3.8	1.12
Tekoälyn kehittyessä ja robottien yleistyessä entistä harvemmalle riittää enää työtä	150	4.0	1.11

Tekoölyn nopea kehitys on pelottavaa	150	3.5	1.40
Supertekoölyn kehitys uhkaa pian koko ihmiskuntaa	150	3.5	1.41

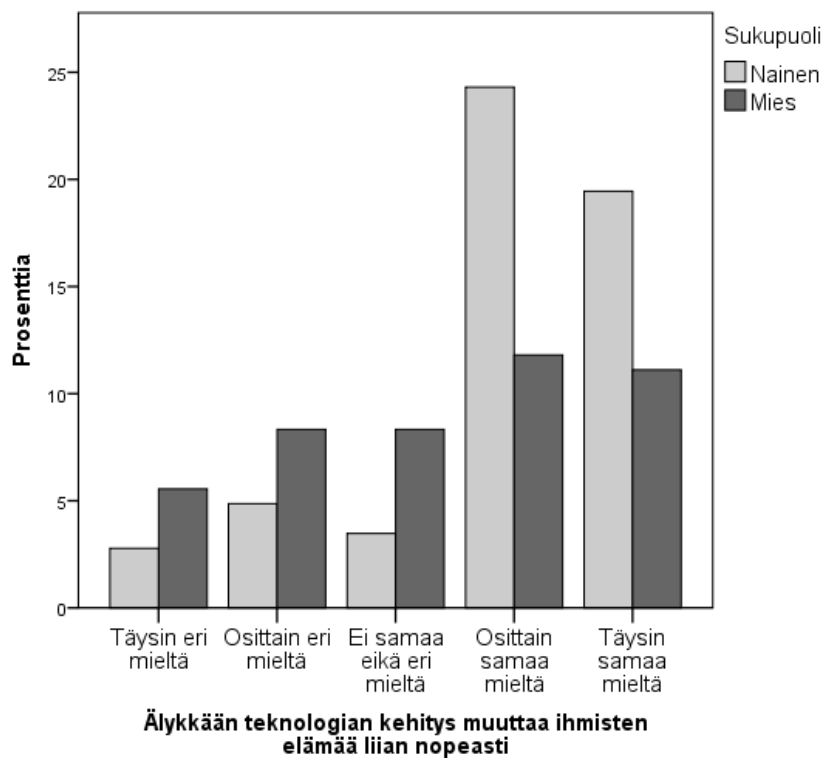
Tarkasteltaessa sukupuolten välisiä eroja, on silmiinpistävää, että jopa 73.2 % (osittain tai täysin samaa mieltä) naisista kokee tekoölyn nopean kehityksen pelottavana, kun miehillä vastaava luku on 45.5% (KUVIO 4), ja 73.4 % naisista uskoo supertekoölyn kehittymisen uhkaavan lopulta koko ihmiskuntaa miesten luvun ollessa 42.4% (KUVIO 5). Naiset (79,7% osittain tai täysin samaa mieltä) kokevat myös älykkään teknologian muuttavan ihmisen elämää liian nopeasti miehiä (50.0%) selvästi useammin (KUVIO 6). Muissa väittämässä sukupuolten väliset erot ovat pienempiä.



KUVIO 4 Tekoölyn nopea kehitys on pelottavaa -väittämä sukupuolittain jaoteltuna



KUVIO 5 Supertekoälyn kehittyminen uhkaa lopulta koko ihmiskuntaa -väittäjä sukupuolittain jaoteltuna



KUVIO 6 Älykkään teknologian kehitys muuttaa ihmisten elämää liian nopeasti -väittäjä sukupuolittain jaoteltuna

Sukupuolen lisäksi myös iällä on vaikutusta pelon kokemiseen. Nuoriso-ikäryhmään (16-24 v.) kuuluvien vastaajien keskiarvo 3.7 on suurempi kuin yli 24-vuotiaiden keskiarvo 3.3, mutta efektikoko on varsin pieni ($d=.45$). Voidaan siis todeta, että nuoriso-ikäryhmä kokee pelkoa vähän yleisemmin kuin vanhempi ikäryhmä.

TAULUKKO 7 Pelot-summamuuttujan tunnusluvut ikäryhmän mukaan jaoteltuna

	Ikäryhmä	<i>N</i>	keski- arvo	keski- hajonta	<i>t</i> (148)	<i>p</i>
PELOT	16-24 v.	105	3.65	0.85	2.54	.012
	25-65 v.	45	3.25	0.92		

Koulutusalojen tai koulutusalakokonaisuuksien välillä ei tilastollisesti merkitseviä eroja löytynyt.

5.3 Eksperttiys

Eksperttiys-summamuuttujan tavoitteena oli mitata miten vastaajat kokevat ihmisen ja teknologian välisen suhteen tai tarkemmin ihmisen eksperttiyden suhteessa koneeseen. Osioanalyysin tulokset ja histogrammi löytyvät liitteestä 3 Eksperttiys-summamuuttuja. Osioanalyysistä on todettavissa, että väittämiin on vastattu suhteellisen johdonmukaisesti. Aineisto on kuitenkin vino eli ei noudata normaalijakaumaa. Näin ollen analyyseissa on käytetty epäparametrisia Mann Whitney U - ja Kruskal-Wallis/Friedman -testejä.

Ihmiset uskovat ihmisen eksperttiyteen suhteessa koneeseen summamuuttujan mediaanin ollessa jopa 4.5 ($SD=0.69$). Vastauksista 90.7% ($N=136$) on asteikon keskiarvoa 3 suurempia ja jopa 74% vastauksista 4 tai yli. Naisten näkemys ihmisten eksperttiydestä suhteessa koneeseen on miehiä suurempi ja ero on Mann Whitney U -testin mukaan tilastollisesti merkitsevä ($Z=-2.257$, $p=.014$) naisten mediaanin ollessa 4.8 ja miesten 4.5.

TAULUKKO 8 Eksperttiys-summamuuttujan tunnusluvut sukupuolen mukaan jaoteltuna

	Sukupuoli	<i>N</i>	mediaani	keski- hajonta	<i>Z</i>	<i>p</i>
EKSPERTTIYS	Nainen	79	4.8	0.54	-2.257	.014
	Mies	66	4.5	0.78		

Myös eri koulutusaloilla opiskelevat kokivat eksperttiyden eri tavalla tarkasteltaessa Hypa ja Teklu -jaoteltuja koulutusaloja (ks. luku 4.2). Hyvinvointija palvelualojen opiskelijoiden näkemykset ihmisen eksperttiydestä olivat kor-

keammat (mediaani 4.8) kuin Tekniikan, liikenteen ja luonnonvara-alojen opiskelijoiden (mediaani 4.5).

TAULUKKO 9 Eksperttiys-summamuuttujan tunnusluvut koulutusalakokonaisuuden mukaan jaoteltuna

	Kokonaisuus	N	mediaani	SD	Z	p
EKSPERTTIYS	Hypa	83	4.8	0.54	-2.454	.014
	Teklu	66	4.5	0.82		

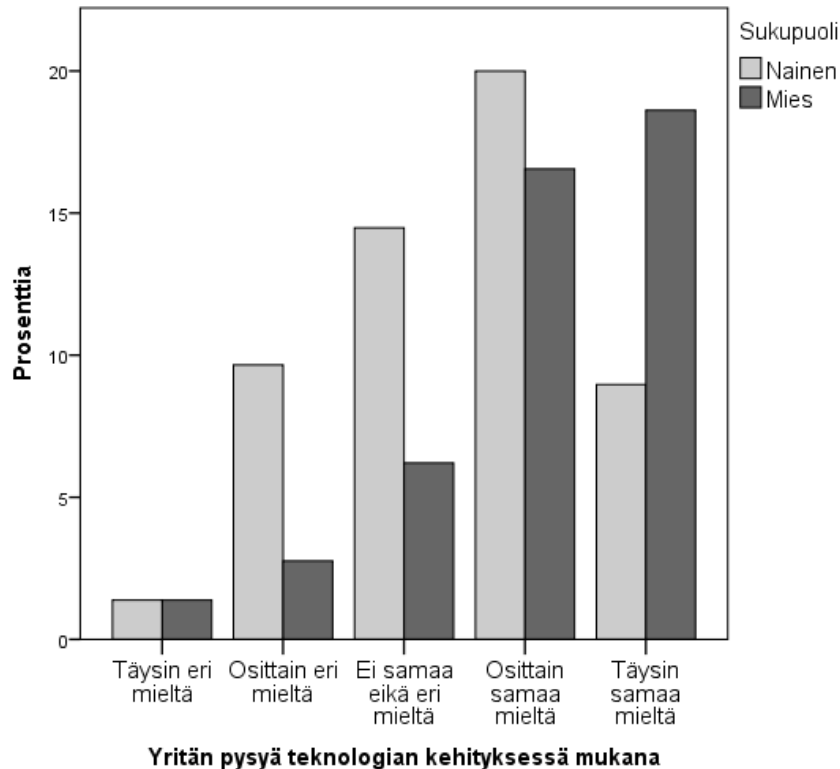
Eri ikäryhmien välillä ei tilastollista merkitsevyyttä löytynyt.

Tarkasteltaessa yksittäisiä muuttujia, vastaajat olivat erittäin yksimielisiä väittämässä *Kone ei voi koskaan korvata ihmistä, Ihmisellä on ominaisuuksia joita kone ei voi oppia tai hallita ja Tulevaisuuden työelämässä tarvitaan ihmisen luovaa ongelmanratkaisua* keskiarvon ollessa kaikissa väittämässä 4.6 ($N=150$). Eniten erimielisyyttä ja hajontaa aiheutti väittämä *Robotit eivät pysty pian samaan kuin ihminen* (käännetty väittämä, alkuperäisen sanamuoto oli *Robotit pystyvät pian samaan kuin ihminen*) keskiarvon ollessa 3.7 ja keskihajonnan 1.18 ($N=150$).

5.4 Valmiudet

Vaikka Valmiudet-summamuuttujaa ei osioanalyysin perusteella voitu muodostaa, kiinnitetään seuraavassa huomiota yksittäisten väittämien saamiin vastauksiin. Mielenkiintoinen yksityiskohta on väittämä *Nykyinen koulutukseni takaa töitä eläkeikään saakka*, joka on lomaketta laatiessa suunniteltu käännteiseksi. Vain 15.4% vastaajista ($N=23$) oli täysin tai osittain eri mieltä väittämän kanssa. Pääosa vastaajista uskoo siis nykyisen koulutuksen takaavan heille töitä eläkeikään saakka mediaanin ollessa 4.0.

Tarkasteltaessa yksittäisten väittämien sukupuolten välisiä eroja epäparametrisella Mann-Whitney U -testillä, löydettiin tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ($Z=-3.573$, $p=.000$, $N=145$) sukupuolten välillä väittämässä *Yritän pysyä teknologisessa kehityksessä mukana*. Miehistä 77.3% ($N=51$) on osittain tai täysin samaa mieltä väittämän kanssa, kun taas naisista vastaava luku on 53.2% ($N=42$).



KUVIO 7 Yritän pysyä teknologian kehityksessä mukana -väittämä sukupuolen mukaan jaoteltuna

5.5 Muuttujien välisiä yhteyksiä

Summamuuttujien välisiä yhteyksiä selvitettiin korrelaatioiden avulla. Tuloksia tulkittaessa on oleellista muistaa, että korrelaatio kertoo käsitteiden välisestä yhteydestä, mutta eivät yhteyden suunnasta (Alkula ym., 1994, s. 237). Kahden summamuuttujan ollessa normaalisti jakautuneita ja yksi vinoutunut, käytettiin kahta eri korrelaatiotestiä, Pearsonin parametristä korrelaatiotestiä silloin kun molemmat muuttujat olivat normaalisti jakautuneita ja Spearmanin korrelaatiotestiä silloin kun vähintään toinen muuttujista oli epäparametrinen.

Odotusten ja Pelkojen välillä löytyi Pearsonin testillä tilastollisesti merkitsevä keskivahva ($.30 < r < .50$) negatiivinen korrelaatio ($r = -.369$, $p = .000$). Tämä tarkoittaa sitä, että mitä korkeammat odotukset teknologisen kehityksen saavutuksille ovat, sitä vähemmän niihin kohdistuu pelkoja tai vastaavasti mitä alhaisemmat odotukset teknologisen kehityksen saavutuksille ovat, sitä enemmän kohdistuu pelkoja teknologiseen kehitykseen ja työelämän muutoksiin.

Myös Odotusten ja Eksperttiyden (epäparametrinen) välillä löytyi Spearmanin testillä tilastollisesti merkitsevä heikko ($\rho < .40$) negatiivinen korrelaatio ($\rho = -.318$, $p = .000$). Tulosta voidaan tulkita siten, että mitä korkeammat odotukset ovat älyteknologian saavutuksista, sitä alhaisempi on käsitys ihmisen eksperttiydestä suhteessa älyteknologiaan, tai vastaavasti mitä korkeampi on käsitys

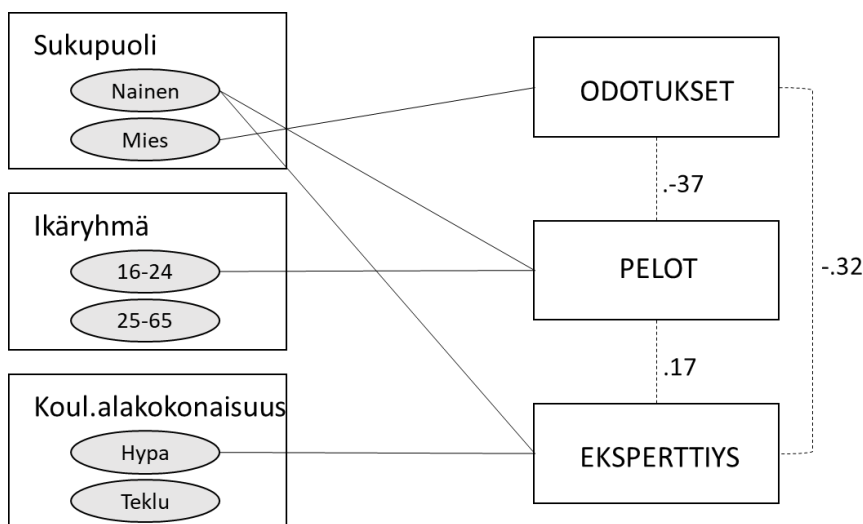
ihmisen eksperttiydestä suhteessa älyteknologiaan, sitä alhaisemmat ovat odotukset älyteknologian saavutuksista.

Vertailtaessa Eksperttiyttä (epäparametrinen) ja Pelkoja, löytyi Spearmanin testillä tilastollisesti merkitsevä mutta erittäin heikko ($\rho < .20$) korrelaatio ($\rho = .169$, $p = .038$), joka kertoo siitä, että näkemys ihmisen eksperttiydestä on yhteydessä pelkoihin. Voidaan siis todeta, että mitä korkeampi näkemys ihmisen eksperttiydestä suhteessa koneeseen sitä suuremmat ovat myös pelot, mutta käsitteiden välinen yhteys on matala.

5.6 Kokoavia tuloksia

Kuviossa 8 on nähtävissä tulosten yhteenvetoa tutkimusasetelman muodossa. Kuviossa esitellään ainoastaan tilastollisesti merkitseviä tuloksia, jotka on kuvattu laatikoita yhdistävillä viivoilla. Taustamuuttujien osalta verrataan ryhmiä toisiinsa (nainen vai mies, 16-24 vai 25-65-vuotiaat ja Hypa vai Teklu) eli yhteys on piirretty sen sosio-demografisen ryhmän ja summamuuttujan välille, joka on saanut korkeamman arvon ja mikäli ero on tilastollisesti merkitsevä. Esimerkki taulukon tulkinnasta: Miesten ja naisten välillä on tilastollisesti merkitsevä ero odotuksissa älyteknologian saavutuksiin siten että miesten odotukset naisia ovat korkeammat.

Samaan kuvioon on merkitty lisäksi summamuuttujien välisten yhteyksien korrelaatiokertoimet.



KUVIO 8 Tulosten yhteenvetoa

Naiset siis uskovat miehiä useammin ihmisen eksperttiyteen suhteessa koneeseen. Sama koskee Hyvinvointi- ja palvelualojen opiskelijoita, joiden käsitys ihmisen eksperttiydestä on siis Tekniikan, liikenteen ja luonnonvara-alojen

opiskelijoita korkeampi. Miesten odotukset teknologian saavutuksista ovat puolestaan naisia korkeampia, ja he pyrkivät myös naisia enemmän pysymään mukana teknologian kehityksessä (yksittäinen väittäjä). Odotuksilla ja eksperttiydellä onkin negatiivinen korrelaatio, eli mitä suuremmat odotukset teknologian saavutuksista henkilöllä on, sitä vähemmän hän kokee ihmisen ekspertiksi suhteessa teknologiaan tai toisin päin. Toisaalta eksperttiyden mediaani on korkea eli käsitys ihmisen eksperttiydestä on kokonaisuudessaan vahvaa.

Naisten ja nuoremman ikäryhmän osalta teknologiseen kehitykseen kohdistuu enemmän pelkoja kuin miesten ja vanhemman ikäryhmän osalta. Pelot myös korreloivat negatiivisesti odotusten kanssa eli mitä enemmän teknologiaan kohdistuu pelkoja, sitä alhaisemmat ovat odotukset teknologian saavutuksista tai toisin päin. Kun pelot vielä korreloivat eksperttiyden kanssa, lienee mahdollista vetää tuloksia yhteen siten, että usko ihmisen eksperttiyteen on vahva, mutta mikäli ihmisellä on teknologiseen kehitykseen kohdistuvia pelkoja, hän ei myöskään usko teknologian saavutuksiin yhtä vahvasti.

6 POHDINTA

Seuraavassa yhdistetään tutkimustuloksia tutkielman teoreettiseen osuuteen pyrkien kuvaamaan subjektiivisten odotusten, asenteiden ja pelkojen suhdetta objektiivisempiin näkemyksiin älykkään teknologian kehityksestä ja työelämän muutoksesta. Lisäksi luodaan katsaus tutkimuksen luotettavuusnäkökulmiin ja esitellään mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

6.1 Älyteknologiaan kohdistuvat odotukset

Ammatillisen koulutuksen opiskelijoilla on yksilöstä riippuen hyvin erilaisia käsityksiä älyteknologian kehityksestä toisten uskoessa tekoälyteknologian voimaan jopa ihmiskunnan ongelmien ratkaisijana ja toisten epäillessä sen kykyä pelkästään inhimillisten virheiden vähentäjänä liikenteessä ja lääketieteessä. Sama suuri hajonta koski kaikkia tutkimuksen odotuksia koskevia väittämiä. Sukupuolten välillä eroa kuitenkin löytyi. Miesten odotukset tekoälyn saavutuksista olivat monella saralla naisten odotuksia suurempia.

Vaikuttaako vastausten hajontaan se, ettemme oikeastaan tiedä mistä puhumme tekoäly-käsitteen varsin kirjavan ja vapaamuotoisen käytön vuoksi? Samaan aikaan kun tekoäly tarkoittaa toiselle henkilölle ns. yleistä tekoälyä, käsittää toinen henkilö sen ns. kapeaksi tekoälyksi tai ihan joksikin muuksi (Weinbaum & Veitas, 2017, s. 371). Sama pätee median kevyesti tekemiin yleistyksiin tekoälykehityksestä, jossa yksittäiset edistysaskeleet kapean tekoälyn saralla rinnastetaan ihmisen älykkyyteen verrattavaan tekoälyyn (Lake ym., 2016, s. 2). Asiaan perehtymättömälle henkilölle tekoäly on tekoälyä ja tekoälysaavutukset aina tekoälysaavutuksia, niiden sisällöstä riippumatta. Koska lisäksi on vaikea tutkia jotain mitä ei ole vielä olemassa, kuten autonomista teknologiaa, saavat oletukset faktojen puuttuessa vallan (Mervis 2017). Mielipiteet tekoälystä perustuvat aina oletuksille, on kyse sitten alan eksperttien tai ei-eksperttien näkemyksistä (Armstrongin ym., 2014, s. 320). Myöskään viime aikaisella tekoälyhypellä (Mattila ym., 2017, s. 7-8) ei voi olla olematta vaikutusta ihmisten käsitysten taustalla oleviin oletuksiin. Siihen, miksi juuri miesten käsi-

tykset tekoälyn saavutuksista ovat korkeampia, ei tutkielman teoreettisesta viitekehystä löydy viitteitä.

Jos pohditaan odotusten realistisuutta yksittäisen väittämän kautta, olivat vastaajat yllättävän vahvoja siinä käsityksessä, että tietokone todella voi yltää ihmisen älykkyyteen jo lähivuosina. Tästä tutkimuskirjallisuus on varsin toista mieltä. Usein se, mikä on ihmiselle helppoa, on koneelle vaikeaa ja päinvastoin. Tämä koskee erityisesti tosielämän toimintaympäristöjä, joita ei voida säännellä eikä simuloida (Toivonen, 2017; Brynjolfsson & Mitchell, 2017, s. 1531-1532). Vaikka tekoälyllä on saavutuksia yksittäisissä rajatuissa tehtävissä, ei se tarkoita, että kone ajattelisi kuin ihminen (Lake yms., 2016, 65-66). Tekoälyyn, jota voidaan pitää jollain tasolla autonomisena, on aikaa Sathin (2016, 8-9) mukaan vielä vuosikymmeniä, jos se koskaan ylipäänsä on mahdollista tai edes tavoitellun arvoista (Toivonen, 2017). Kyseenalaista on edelleen myös se, onko ihmisen älykkyyden edes sellaista älykkyyttä, johon tekoälyä kehitettäessä tulevaisuudessa kannattaa pyrkiä (Toivonen, 2017).

6.2 Pelottavan suuri muutos

Älyteknologian kehittyminen ja kehityksen nopeus herättää huolta, niin ammatillisen koulutuksen opiskelijoiden mielissä kuin yleisemminkin (DeCanio 2016, s. 280). Töitä ei tulevaisuudessa tule riittämään kaikille ja uusia ongelmia syntyy samaan tahtiin, kun niitä älyteknologian keinoin ratkaistaan. Lisäksi kaikki tapahtuu liian nopeasti. Erityisesti naiset myöntävät pelkonsa ja uskovat super-tekoälyn kehittymisen jopa uhkaavan lopulta koko ihmiskuntaa. Myös nuoret, 16-24-vuotiaat kokevat pelkoa vähän yleisemmin kuin yli 24-vuotiaat.

Aiheuttaako pelkoa se, mitä emme voi ymmärtää tai hallita? Nykyinen teknologia ja järjestelmät ovat niin monimutkaisia että ymmärryksemme on väijäämättä rajoittunutta (Hollnagel ym., 1995, 2-3, 8.). Tämä vaikuttaa agenttiuden tunteeseen, joka on tunne siitä, että on kontrollissa itsensä ja ympäristönsä suhteen. Merkityksellisen agenttiuden tunne on puolestaan oleellista ihmisen ja teknologian onnistuneessa vuorovaikutussuhteessa (Steinhauser ym., 2009, s. 8). Kontrollin tunne katoaa silloin kun osaaminen ei riitä esimerkiksi ihmisen ja teknologian käyttöliittymän ymmärtämiseen, ja kuten edellä mainittiin, älyteknologian ollessa kyseessä ymmärryksemme on väijäämättä rajoittunutta. Kun ihminen edes mielikuvissaan kuvittelee vuorovaikutustaan kehittyneen älyteknologiasovelluksen kuten robotin kanssa, on kyse siis vain mielikuvista, joiden perusteet saattavat ulottua tieteiselokuvien roboteista luomiin uhkakuviiin saakka, sillä mitään todellisuuteen perustuvia mielikuvia ihmisen ja autonomisen robotin menestyksekkästä yhteistyöstähän ei vielä voi edes olla olemassa (Limerick ym. 2016, s. 2-3, 6-7). Negatiiviset asenteet ovat kuitenkin todellinen ilmiö ja myös mahdollinen este tulevaisuuden älyteknologiasovelluksien käyttöönotolle. Tekoälykehityksen rinnalla tulisikin kiinnittää huomiota psykologisiin prosesseihin näiden negatiivisten asenteiden takana. (Zlotovski ym., 2017, s. 48.)

Jotta ihmisen kokemus kontrollista ja sitä kautta agenttiudesta säilyisi nopean älyteknologian vauhdissa mukana, tulisi ihmisen kyetä päivittämään jatkuvasti mentaalisia representaatioitaan nykytilasta ja luomaan relevantteja odotuksia tulevaisuudesta (Hollnagel ym., 2013, s. 4). Kun tähän vaateeseen lisää aiemmin mainitut julkisen älyteknologiahypetyksen, käsitteiden käytön monimuotoisuuden sekä oletuksille perustuvat ennusteet tekoälyn kehityksestä ja työpaikkojen katoamisesta, lienee väijäämätöntä että ymmärrys nykytilasta ja tulevaisuudesta on rajoittunutta, ja se mitä emme ymmärrä, pelottaa. Naisopiskelijoiden kohdalla tilannetta hankaloittaa tutkielman mukaan myös se, etteivät he edes pyri pysymään teknologian kehityksessä mukana samassa mittakaavassa kuin miehet.

6.3 Ihminen on ekspertti

Ammatillisen koulutuksen opiskelijoilla on erittäin vahva käsitys ihmisen eksperttiydestä suhteessa koneeseen. Tutkimuskirjallisuudessa ollaan aiheesta hyvin samaa mieltä: Automatisaation kadottaessa työtehtäviä jäljelle jääneiden tehtävien merkitys ja inhimillisten ominaisuuksien, kuten ongelmanratkaisun, joustavuuden ja luovuuden tarve vain korostuu (Pyöriä, 2017, s. 15; Autor, 2015, s. 5-6; Brynjolfsson & Mitchell, 2017, s. 1531; Hoc 2000, s. 838). Opiskelijat uskovat, että ihmisellä todella on ominaisuuksia joita kone ei voi koskaan oppia tai hallita, kone ei siis voi korvata ihmistä. Robottien tulevista kyvyistä ollaan kuitenkin montaa mieltä ja osa opiskelijoista uskookin, että robotit tulevat lähiaikoina pystyvän samaan kuin ihminenkin. Tulos on ristiriitainen. Toisaalta uskotaan ihmisen eksperttiyteen, toisaalta teknologiseen kehityksen suureen harppaukseen. Näillä tekijöillä on kaikesta huolimatta kuitenkin heikko negatiivinen yhteys eli mitä enemmän uskotaan ihmisen eksperttiyteen, sitä vähemmän uskotaan älyteknologian saavutuksiin.

Silti, teknologinen kehitys muuttaa työelämää ja yksilön on kyettävä muuttumaan sen mukana. Huolestuttavin yksittäinen tulos onkin opiskelijoiden vakaa luottamus siihen, että nykyinen koulutus takaa työtä jopa eläkeikään saakka, kun juuri elinikäinen oppiminen on tekijä, joka tarjoaa suojaa työelämän muutoksessa. Sisäsyntyinen kiinnostus kaikkea uutta kohtaan tekee meistä tehokkaita oppijoita ja siksi ylivertaisia tekoälyyn verrattuna (Lake ym., 2016, s. 10-11). Sama läpi elämän jatkuva ketju ongelmia ja ongelmanratkaisua on siis myös ihmisen eksperttiyden takana. Ihmisen eksperttiys kehittyy ja hankitaan vuosien kuluessa, se on osaamista jota ei pystytä formalisoimaan tai laskennallisesti kuvaamaan (Hollnagel ym 2013, 5). Todellinen riski työpaikan katoamisen suhteen onkin ihmisillä, joiden kyvyt tai mahdollisuudet koulutautua ovat heikompia. Tämä koskee erityisesti eri osaamis- ja koulutustasoilla olevia ihmisiä: Mitä korkeampi koulutus, sitä paremmat valmiudet sopeutua jatkuvasti muuttuvaan työelämään. (Arntz ym., 2016, 25.) Mikäli opiskelija vakaasti uskoo opiskelevansa elinikäiseen ammattiin, ei pärjääminen tulevaisuuden työelämässä näyttäydä hänen kohdallaan kovin ruusuisena. Todellinen haaste ei tällöin

ole ainoastaan teknologinen kehitys sinänsä, vaan yksilötasolla elinikäisen oppimisen tarpeen ymmärtäminen ja sisäistäminen sekä yhteiskunnan tasolla digitaalisen epätasa-arvon lieventäminen ja yhtäläisten kouluttautumismahdollisuuksien tarjoaminen sosiaalisesta asemasta, iästä, koulutuksesta ja toimeentulosta riippumatta (Quinn, 2016, s. 502; Brynjolfsson & McAfee 2014, s. 206-220; Arntz ym., 2016, 25).

6.4 Luotettavuustarkastelua

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Myös luvussa 4.2 kuvattu katoanalyysi on osa luotettavuustarkastelua, sillä systemaattiseksi osoittautuva kato tulee huomioida aineiston analyysissä vääristymien välttämiseksi. Tässä tutkimuksessa vääristymää voidaan ajatella aiheutuvan perustutkinnon ja ammattitutkinnon suorittajien epäsuhtainen vastaajamäärä perustutkinnon suorittajien hyväksi. Jälkikäteen ajateltuna vastaajat olisi otoksen edustavuuden näkökulmasta kenties kannattanut rajata perustutkintoa suorittaviin, sillä ammattitutkintoa suorittavat ovat heterogeenisempi ja vaikeammin tavoitettava ryhmä. Tulosten yleistettävyys toteutuu siis parhaiten perustutkinnon suorittajien keskuudessa, joita oli vastaajista pääosa.

Validi mittaus antaa tietoa siitä, mitä todella halutaan mitata. Aiheen monimuotoisuus ja teoreettisen viitekehyksen laajuus vaikuttivat vääjäämättä myös validiteettiin. Suurinta haastetta aiheutti käsitteiden operationalisointi, joka edellyttäisi käsitteiden tarkkaa rajaamista sisällön validiteetin saavuttamiseksi. Mittarin sisällön tulisi siis vastata mitattavaa käsitettä. (Alkula ym. 1994, 92) Tutkielmassa käytetyiltä käsitteiltä puuttui kuitenkin valmis teoreettinen pohja eli käsitteet rakennettiin useita eri teoreettisia lähtökohtia yhdistellen. Tällöin sisällön validiteetti jäänee selkeää teoreettista mallia hyödyntäviä käsitteitä heikommaksi, vaikka sisällön validiteettia pyrittiinkin varmistamaan kirjoittamalla ja tutustumalla mahdollisimman tarkasti aiheita käsittelevään aiempaan tutkimuskirjallisuuteen.

Rakennevaliditeetti puolestaan toteuttaa tieteen kumulatiivisuusperiaatetta, jolloin tulosten voidaan sanoa olevan sopusoinnussa odotusten kanssa. Mittari on itse laadittu ja ensimmäistä kertaa käytössä, joten rakennevaliditeetin varmistaminen on vaikeaa poikkeavien tulosten kohdalla, mikäli sellaisia edes on käytettävissä. Silloin kun mittari ei ole vakiintunut, on validiteetin varmistaminen vaikeampaa. (Alkula ym., 1994, 92-94). Prosessivaliditeettiin eli tutkimuksen vaiheiden mahdollisimman tarkkaan kuvaukseen on pyritty kiinnittämään erityistä huomiota.

Eri syistä johtuvat satunnaisvirheet alentavat tulosten reliabiliutta. Satunnaisia virheitä voivat tuottaa muun muassa mittaajan tai vastaajan huolimattomuusvirheet, ja asenteita mitattaessa jopa vastaajan mielialan ailahtelu. Reliabiliteetin arvioinnissa käytetään apuna muun muassa rinnakkaismittauksia ja uusintamittauksia. (Alkula ym. 1994, s. 94-95.) Tässä tutkielmassa sum-

mamuuttujien reliabiliteetin arvioinnissa käytettiin Cronbachin alpha -kerrointa, jossa hyväksyttävänä osioanalyysin rajana oli .70. Mittarin reliabiliteettia pyrittiin varmistamaan esitestauksen avulla, mutta ilmeisesti esitestauksen satunnainen vastaajajoukko ei ollut verrattavissa tutkimuksen kohderyhmään, sillä esitestauksessa riittävän reliaabeleiksi arvioidut summamuuttujat osoittautuivat kohderyhmän osalta epäonnistuneiksi kahden summamuuttujan osalta. Nämä summamuuttujat jätettiin pois aineiston analyysistä.

6.5 Jatkotutkimusaiheita

Valittu aihe, tekoälyteknologia, on itsessään jatkuva kehityksen ja tutkimuksen kohde, jota voidaan tieteellisen tutkimuksen keinoin tarkastella lukemattomista eri näkökulmista ollen kenties silti aina askeleen jäljessä kehityksestä. Tutkimus tekoälykehityksen vaikutuksista puolestaan esimerkiksi työhön ja yhteiskuntaan on kenties lähimpänä tulevaisuudentutkimusta, jossa mahdollisia tulevaisuuksia on monia.

Tutkielman empiirisen osion osalta olisi mielenkiintoista tutkia tarkemmin, miten tekoäly käsitteenä määrittyy eri vastaajaryhmien mielessä tai minkälaisia mielikuvia älyteknologia herättää? Olisi mielenkiintoista selvittää myös mitkä tekijät vaikuttavat sosio-demografisten, kuten naisten ja miesten välisten erojen, taustalla. Tämän tutkielman tulosten käytäntöön soveltamisen kannalta tulisi myös tutkia, miten tuetaan entistä vahvemmin opiskelijoiden polkua elinikäisiksi oppijoiksi ja aktiivisiksi toimijoiksi meneillään olevassa työelämän muutoksessa.

6.6 Lopuksi

Valittu tutkimusaihe oli haastava, mikä tiedostettiin heti työskentelyn alkuvaiheesta lähtien. Ajantasaista relevanttia ja luotettavaa tutkimuskirjallisuutta oli vaikeasti saatavilla, erityisesti kun viitekehityksen ulkopuolelle jätettiin kaupallisten toimijoiden tekoälytutkimus sekä keskityttiin pääasiassa kognitiotieteelliseen tutkimuskirjallisuuteen. Tilanteen erityisen raadolliseksi teki se, että koskaan tähän mennessä tekoälystä ei liene kirjoitettu ja julkaistu median, politiikan, isojen ja pienten kaupallisten toimijoiden, tutkijoiden jne. toimesta niin paljon aiheeseen liittyviä uutisia, ennustuksia, toimenpideohjelmiä, uutuustuotteita, selvityksiä ja menestystarinoita kuin juuri nyt. Silti, pääosa tutkimuksista näiden tarinoiden takana eivät kelvanneet edellä mainittujen kriteerien osalta osaksi tämän tutkimuksen viitekehystä.

Tutkielman aihe on siis ajankohtainen juuri nyt, mutta kenties vuoden päästä teknologian kuvauksen osalta jo auttamatta vanhentunut. Se, mikä ei kuitenkaan muutu niin nopeasti, on ihminen. Ihminen joka kuvittelee, toivoo, odottaa ja pelkää. Ihminen, joka on tai jonka tulisi olla se, minkä vuoksi ja mitä

varten tekoälyä kehitetään. Ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen suunnittelu ihmisen näkökulmasta tulisikin olla avainasemassa. Tavoitteena tulisi jo suunnitteluvaiheessa olla pyrkimys teknologiaan, joka on yhteensopiva ihmisen kognitiivisten kykyjen ja rajoitusten kanssa. Samaan aikaan tulisi tukea teknologisen kehityksen aikaansaaman muutoksen edellyttämien valmiuksien kehittymistä, joista kaiken taustalla lienee se sisäsyntyinen kiinnostus kaikkea uutta kohtaan, joka paitsi toimii moottorina jatkuvalla uudella keksimisellä ja kehittämisellä, myös tehnee ihmisestä ikuisesti ylivertaisen mihinkään koneeseen verrattuna.

LÄHTEET

- Alkula, T, Pöntinen, S. & Ylöstalo P. (1994). Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. Porvoo: WSOY
- Armstrong, S., Sotala, K. & Ó hÉigeartaigh, S. S. (2014). The errors, insights and lessons of famous AI predictions – and what they mean for the future, *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 26(3), 317-342. DOI: 10.1080/0952813X.2014.895105
- Arntz, M., Gregory T. and Zierahn U. (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Papers 189. Paris: OECD Publishing,. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30. doi=10.1257/jep.29.3.3
- Blom, R., Melin, H. & Pyöriä, P. (2001). Tietotyö ja työelämän muutos. Palkkatyön arki tietoyhteiskunnassa. Tampere: Gaudeamus.
- Bolton, M. L., Bass, E., J. & Siminiceanu, R., I. (2013). Using Formal Verification to Evaluate Human-Automation Interaction: A Review. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 43(3), 488-503.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W.W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E. & Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. *Science*, 358(6370), 1530-1534. Lainattu 2.1.2018, saatavilla: <http://science.sciencemag.org/content/358/6370/1530.full>
- Cabrera, L. Y. (2015). *Rethinking Human Engancement: Social Enhancement and Emergent Technologies*. UK: Palgrave Macmillan.
- DeCanio, S. J. (2016). Robots and humans – complements or substitutes? *Journal of Macroeconomics*, 49, 280-291. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmacro.2016.08.003>
- Eason, K. (2014). Afterword: The past, present and future of sociotechnical systems theory. *Applied Ergonomics*, 45, 213-220.
- Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting & Social Change*, 114, 254-280.
- Gaines, B. R. (2013) Knowledge acquisition: Past, present and future. *International Journal of Human-Computer Studies* 71, 135-156.
- Harré, M., Bossomaier, T., Snyder, A., (2011). The Development of Human Expertise in a Complex Environment. *Minds & Machines*, 21, 449-464. doi: 10.1007/s11023-011-92247-x
- Hoc, J.-M. (2000). From human-machine interaction to human-machine cooperation. *Ergonomics*, 43(7), 833-843.

- Hollnagel, E., Cacciabue, P. C. & Hoc, J.-M. (1995). Work with Technology: Some Fundamental Issues. Teoksessa Hoc, J.-M., Cacciabue, P.C. & Hollnagel, E. (toim.) (1995). Expertise and Technology: Cognition & Human-computer Cooperation (s. 2-15). USA: Psychology Press.
- Julkunen, R. (2009). Uuden työn paradoksit. Jyväskylä: Gummerus.
- Karhunen, V., Rasi, I., Lepola, E., Muhli, A. & Kanninen, A. (2011). IBM SPSS Statistics Perusteet. Oulu : Uniprint Oulu
- Kiljunen, Pentti (Yhdyskuntatutkimus): Tiedebarometri 2016 [sähköinen tietoaaineisto]. Versio 1.0 (2017-01-12). Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [jakaja]. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:fsd:T-FSD3137>
- Lake, B. M., Ullman, T. D., Tenenbaum, J. B. & Gershman, S. J. (2016). Building Machines That Learn and Think Like People. Behavioral Brain Sciences. Julkaistu ennakkoon verkossa 24.11.2016. <https://doi.org/10.1017/S0140525X16001837>
- Lappi, O. & Rusanen A.-M. (2017). Mitä on tekoäly? Tekoäly ja filosofia -seminaari, Helsingin yliopisto, 24.10.2017. Saatavilla: <https://www.youtube.com/watch?v=Z-muD8VN8KY>
- Limerick, H., Couyle, D. & Moore, J. W. (2014). The experience of agency in human-computer interactions: a review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1-10. doi: 10.3389/fnhum.2014.00643
- Mattila, J., Pajarinen, M., Rouvinen, P. & Seppälä, T. (2017). Tekoälyn voitto? Julkaisussa Liikenne- ja viestintäministeriö, Tekes, Teknologiateollisuus & Verkkoteollisuus (15.6.2017). *Digibarometri 2017*, 6-31. Helsinki: Taloustieto Oy. <http://www.digibarometri.fi>
- Mervis, J. (2017). Are we going too fast on driverless cars? *Science*. Lainattu 2.1.2018, saatavilla: <http://www.sciencemag.org/news/2017/12/are-we-going-too-fast-driverless-cars> .doi:10.1126/science.aar7404
- Metsämuuronen, J. (2008). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Vaajakoski : Gummerus Kirjapaino Oy.
- Onnasch, L. (2015). Crossing the boundaries of automation - Function allocation and reliability. *International Journal of Human-Computer Studies*, 76, 12-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.12.004>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. Ammatillisen koulutuksen reformi. Lainattu 31.1.2018, saatavilla: <http://minedu.fi/amisreformi>
- Pajarinen, M., Rouvinen, P. & Ekeland, A. (2015). Computerization Threatens One-Third of Finnish and Norwegian Employment. ETLA Brief No 34. <http://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-34.pdf>
- Parasuraman, R. & Riley, V. (1997). Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse. *Human Factors*, 39(2), 230-253
- Parasuraman, R. (2000). Designing Automation for Human Use: Empirical Studies and Quatitative Models. *Ergonomics*, 43(7), 931-951. DOI: 10.1080/001401300409125
- Parasuraman, R., Sheridan, T., B. & Wickens, C. D. (2000). A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. *IEEE Transactions on*

- Systems, Man and Cybernetics - Part a: Systems and Humans, 30(3), 286-296.
- Parasuraman, R., Sheridan, T., B. & Wickens, C. D. (2008). Situation Awareness, Mental Workload, and Trust in Automation: Viable, Empirically Supported Cognitive Engineering Constructs. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2 (2), 140-160. doi: 10.1518/1555534308X284417
- Parasuraman, R. (2011). Neuroergonomics: Brain, Cognition, and Performance at Work. *Current Directions in Psychological Science*, 20(3), 181-186. DOI: 10.1177/0963721411409176
- Pyöriä, P. (2017). Johdanto: Työelämän kielteinen julkisuuskuva ja tutkimus. Teoksessa Pyöriä P. (toim.) (2017). *Työelämän myytit ja todellisuus* (s. 7-25). Tallinna: Gaudeamus Oy.
- Quinn, M. (2015). *Ethics for the information age*. Harlow: Pearson Education.
- Rasmussen, J. (2000). Human factors in a dynamic information society: where are we heading? *Ergonomics*, 43(7), 869-879, DOI: 10.1080/001401300409071
- Sathi, A. (2016). *Cognitive (Internet of) Things. Collaboration to Optimize Action*. eBook: Palgrave Macmillan. DOI: 10.1057/978-1-137-59466-2
- Sennett, R. (2002). *Työn uusi järjestys*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Steinhauser, N., B., Pavlas, D. & Hancock, P.A. (2009). Design Principles for Adaptive Automation and Aiding. *Ergonomics in Design*, Spring 2009, 6-11. DOI 10.1518/106480409X435943
- Suomen tekoälyaika (2017). *Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi: Tavoite ja toimenpidesuosituksset*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Ministeriö. 41/2017.
- Teo, G., Reinerman-Jones, L., Matthews, G., Szalma, J., Jentsch, F & Hancock, P. (2018). Enhancing the effectiveness of human-robot teaming in a closed-loop system. *Applied Ergonomics*, 67, 91-103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2017.07.007>
- Toivonen, H. (2017). Tuleeko tekoäly korvaamaan tutkijan? *Tekoäly ja filosofia -seminaari*, Helsingin yliopisto 25.10.2017. Saatavilla: <https://www.youtube.com/watch?v=vLFT5QXPOYw>
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2017). *Suomen tekoälyaika. Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi: Tavoite ja toimenpidesuosituksset*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 41/2017. Pysyvästi saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-248-4>
- Vagia, M., Transeth, A. A. & Fjerdingen, S. A. (2016). A literature review on the levels of automation during the years. What are the different taxonomies that have been proposed?. *Applied Ergonomics*, 53, 190-202. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.09.013>
- Visser, E. J. de, Monfort, S.S., McKendrick, R, Smith, M. A. B., McKnight, P. E., Krueger, F & Parasuraman, R. (2016). Almost Human: Anthromorphism Increases Trust Resilience in Cognitive agents. *Journal of Experimental*

- Psychology: Applied, 22(3), 331-349.
<http://dx.doi.org/10.1037/xap0000092>
- Weinbaum (Weaver), D. & Veitas, V. (2017). Open ended intelligence: the individuation of intelligent agents. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 29(2), 371-396. DOI: 10.1080/0952813X.2016.1185748
- Westrenen, F (2011). Cognitive work analysis and the design of user interfaces. *Cognition, Technology & Work* 13(1), 31-42. doi: 10.1007/s10111-010-0153-4
- Zlotowski, J. Yogeewaran, K. & Bartneck, C. (2017). Can we control it? Autonomous robots threaten human identity, uniqueness, safety, and resources. *International Journal of Human-Computer Studies*, 100, 48-54.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.12.008>
- Äyrämö, S. (2017). Tietotekniikan ajankohtaisia teemoja: Tekoäly ja kognitiivinen tietojenkäsittely. Luentosarja, Jyväskylän yliopisto, syksy 2017.

LIITE 1 KYSELYLOMAKE

Tekoäly työkaverina

Teknologia ja erityisesti tekoäly kehittyy jatkuvasti ja muuttaa tapaamme elää ja tehdä työtä. Tällä kyselyllä selvitetään ammattiopiston opiskelijoiden ajatuksia liittyen teknologian tulevaisuuden kehitykseen ja työelämässä tapahtuviin muutoksiin. Oikeita tai vääriä vastauksia kysymyksiin ei ole.

Kysely on osa pro gradu -tutkielmaa, ja sen tuloksia hyödynnetään Esedun opetuksen kehittämisessä. Kyselyyn vastaaminen vie aikaa muutamia minuutteja. Aineisto kerätään nimettömänä, ja sekä säilytetään että käsitellään ehdottoman luottamuksellisesti.

Lisätietoja: Laura Kuismala
pedagoginen koordinaattori, kognitiotieteen maisteriopiskelija (JYU)
Etelä-Savon ammattiopisto
puh 0503453412

TAUSTATIEDOT

1. Ikä

2. Sukupuoli

- Nainen
- Mies
- Muu

3. Meneillään oleva koulutus

- Ammatillinen perustutkinto
- Ammattitutkinto
- Erikoisammattitutkinto
- Muu, mikä _____

4. Koulutusala

- Humanistinen ja kasvatusala
- Kulttuuriala
- Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala
- Luonnontieteiden ala (datanomi)
- Tekniikan ja liikenteen ala
- Luonnonvara- ja ympäristöala
- Sosiaali-, terveys- ja liikuntala
- Matkailu-, ravitsemis- ja talousala
- Muu, mikä? _____

(LIITE 1 JATKUU)

Seuraavassa esitetään väittämiä ja kysymyksiä liittyen älykkääseen teknologiaan ja tulevaisuuden näkymiin. Valitse se vaihtoehto, joka vastaa eniten omaa mielipidettäsi. Käytä rohkeasti myös asteikon ääripäitä.

5. Tietokone ylittää ihmisen älykkyyteen jo lähivuosina

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

6. Älykäs teknologia on nousemassa ihmisen palvelijasta ihmisen herraksi

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

7. Itseohjautuvat autot ovat arkipäivää jo muutamassa vuodessa

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

8. Älykkään teknologian kehitys muuttaa ihmisten elämää liian nopeasti

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

9. Tekoäly tulee ratkaisemaan monia ihmiskunnan ongelmia

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

(LIITE 1 JATKUU)

10. Ihmisen elämä helpottuu ja vapaa-aika lisääntyy tekoälyn kehittymisen ja robottien yleistymisen myötä

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

11. Teknologinen kehitys ja uusien keksintöjen käyttöönotto luo ongelmia yhtä paljon kuin ratkaisee niitä

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

12. Itsenäisesti toimivat robotit avustavat meitä työssä ja vapaa-ajalla jo muutamana vuoden kuluttua

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

13. Työtehtäviä katoaa tekoälyn lisääntyessä, mutta tilalle syntyy uutta ja mielekkäämpää työtä

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

14. Tekoälyn nopea kehitys on pelottavaa

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

(LIITE 1 JATKUU)

15. Tekoälyn myötä inhimilliset virheet vähentyvät esimerkiksi liikenteessä ja lääketieteessä

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

16. Tekoälyn kehittyessä ja robottien yleistyessä entistä harvemmalle riittää enää työtä

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

17. Tekoäly ja robotit korvaavat ison osan ihmisen tekemästä työstä jo lähivuosikymmeninä

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

18. Supertekoälyn kehittyminen uhkaa lopulta koko ihmiskuntaa

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

Seuraavat väittämät koskevat omia käsityksiäsi tulevaisuuden työstä tekoälyn rinnalla. Valitse se vaihtoehto, joka vastaa eniten omaa mielipidettäsi. Käytä rohkeasti myös asteikon ääripäitä.

19. Kone ei voi koskaan täysin korvata ihmistä

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

(LIITE 1 JATKUU)

20. Ihmisellä on ominaisuuksia, joita kone ei voi oppia tai hallita

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

21. Tulevaisuuden työelämässä tarvitaan ihmisen luovaa ongelmanratkaisua

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

22. Robotit pystyvät pian samaan kuin ihminenkin

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

23. Seuraan aktiivisesti omalla tulevalla ammattialallani tapahtuvia muutoksia

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

24. Olen hyvä sopeutumaan uudenlaisiin tilanteisiin

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

25. Ideointi ja uusien asioiden keksiminen on mielekkäämpää kuin rutiinien toistaminen

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

(LIITE 1 JATKUU)

26. Yritän pysyä teknologian kehityksessä mukana

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä

27. Uskon, että nykyinen koulutukseni takaa töitä eläkeikään saakka

- Täysin eri mieltä
- Osittain eri mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Osittain samaa mieltä

LIITE 2 LÄHETEVIESTI WILMASSA

Aihe: Robotti työkaveriksi?

Pelottaako tekoälyn kehitys? Vai etkö malttaisi odottaa robottia työkaveriksi?

Tekoälyn kehitys tulee vaikuttamaan meidän kaikkien työhön ja vapaa-aikaan. Käy vastaamassa muutaman minuutin kyselyyn, niin saamme tietoa mitä juuri te opiskelijat, tulevaisuuden ammattilaiset, asiasta ajattelette.

Jokainen mielipide on tärkeä eikä vääriä vastauksia ole!

Linkki kyselyyn:

<https://link.webropolsurveys.com/S/D1A8CD445F9EDD8F>

Lisätietoja:

Laura Kuismala

pedagoginen koordinaattori

puh. 0503453412

LIITE 3 ODOTUKSET-SUMMAMUUTTUJA

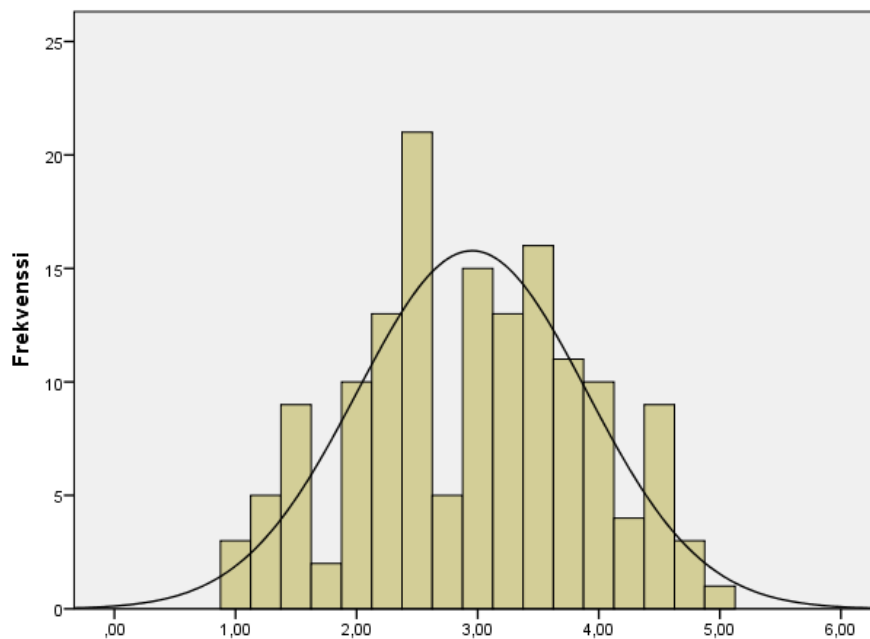
Liitetaulukko 1. Osioanalyysi summamuuttujasta Odotukset

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Tekoäly tulee ratkaisemaan monia ihmiskunnan ongelmia	8,88	8,710	,470	,677
Ihmisen elämä helpottuu ja vapaa-aika lisääntyy tekoälyn kehittymisen ja robottien yleistymisen myötä	8,74	8,717	,553	,626
Työtehtäviä katoaa tekoälyn lisääntyessä, mutta tilalle syntyy uutta ja mielekkäämpää työtä	8,95	9,084	,479	,669
Tekoälyn myötä inhimilliset virheet vähentyvät esimerkiksi liikenteessä ja lääketieteessä	8,87	8,903	,518	,646

N of Cases = 150

N of Items = 4

$\alpha = .716$



Liitekuvio 1. Odotukset-summamuuttujan histogrammi ja normaalijakauma

LIITE 4 PELOT-SUMMAMUUTTUJA

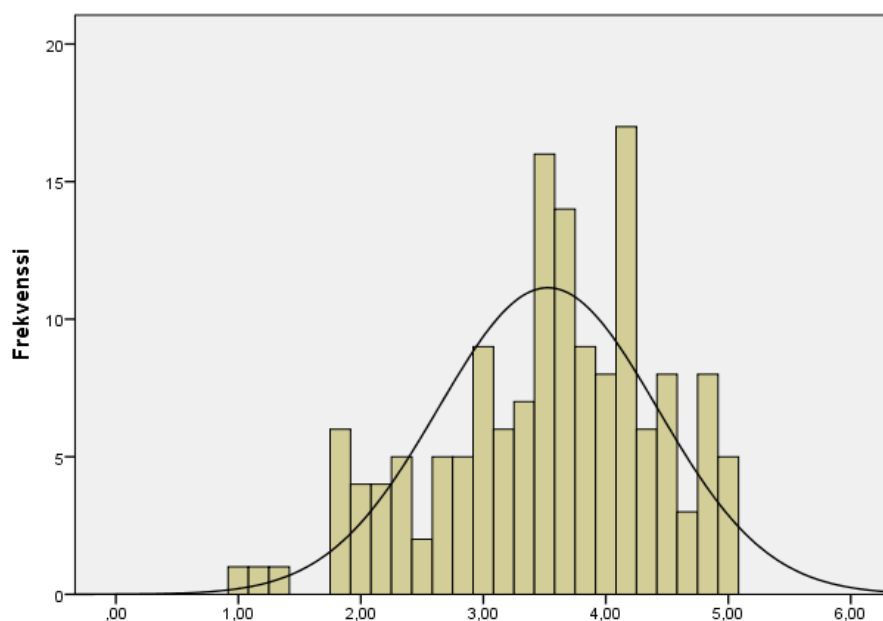
Liitetaulukko 2. Osioanalyysi summamuuttujasta Pelot

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Älykäs teknologia on nousemassa ihmisen palvelijasta ihmisen herraksi	18,42	22,151	,412	,790
Älykkään teknologian kehitys muuttaa ihmisten elämää liian nopeasti	17,53	20,546	,548	,758
Teknologinen kehitys ja uusien keksintöjen käyttöönotto luo ongelmia yhtä paljon kuin ratkaisee niitä	17,41	22,459	,483	,773
Tekoälyn nopea kehitys on pelottavaa	17,64	18,460	,700	,717
Tekoälyn kehittyessä ja robottien yleistyessä entistä harvemmalle riittää enää työtä	17,17	22,690	,466	,776
Supertekoälyn kehittyminen uhkaa lopulta koko ihmiskuntaa	17,63	18,851	,654	,730

N of Items=150

N of Units=4

α =.791



Liitekuvio 2 Pelot-summamuuttujan histogrammi ja jakauma

LIITE 5 EKSPERTTIYS-SUMMAMUUTTUJA

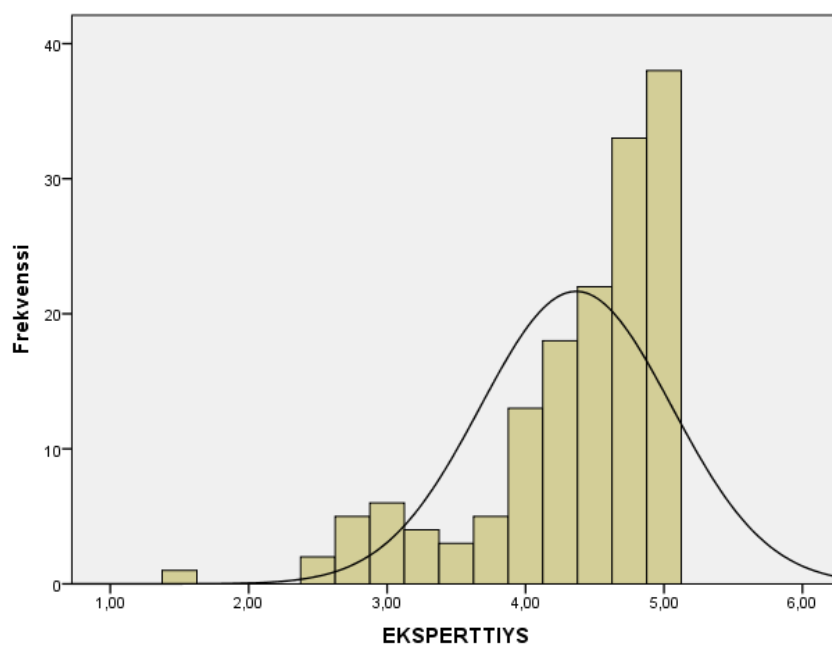
Liitetaulukko 3. Osioanalyysi summamuuttujasta Eksperttiys

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Kone ei voi koskaan täysin korvata ihmistä	12,87	4,559	,655	,596
Ihmisellä on ominaisuuksia, joita kone ei voi oppia tai hallita	12,85	4,609	,611	,618
Tulevaisuuden työelämässä tarvitaan ihmisen luovaa ongelmanratkaisua	12,86	5,343	,460	,702
Robotit eivät pysty pian samaan kuin ihminen	13,80	4,215	,422	,760

N of Items =150

N of Units = 4

$\alpha = .729$



Liitekuvio 3 Eksperttiys-summamuuttujan histogrammi ja normaalijakauma