

Lauri-Santeri Lehminiemi

OHJELMISTOROBOTIIKASTA ÄLYKKÄISIIN AUTOMAATIOIHIN

Kandidaatintyö
Johtamisen ja talouden tiedekunta
Jussi Myllärniemi
12/2021

TIIVISTELMÄ

Lauri-Santeri Lehminiemi: Ohjelmistorobotiikasta älykkäisiin automaatioihin
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Tietojohtaminen
12/2021

Älykkäiden automaatioiden käyttäminen on tullut teknologian kehittymisen myötä mahdolliseksi organisaatioille. Älykkäiden automaatioiden avulla organisaatioiden on mahdollista parantaa työn tehokkuutta sekä työntekijöiden kokemaa työn mielekkyyttä. Tässä työssä tutkitaan, miten älykkäitä automaatioita on mahdollista ottaa käyttöön mahdollisimman tehokkaasti. Tutkimuksen tavoitteena on koota yhteen parhaita käytäntöjä, jotta älykkäiden automaatioiden käyttöönottoprosessi sujuisi organisaatioilta jatkossa mahdollisimman sujuvasti.

Tutkimus toteutetaan systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Tutkimusaineistoksi valikoitui kaksikymmentä julkaisua, joiden perusteella tutkimusongelmaan ja tutkimuskysymyksiin vastataan. Tutkimuksen teoriaosuus keskittyy ohjelmistorobotiikan ja älykkään automaation käsitteiden määrittelyyn. Kirjallisuudesta selvisi, että älykkäät automaatiot ovat ohjelmistorobotiikan ratkaisuita, joihin on yhdistetty tekoälyyn liittyviä kykyjä, kuten esimerkiksi jokin koneoppimisen malli. Tutkimuksessa havaittiin myös, että ohjelmistorobotiikkaa on tutkittu paljon, mutta siihen liittyviä älykkäitä automaatioita melko vähän.

Tutkimus osoittaa, että älykkäiden automaatioiden käyttöönottamista kannattaa tarkastella ainakin teknologian, organisaation ja sen ihmisten näkökulmista. Teknisen näkökulman mukaan älykkäitä automaatioita kannattaa ottaa käyttöön vaiheittain, siirtyen yksinkertaisemmista automaatioista kohti monimutkaisempia edistyneemmän tason automaatioita. Organisaatioiden kannattaa siis kehittää osaamistaan esimerkiksi tavallisia ohjelmistorobotteja toteuttamalla ennen älykkäisiin automaatioihin siirtymistä. Ihmisten näkökulmasta prosessissa kannattaa keskittyä ja panostaa viestintään. Organisaation näkökulmasta on tärkeää kehittää yhtenäinen, koko organisaation laajuinen automaatioiden hallintamalli, joka mahdollistaa niiden tehokkaan hallinnan ja ylläpidon. Tulokset voivat jatkossa auttaa älykkäitä automaatioita käyttöönottavia organisaatioita, sillä tutkimus kerää aiemmin hajallaan kirjallisuudessa olleita hyviä käytäntöjä yhteen.

Avainsanat: Ohjelmistorobotiikka, RPA, älykäs automaatio, intelligent RPA, intelligent automation

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tavoite ja rajaukset.....	3
1.2 Tutkimusongelma ja -kysymykset.....	3
1.3 Rakenne	4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO	5
3. OHJELMISTOROBOTIIKKA	10
3.1 Ohjelmistorobotiikan nykytila.....	10
3.2 Ohjelmistorobotiikan hyödyt	10
3.3 Ohjelmistorobotiikan ongelmat	12
4. ÄLYKÄS AUTOMAATIO	13
4.1 Tekoäly	13
4.2 Koneoppiminen.....	14
4.3 Älykkäät automaatiot ohjelmistorobotiikan täydentäjänä	14
4.4 Älykkäiden automaatioiden ongelmat.....	15
5. ÄLYKKÄIDEN AUTOMAATIOIDEN KÄYTTÖÖNOTTAMINEN	17
5.1 Tekninen näkökulma	17
5.2 Automaatiokyvykkyyden kehittämisen prosessi.....	20
5.3 Organisaation ja sen ihmisten näkökulma	21
6. PÄÄTELMÄT	24
LÄHTEET	27
LIITE 1: TUTKIMUSAINIESTO.....	30

1. JOHDANTO

Tietotyö voi olla välillä hyvinkin kuormittavaa. Työelämän tahdin kiihtyminen sekä liian suuri määrä informaatiota käyvät tietotyöläisten voimille ja vähentävät kokemusta työn hallinnasta (Kauppalehti 2018). Erilaiset rutiininomaiset tehtävät, kuten esimerkiksi erilaisten lomakkeiden ja kaavakkeiden täyttö, vievät aikaa todellisilta työtehtäviltä ja vähentävät työn mielekkyyttä (Yle 2015). Pahimmillaan työn paine ja stressi voivat johtaa työuupumukseen tai jopa aikaiseen sairaseläkkeelle jäämiseen. Miten tietotyön huonoja puolia ja niiden negatiivisia vaikutuksia olisi mahdollista vähentää?

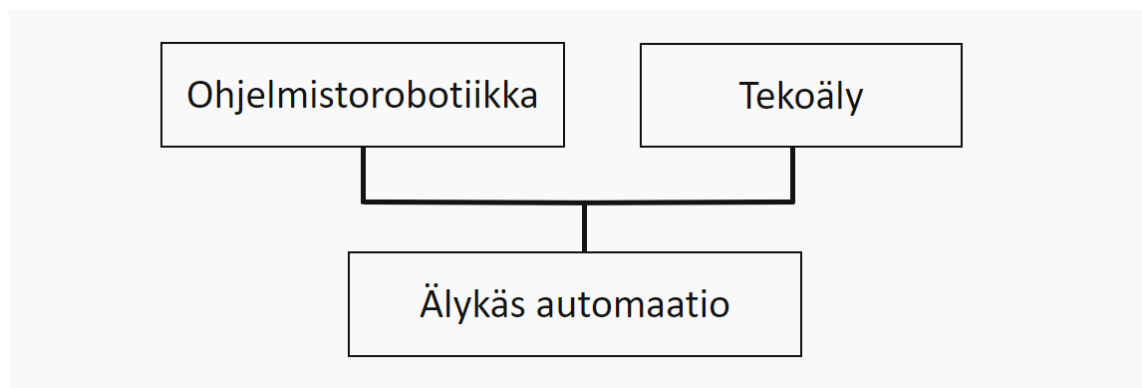
Yksi mahdollinen vaihtoehto on erityisesti suoraviivaisten työtehtävien automatisointi ohjelmistorobotiikan ja älykkäiden automaatioiden avulla. Ohjelmistorobottien käyttö vähentää rutiininomaisia töitä, jolloin esimerkiksi asiakaspalveluun riittää enemmän aikaa (Taulli 2020). Ohjelmistorobottien käytön on havaittu lisäävän myös työmotivaatiota ja vähentävän vaihtuvuutta työpaikoilla (Looy 2020). Ihmiset voivat tällöin siis keskittyä enemmän luovuutta ja päättelykykyä vaativiin tehtäviin, jolloin kokemus työn mielekkyydestä ja hallinnasta paranee. Keinoälyn yhdistäminen ohjelmistorobotiikkaan avaa mahdollisuuden myös ajattelua vaativien prosessien automatisointiin (Taulli 2020). Tämä mahdollistaa edelleen monimutkaisempien prosessien automatisoinnin ja työntekijöiden työkuorman vähenemisen.

Työn automatisoinnin lisääminen on yksi näkökulma myös yhteiskunnassamme käytyyn keskusteluun työn tuottavuudesta. Työn tuottavuus saadaan jakamalla työllä aikaansaatu arvonlisä siihen käytetyllä ajalla (Tilastokeskus 2021). Kestävän talouskasvun avain on työn tuottavuuden parantaminen (Business Finland 2020). Ohjelmistorobotiikan avulla tuottavuuteen on mahdollista vaikuttaa työhön käytetyn ajan kautta. Työn automatisointi vähentää tehtäviin kuluvaa aikaa, jolloin sama työstä saatava arvo saavutetaan pienemmällä aikapanoksella ja tuottavuus paranee. Älykkäiden automaatioiden avulla voidaan automatisoida entistä suurempi osa ihmisen tekemästä työstä, joka mahdollistaa vastaavasti tuottavuuden suuremman kasvun.

Monet ohjelmistorobotiikan kehittämiseen tarvittavat työkalut ovat nykyään avoimena lähdekoodina kaikkien saatavilla ja erilaisilla low-code-sovelluksilla ohjelmistorobottien tekeminen onnistuu pienen opettelun jälkeen lähestulkoon keneltä tahansa. Älykkäät au-

tomaatiot eivät sen sijaan ole vielä kovin yleisiä ja esimerkiksi Gartnerin (2020) tekoälyhypekäyrässä virtuaaliset asiakaspalvelijat (chatbots) ja älykkäät sovellukset (intelligent applications), jotka ehkä parhaiten kuvaavat älykästä automaatiota, ovat 2–5 vuoden päässä tehokkaasta soveltamisesta. Teknologia on siis vielä uutta ja älykkäiden automaatioiden käyttö tulee varmasti lisääntymään jatkossa. Tämä tutkimus keskittyy tähän älykkäiden automaatioiden murrokseen ja pyrkii osaltaan helpottamaan sen kanssa kamppailevia organisaatioita.

Älykkäät automaatiot ovat kokonaisuus, joka saadaan yhdistelemällä ohjelmistorobotiikkaa sekä tekoälyä (Mohanty & Vyas 2018). Kuva 1 selventää näiden käsitteiden suhdetta toisiinsa.



Kuva 1: Älykkäiden automaatioiden suhde ohjelmistorobotiikkaan ja tekoälyyn

Kuvasta havaitaan, että ohjelmistorobotiikka ja tekoäly ovat molemmat yhteydessä älykkäisiin automaatioihin. Älykkäät automaatiot ovat siis toisin sanoen sovelluksia, joissa on sekä ohjelmistorobotiikkaa että tekoälyn kyvykkyyksiä yhdistettynä.

Englannin kielessä älykästä ohjelmistorobotiikkaa ja sen sovelluksia voidaan käsitellä esimerkiksi termeillä *intelligent process automation*, *intelligent software robot* tai *intelligent automation*. Tässä tutkimuksessa käytettäväksi termeiksi valikoituivat älykäs automaatio sekä älykäs ohjelmistorobotiikka. Nämä kaksi termiä valikoituivat, koska ne kuvaavat hyvin juuri ohjelmistorobotiikkaan liittyviä älykkäitä automaatioita. Älykkäällä ohjelmistorobotiikalla viitataan tässä tutkimuksessa ohjelmistorobotiikan sovellukseen, johon on lisätty jokin tekoälypohjainen ratkaisu, jolloin sovelluksen kyvykkyydet ovat nousseet tavallisen ohjelmistorobotiikan yläpuolelle. Älykkäällä automaatiolla taas tarkoitetaan hieman laajempaa tekoälyä hyödyntävää automaatiokokonaisuutta, jonka osana on kuitenkin myös jokin ohjelmistorobotiikkaan liittyvä ratkaisu. Käsitteiden hienoisesta eroista huolimatta ne esiintyvät tutkimuksessa käytännössä synonyymeinä.

1.1 Tavoite ja rajaukset

Tutkimuksen tavoite on tuottaa ymmärrystä asioista, joita edellytetään organisaation ottaessa käyttöön älykkäitä automaatioita. Tarkoituksena on siis kerätä yhteen toimintatapoja, jotka huomioimalla organisaatioiden on mahdollista kehittää toimintaansa älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa varten. Tutkimuksen tuloksia voisivat jatkossa hyödyntää organisaatiot, jotka esimerkiksi harkitsevat älykkäiden automaatioiden käyttöönottamista. Tulokset ovat lisäksi osa laajemmin yhteiskunnassamme käytävää keskustelua tietotyön rutiininomaisten tehtävien automatisoinnista sekä tietotyön tuottavuuden parantamisesta ja ne tuovat omalta osaltaan yhden näkökulman myös näihin aiheisiin.

Älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa ja sen edellytyksiä on tärkeää tutkia, sillä tutkimuksen avulla uusien teknologioiden käyttöönottamisesta on mahdollista saada luotettavaa tietoa, joka voi auttaa organisaatioita näiden teknologioiden käyttöönottamisessa. Tutkimuksilla saadun tiedon avulla voidaan toisin sanoen vähentää organisaatioiden tekemiä virheitä sekä helpottaa älykkäiden automaatioiden käyttöönottoprosessia. Tämä taas johtaa helpommin älykkäistä automaatioista saatavien hyötyjen realisoitumiseen.

Tutkimuksen näkökulma rajataan ohjelmistorobotiikkaan liittyviin älykkäisiin automaatioihin sekä niitä käyttöönottaviin organisaatioihin. Tekoälyä voidaan yhdistellä hyvin muiden teknologioiden kanssa, mutta tämä tutkimus keskittyy erityisesti tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan yhdistämiseen. Rajaus on tärkeä, sillä muiden automaatiotekniikoiden yhdistäminen tekoälyyn voi tuoda niiden käyttöönotolle joitain vaatimuksia, joita tässä tutkimuksessa ei huomioida. On kuitenkin mahdollista, että jotkin tämän tutkimuksen tuloksista sopivat myös muiden älykkäiden automaatiotekniikoiden käyttöönottamiseen. Tutkimuksessa ei myöskään keskitytä käyttöönoton vaatimukseen organisaatiota laajemmasta näkökulmasta. Tutkimuksessa ei esimerkiksi pohdita yhteiskunnallisia tai poliittisia vaatimuksia niiden käyttöönotolle, vaan siinä keskitytään organisaatioihin ja niiden sisäisiin vaatimuksiin.

1.2 Tutkimusongelma ja -kysymykset

Tutkimuksen aihe liittyy teknologian kehityksen myötä lisääntyneeseen mahdollisuuteen käyttää älykkäitä automaatioita työn automatisoinnissa ohjelmistorobotiikan rinnalla. Aihe on merkittävä tietojohdamisen näkökulmasta, koska työn automatisointi ja automaatioiden hallinta liittyvät vahvasti tietojohdamisen yhteen pääteemaan: tiedon johtamiseen. Tutkimuksen ongelma on tiedon puute toimintatavoista, joilla voidaan edistää älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa. Ongelmaan pyritään löytämään vastaus systemaattisella kirjallisuuskatsauksella kerätyn aineiston perusteella.

Tutkimuksen päätutkimuskysymys on: **Mitä älykkäiden automaatioiden käyttöönotaminen vaatii organisaatioilta?** Tähän kysymykseen etsitään vastausta seuraavan alatutkimuskysymyksen avulla: **Mitä älykkäät automaatiot ovat?**

Alatutkimuskysymykseen pyritään vastaamaan kirjallisuuskatsauksessa kerätyn aineiston perusteella. Alatutkimuskysymyksen vastauksen perusteella voidaan muodostaa kuva siitä, mitä älykkäät automaatiot todellisuudessa pitävät sisällään. Tämän jälkeen on mahdollista vastata päätutkimuskysymykseen ja analysoida tarkemmin, mitä älykkäiden automaatioiden käyttöönotaminen vaatii organisaatiolta.

1.3 Rakenne

Tutkielman rakenne on seuraavanlainen: Seuraavassa luvussa, eli luvussa kaksi, esitellään tutkimuksen tutkimusmenetelmä ja -aineisto. Luvussa selvennetään tutkimuksen kulkua, aineiston valintaa sekä sen analysointia. Luvussa myös kuvaillaan lyhyesti tutkimuksen pääkäsitteitä.

Kolmannessa ja neljännessä luvussa määritellään tutkimuksen kannalta oleellisia käsitteitä. Kolmannessa luvussa keskitytään erityisesti ohjelmistorobotiikan nykytilaan sekä sen hyviin ja huonoihin puoliin. Neljännessä luvussa taas käsitellään älykkäitä automaatioita eri näkökulmista ja vastataan samalla tutkimuksen alakysymykseen. Luvut muodostavat yhdessä tutkimuksen teoriataustan.

Viidennessä luvussa keskitytään älykkäiden automaatioiden käyttöönottamisen edellytyksiin. Luvussa esitellään myös erilaisia aineistossa esiintyviä malleja älykkäiden automaatioiden käyttöönottamiseksi ja vertaillaan niitä keskenään. Luvussa siis vastataan varsinaiseen tutkimuskysymykseen älykkäiden automaatioiden käyttöönoton edellytyksistä.

Kuudennessa luvussa, eli tutkimuksen viimeisessä varsinaisessa käsittelyluvussa, vedetään yhteen tutkimuksen tulokset. Lisäksi luvussa analysoidaan tutkimuksen luotettavuutta sekä vertaillaan tutkimusta aiempiin tutkimuksiin. Kuudennessa luvussa esitellään myös jatkotutkimusehdotuksia.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

Tässä luvussa keskitytään tutkimusmenetelmän sekä -aineiston käsittelemiseen. Luvussa kuvaillaan tarkasti tutkimuksen toteuttamista sekä aineiston valintaa. Luvussa perehdytään myös hieman kerättyyn aineistoon.

Tutkimuksen tutkimusmenetelmänä käytetään systemaattista kirjallisuuskatsausta. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on läpinäkyvä, johdonmukainen sekä toistettava tapa tehdä kirjallisuustutkimusta (Xiao & Watson 2017). Systemaattisessa kirjallisuustutkimuksessa aineiston valintaprosessi dokumentoidaan siis tarkasti, jotta myös sen luotettavuutta ja objektiivisuutta voidaan arvioida. Näiden ominaisuuksiensa ansiosta systemaattinen kirjallisuuskatsaus sopii hyvin tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmäksi.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tehdään Finkin (2019) seitsemän kohdan mallia mukaillen. Mallin vaiheet ovat:

1. Tutkimuskysymyksen asettaminen
2. Kirjallisuuden ja tietokantojen valinta
3. Hakusanojen ja -lauseiden valinta
4. Käytännön hakukriteerien valinta
5. Metodologinen rajaus
6. Katsauksen tekeminen
7. Tulosten syntetisointi

Mallin ensimmäinen ja toinen vaihe kuvaavat työtä, joka tehdään ennen kirjallisuushakujen aloittamista. Tutkimuskysymyksen muoto vakiintui vähitellen tutkimusprosessin edetessä ja se esitellään tarkemmin luvussa 1.2. Myös käytettävä tietokanta valikoitui tutkimusprosessin taustatyön aikana. Käytettäväksi tietokannaksi valikoitui Andor, sillä se soveltuu tähän tutkimukseen hyvin monipuolisten haunrajausvaihtoehtojensa ansiosta. Muina mahdollisina vaihtoehtoina pidettiin Web of Science- sekä ProQuest-tietokantoja, mutta alustavien hakujen perusteella niistä löytyi vähemmän aiheeseen liittyviä tieteellisiä julkaisuja, ja ne menivät osittain ristiin Andorista saatujen hakutulosten kanssa. Muiden tietokantojen tuoma lisäarvo tutkimukselle todettiin siis varsin pieneksi ja niiden käytöstä kirjallisuuskatsauksen tekemisessä päätettiin luopua. Muiden tietokan-

tojen käyttö esimerkiksi käsitteiden määrittelyssä sekä taustatiedon hakemisessa on kuitenkin mahdollista, sillä esimerkiksi aiheeseen liittyviä populaarijulkaisuita löytyy parhaiten muiden tietokantojen, kuten Googlen tai Google Scholarin kautta.

Mallin kolmas vaihe on hakusanojen ja -lauseiden valinta. Sopivien hakutermin valinta on tärkeä osa kirjallisuuskatsauksen tekemistä, sillä hyvät hakulausekkeet valitsemalla hakutulokset on mahdollista kohdistaa tarkasti valittuun aiheeseen. Hakulausekkeet valittiin tutkimuksen kahden keskeisen teeman, ohjelmistorobotiikan ja älykkäiden automaatioiden, ympäriltä, mutta tarkemmat rajaukset päätettiin jättää hakulausekkeista pois.

Ensimmäisiksi hakutermeiksi valikoituivat ”intelligent automation” AND RPA, ”intelligent RPA” sekä ”intelligent software robot” AND RPA. Nämä termit valittiin, sillä alustavien tietokantahakujen perusteella RPA (robotic process automation) on vakiintunut ohjelmistorobotiikkaa merkitseväksi termiksi, mutta älykkäitä automaatioita käsitellään hyvin vaihtelevasti erilaisilla termeillä. Näiden hakulausekkeiden tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Ensimmäinen Andor-haku ilman rajoituksia.

Rajoittamaton haku	Andor
”intelligent automation” AND RPA	6 767
”intelligent rpa”	397
”intelligent software robot” AND RPA	75
Yhteensä	7 239

Jokaisen hakulausekkeen tuottamista tuloksista käytiin läpi viidenkymmenen ensimmäisen julkaisun otsikot ja niistä etsittiin ohjelmistorobotiikkaan ja sen älykkäisiin sovelluksiin viittaavia teemoja. Hakutuloksia läpikäydessä havaittiin, että ”intelligent rpa” ja ”intelligent software robot” AND RPA hakulausekkeet eivät tuottaneet juurikaan relevantteja tuloksia ja ne käsitelivät lähes pelkästään ohjelmistorobotiikkaa. Hakutermejä päätettiin näin ollen miettiä uudelleen.

Hakutuloksiin haluttiin saada mukaan enemmän älykkään automaation näkökulmaa pelkän ohjelmistorobotiikan sijaan, joten hakuun päätettiin ottaa mukaan myös termi AI (artificial intelligence), joka on tekoälyä kuvaava lyhenne. Näin päädyttiin kahteen eri hakulausekkeeseen: ”intelligent automation” AND RPA sekä AI AND RPA. Taulukossa 2 on esitelty tulokset näillä hakulausekkeilla tehdyistä hauista.

Taulukko 2: Andor-haku ilman rajoituksia.

Rajoittamaton haku	Andor
"intelligent automation" AND RPA	6 767
AI AND RPA	30 013
Yhteensä	36 780

Kummankin haun tuloksista käytiin läpi jälleen viisikymmentä ensimmäistä otsikkoa ja niiden perusteella haku vaikutti paljon onnistuneemmalta. Useat otsikot viittasivat suoraan ohjelmistorobotiikan älykkäisiin sovelluksiin tai tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan yhdistelmään. Monissa otsikoissa oli myös viittauksia näiden teknologioiden käyttöönottamiseen ja sen tutkimiseen. Hakulausekkeet todettiin siis hyviksi ja seuraavaksi päätettiin rajata haun tuloksia.

Hakutuloksia päätettiin rajata verkkosaatavuuden sekä englannin kielen perusteella. Nämä rajausvaihtoehdot valittiin, koska artikkeleiden saatavuus verkkomateriaalina sekä niiden englanninkielisyys on tärkeää tutkimuksen suorittamisen kanalta. Muita rajoituksia esimerkiksi julkaisuvuoden osalta ei tehty, sillä älykkäät automaatiot ovat varsin uusi ilmiö ja niistä kertovien julkaisuiden odotetaan olevan melko tuoreita. Teknologia kuitenkin vanhenee nopeasti, joten käyttökelpoisten tulosten odotetaan olevan julkaistu noin viimeisen viiden vuoden sisällä. Aineistoa ei rajattu myöskään pelkästään vertaisarvioituja lähteitä sisältäviksi, koska siihen halutaan mukaan myös uusimpia konferenssijulkaisuita. Tämä hakukriteerien tarkempi rajaus kattaa Finkin mallin kohdat neljä ja viisi. Taulukossa 3 on esitetty hakujen tulokset tarkempien rajausten jälkeen.

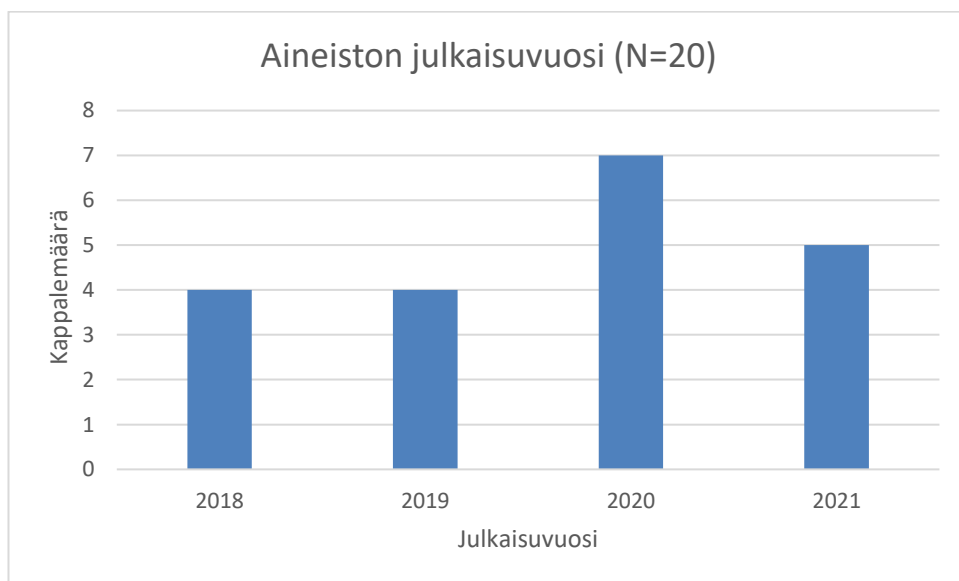
Taulukko 3: Andor-haku rajoituksilla.

Rajattu haku	Andor
"intelligent automation" AND RPA	342
AI AND RPA	6 619
Yhteensä	6 961

Taulukosta 3 huomaamme, että tulokset vähenivät rajausten jälkeen merkittävästi ja niiden pohjalta on mahdollista edetä Finkin mallin kuudenteen kohtaan, eli kirjallisuuskatsauksen kokoamiseen. Hakutulokset menivät osittain päällekkäin eri hakulausekkeilla ja

aineistoa lähdettiin rajaamaan entistä pienemmäksi hakutulosten otsikoiden sekä tiivistelmän perusteella. Näistä etsittiin ilmauksia, jotka viittaavat ohjelmistorobotiikkaan ja siihen liittyviin tekoälysovelluksiin. Molempien hakulausekkeiden tuloksista käytiin läpi ensimmäiset sata julkaisua. Tällä läpikäynnillä mahdolliseksi aineistoksi valikoitui 42 artikkelia. Nämä artikkelit käytiin läpi uudestaan. Tällä kerralla keskityttiin otsikon ja tiivistelmän lisäksi myös johdantoon, väliotsikoihin, kuviin ja taulukoihin sekä päätelmiin ja niiden perusteella päätettiin, sopiiko julkaisu lopulliseen aineistoon. Osioita peilattiin erityisesti tutkimuksen ongelmaa ja tutkimuskysymystä vasten ja julkaisuista pyrittiin löytämään niihin liittyviä teemoja ja tietoa. Tämän perusteella artikkeleista valikoitui 20 julkaisua, jotka sopivat tähän tutkimukseen ja muodostavat yhdessä lopullisen tutkimusaineiston.

Aineiston julkaisuvuosi vaihtelee vuosien 2018 ja 2021 välillä, eli kaikki aineiston artikkelit on julkaistu viimeisen neljän vuoden sisällä. Kuvassa 2 nähdään aineiston jakautuminen julkaisuvuoden perusteella. Kuvasta huomataan, että aineisto on jakautunut melko tasaisesti, mutta julkaisut painottuvat kuitenkin viimeiselle kahdelle vuodelle. Tuoreet julkaisut vahvistavat sen, että ohjelmistorobotiikka ja erityisesti älykkäät automaatiot ovat ilmiöinä varsin uusia.



Kuva 2: Aineiston jakautuminen julkaisuvuoden perusteella.

Finkin mallin viimeinen vaihe, tulosten syntetisointi, tarkoittaa tutkimusaineiston läpikäymistä eri käsitteisiin ja toimintatapoihin liittyvän kokonaiskuvan muodostamiseksi. Eri julkaisuissa samoista asioista voidaan puhua hieman eri termeillä ja niiden näkökulmat aiheeseen voivat olla hyvinkin erilaisia. Syntetisoinnissa tarkoituksena on järjestellä eri lähteissä käsiteltyjä asioita yhteen samojen käsitteiden ja toimintamallien alle. Tällöin

tutkittavan aiheen käsittely monipuolisesti eri lähteiden avulla on helpompaa ja kokonaiskuva tutkimuskysymykseen vastaamisessa säilyy paremmin. Tulosten syntetisointi aloitettiin silmäilemällä ja lukemalla julkaisuiden tiivistelmät, johdannot ja päätelmät sekä tekemällä niiden pohjalta muistiinpanot jokaisen julkaisun keskeisestä sisällöstä ja sanomasta. Muistiinpanojen avulla aineiston julkaisut jaettiin eri käsitteiden ja näkökulmien osalta joukkoihin, jotka käsitelivät tutkimusaihetta samalla tyylillä. Jaon perusteella muodostui kokonaiskuva aineiston suhteesta tutkimuksen ongelmaan ja tämän kokonaiskuvan perusteella tutkimuskysymyksiin vastaaminen on jatkossa mahdollista.

3. OHJELMISTOROBOTIIKKA

Tässä luvussa käsitellään ja määritellään ohjelmistorobotiikkaa. Luvun alussa kerrotaan lyhyesti ohjelmistorobotiikan nykytilasta ja ohjelmistorobotiikkaratkaisuiden markkinoista. Tämän jälkeen pohditaan ohjelmistorobotiikan hyviä sekä huonoja puolia.

3.1 Ohjelmistorobotiikan nykytila

Ohjelmistorobotiikka on hyvin laaja käsite, jolla tarkoitetaan ihmisten toimintaa imitoivia ohjelmistoautomaatioita (Balasundaram & Venkatagiri 2020). Sen avulla voidaan ohjelmoida automaatio, joka käyttää ihmisen tavalla jo olemassa olevia käyttöliittymiä joidenkin asioiden tai prosessien suorittamiseksi (Oliveira 2016). Ohjelmistorobotit ovat siis yksinkertaisia digitaalisia työntekijöitä, jotka voivat tehdä rutiininomaisia ja standardoituja työtehtäviä, kuten lähettää sähköposteja tai siirtää tietoja järjestelmästä toiseen (Chen ym. 2021).

Tietotekniikan kehitys on mahdollistanut myös ohjelmistorobotiikan valtavan kehityksen ja esimerkiksi Gartnerin (2020) mukaan ohjelmistorobotiikkaratkaisuiden markkinat kasvavat vuonna 2021 lähes 20 % noin kahteen miljardiin dollariin. Samalla ohjelmistorobottien hinta laskee yli 10 % vuositahdilla (Zhang & Wen 2021). Hyville ohjelmistorobotiikan ratkaisuille on siis selkeästi kysyntää yhä enenevässä määrin. Tämän voidaan ajatella johtuvan siitä, että tekniikan kehittyessä myös ohjelmistorobotiikan ratkaisut ovat kehittyneet ja yritykset ovat alkaneet saada niiden käytöstä rahassa mitattavia hyötyjä. Tilannetta voidaan verrata teolliseen vallankumoukseen, jolloin ihminen valjasti höyrykoneen fyysisiin rutiinitehtäviin. Tänä päivänä ohjelmistorobotit voidaan valjastaa vastaavalla tavalla avuksi tietotyön rutiininomaisiin tehtäviin ja hyödyt voivat olla yhtä suuria.

3.2 Ohjelmistorobotiikan hyödyt

Yksi merkittävimmistä ohjelmistorobotiikan hyödyistä on sen tuottama taloudellinen hyöty. Ohjelmistorobotiikkaan investoimalla yritysten on mahdollista kasvattaa sijoitetun pääoman tuottoastetta (Taulli 2020). Tämä tarkoittaa sitä, että ostamalla ohjelmistorobotiikkaratkaisuita markkinoilta tai toteuttamalla niitä itse organisaation on mahdollista saada käytetyt rahat takaisin erilaisten säästöjen muodossa. Ohjelmistorobotin hinta työntekijän palkkakustannuksiin verrattuna on henkilön asemasta riippuen noin kolmasosan tai jopa viidesosan luokkaa (Taulli 2020; Mullakara & Asokan 2020). Tämä on merkittävä säästö, joka muodostuu, kun manuaalisesti tehtävän työn ja esimerkiksi tehtyjen

virheiden määrät vähenevät. Huomattavaa on myös se, että ohjelmistorobotiikkainvestoinnin jälkeen ratkaisujen hyödyt alkavat näkyä välittömästi, eivätkä vasta kuukausien tai vuosien viiveellä (Mullakara & Asokan 2020).

Toinen merkittävä ohjelmistorobotiikalla saavutettava etu on ohjelmistorobottien nopeus ja väsymättömyys verrattuna ihmiseen, mikä näkyy työn tuottavuuden paranemisena (Balasundaram & Venkatagiri 2020; Agostinelli ym. 2020). Ohjelmistorobotit työskentelevät tarvittaessa jatkuvasti sekä huomattavasti ihmistä nopeammin, jolloin yksi ohjelmistorobotti voi säästää paljon aikaa useilta ihmisiltä. Samalla myös työn laatu paranee ja inhimillisistä virheistä on mahdollista päästä eroon (Vijayaraghavan 2018). Robottien kapasiteettia on myös helpompi skaalata ylös- tai alaspäin esimerkiksi sesonkiaikoina (Balasundaram & Venkatagiri 2020). Tämä lisää joustavuutta ja vähentää työntekijöiden kuormaa erityisesti kiireisinä aikoina.

Ohjelmistorobottien etu tavalliseen ohjelmistokehitykseen verrattuna on ohjelmistorobotiikan tapa käyttää sovellusten ja ohjelmistojen valmiita käyttöliittymiä. Ohjelmistorobotiikan kehittäjän ei näin ollen tarvitse esimerkiksi nettiautomaatiota tehdessään osata HTML- tai JavaScript-ohjelmistokielen toimintaa ollenkaan. Riittää, että kehittäjä hallitsee yhden ohjelmistorobotiikkaan liittyvän työkalun. Tällöin automaatioita varten ei tarvitse muuttaa myöskään organisaation tietojärjestelmiä tai prosesseja, mikä madaltaa ohjelmistorobotiikan käyttöönoton kynnyksiä. (Mahey 2020) Ohjelmistorobotiikan etu perinteiseen ohjelmistokehitykseen ja sen automaatioihin verrattuna on siis ohjelmistorobotiikan ketteryys ja joustavuus organisaation nykyisten toimintatapojen suhteen. Ohjelmistorobotiikkaa varten yrityksen prosesseja ei tarvitse suunnitella uudestaan tai siirtää uuteen tietojärjestelmään, jolloin myös sen käyttöönoton kustannukset ovat maltillisia ja automatisointimahdollisuudet käytännössä rajattomia.

Rutiininomaisten työtehtävien automatisoinnilla on myös mahdollista parantaa työntekijöiden kokemaa työn mielekkyyttä, sillä työntekijät haluavat yleensä tehdä luovuutta ja ihmisten välistä yhteistyötä vaativia tehtäviä (Looy 2020). Tämä voi olla työnantajille merkittävää, sillä työn mielekkyyden parantuminen voi näkyä työpaikalla esimerkiksi tuottavuuden paranemisena tai työntekijöiden vaihtuvuuden pienenemisenä. Ohjelmistorobotiikkaa ei siis kannata ajatella vain tapana automatisoida prosesseja, vaan sen hyödyt kannattaa tiedostaa myös laajemmin.

Ohjelmistorobottien käyttöönottamisella voi olla myös yllättäviä myöhemmin esiin tulevia hyötyjä esimerkiksi parantuneen datan laadun osalta. Ohjelmistorobotit tekevät asiat aina samalla tavalla ja robotin toimintaa voi jälkeinpäin tarkastella sen tuottamista raporteista (Taulli 2020). Robotin tuottama, aina samalla tavalla jäsennelty data voi nousta

yllättävään arvoon, jos organisaatio haluaa ottaa joskus käyttöönsä edistyneempää analytiikkaa tai tekoälypohjaisia ratkaisuita, jotka vaativat usein paljon dataa toimiakseen. Ohjelmistorobotiikka voidaankin nähdä ensimmäisenä askeleena kohti edistyneempiä tekoälypohjaisia automaatioita (Balasundaram & Venkatagiri 2020).

3.3 Ohjelmistorobotiikan ongelmat

Ohjelmistorobotiikan huonot puolet ja ongelmat ovat monialaisia ja voivat liittyä esimerkiksi bottien tekniseen toteutukseen, niiden käyttöönottostrategiaan tai huonosti automatisoitaviin prosesseihin (Pramod 2021). Ohjelmistorobotiikkaprojektien ongelmat ovat siis hyvin samantapaisia kuin tavallistenkin ohjelmistoprojektien ongelmat. Tämä on loogista, sillä ohjelmistorobotit ovat käytännössä vain yksi tietotekninen apuväline organisaation muiden ratkaisuiden joukossa. Ohjelmistorobotiikalla on kuitenkin joitain erityispiirteitä, joiden kanssa organisaatioiden on hyvä olla tarkkana.

Yksi ohjelmistorobotiikan haasteista on automatisoitavien prosessien ja tehtävien tunnistaminen. Haasteena on mitata konkreettisia säästöjä sekä toteutuvia kustannuksia. (Pramod 2021) Organisaation sisäisten prosessien hallinta liittyy siis vahvasti ohjelmistorobotiikan käyttöönottoon. Syvällinen tietämys omista prosesseista on tärkeää, sillä muuten automatisoitavaksi voi valikoitua huonoja lähestymistapoja ja tarpeettoman monimutkaisia prosesseja (Taulli 2020). Tämä voi hankaloittaa ohjelmistorobotiikkaratkaisuiden toteutusta sekä ylläpidettävyyttä, jolloin myös ratkaisuiden kustannukset nousevat.

Toinen merkittävä ongelmakohta liittyy ohjelmistorobotiikkakokonaisuuden hallintaan ja ylläpitoon. Vaikka ohjelmistorobotiikkaratkaisut suorittavat prosesseja helpommin ja nopeammin voi kokonaisuuden monimutkaisuus lisääntyä ja hallinta vaikeutua (Hofmann ym. 2020). Ohjelmistorobotteja ja niiden muodostamaa kokonaisuutta voi olla siis vaikeaa hallita ja ylläpitää kun robottien määrä organisaatiossa kasvaa (Taulli 2020). Tämä olisikin syytä huomioida organisaatioissa heti ohjelmistorobotiikan käyttöönottoa suunniteltaessa, jotta esimerkiksi eri robottien ylläpidon vastualueet ovat organisaatiossa selvillä.

Myös tietoturva liittyy olennaisesti ohjelmistorobotiikan onnistuneeseen hyödyntämiseen (Taulli 2020). Tietoturvan huomioiminen on tärkeää, sillä ohjelmistorobotilla voi olla esimerkiksi pääsy johonkin arkaluontoiseen dataan tai tunnukset johonkin kriittiseen järjestelmään. Tällöin voi olla syytä miettiä tarkkaan robotin hallintaa ja esimerkiksi sitä, miten robottia ylläpidetään. Joskus voi olla jopa tarpeen jättää jokin prosessi automatisoimatta kriittisen tietoturvallisuuden takia.

4. ÄLYKÄS AUTOMAATIO

Tässä luvussa keskitytään älykkäisiin automaatioihin. Luku alkaa tekoälyn ja koneoppimisen määrittelemisellä. Nämä käsitteet on tärkeää määritellä, sillä älykkäät automaatiot ovat ohjelmistorobotiikan sovelluksia, joihin on lisätty tekoälyyn liittyvä kyvykkyys. Tällainen kyvykkyys voi olla esimerkiksi koneoppimiseen liittyvä malli, joka täydentää ohjelmistorobotin toimintaa. Tekoäly ja sen sovellukset ovat siis tärkeä osa älykkäiden automaatioiden kokonaisuutta, joten on tärkeää ymmärtää mitä ne ovat. Alun käsitteiden määrittelyn jälkeen luvussa keskitytään ohjelmistorobotiikan hyviin sekä huonoihin puoliin.

4.1 Tekoäly

Tekoäly näkyy yhteiskunnassamme monella eri taholla jokapäiväisessä elämässämme. Googlehaut, Applen puhetta kuunteleva Siri ja karttasovelluksen nopeimman reitin suositteleva ovat kaikki tekoälypohjaisia ratkaisuita hyödyntäviä sovelluksia (Mohanty & Vyas 2018). Yksi tekoälyä keskeisesti määrittelevä asia onkin se, että tekoäly antaa koneille mahdollisuuden oppia asioita ilman, että niitä erikseen ohjelmoidaan (Masood & Hashmi 2019). Tekoälyä voidaan siis pitää koneen kykyä päätellä asioita, analysoida tietoa sekä oppia ihmismäisellä tavalla. Tekoäly tulee siis sitä älykkäämmäksi mitä enemmän sitä käytetään. Tämä perustuu tekoälyn käytettävissä olevan datan määrän lisääntymiseen. Esimerkiksi kaikki tekemämme googlehaut tuottavat lisää dataa Googlen hakukoneen tekoälyn käytettäväksi, jolloin se osaa jatkossa löytää etsimämme asiat entistä paremmin (Mohanty & Vyas 2018).

Tekoäly voidaan jakaa karkeasti vahvaan sekä heikkoon tekoälyyn. Vahva tekoäly kuvastaa ihmisen kaltaista älykkyyttä, tietynlaista maalaisjärkeä, joka toimii kontekstista riippumatta missä tahansa tilanteessa. Vahvan tekoälyn määritelmään liittyy myös usein se, että kone on tullut tietoiseksi itsestään. Heikko tekoäly taas kuvastaa älykkyyttä, joka toimii vain hyvin kapealla tarkasti määritellyllä alueella. (Taulli 2019) Vahvaa tekoälyä voisivat kuvastaa esimerkiksi elokuvissa nähdyt robotit, jotka valloittavat lopulta maailman. Heikkoa tekoälyä hyödynnetään esimerkiksi itse ajavissa autoissa ja puhetta tunnistavissa sovelluksissa. Myös älykäs ohjelmistorobotiikka kuuluu tähän heikon tekoälyn kategoriaan.

4.2 Koneoppiminen

Koneoppiminen kuuluu tekoälykäsitteen alle ja se kuvaa tekoälyn sitä osaa, joka käyttää tilastollisia tekniikoita koneen oppimisen mahdollistajana (Jha ym. 2021). Koneoppimisen algoritmit etsivät siis saamastaan datasta toistuvuutta ja yhteyksiä, joiden perusteella algoritmi pyrkii esimerkiksi ennustamaan, onko sille esitetyssä kuvassa kissa vai ei. Koneoppimisen alakategorioita ovat esimerkiksi syväoppiminen, joka lisää tilastomenetelmien monimutkaisuutta monesta osasta koostuvan verkoston avulla sekä luonnollisen kielen käsittely (natural language processing), joka kuvaa tietokoneen ja ihmisten kielen välisiä operaatioita (Jha ym. 2021).

Koneoppiminen toimii sitä paremmin mitä enemmän dataa sillä on käytettävissään (Sorin 2018). Tämä on toisaalta koneoppimisen paras puoli, mutta toisaalta myös juuri sen heikkous. Parhaimmillaan koneoppimisella on huomattavan paljon dataa käytettävissään, jolloin se myös pystyy tekemään erittäin tarkkoja ennustuksia. Jos dataa ei kuitenkaan ole riittävästi tarjolla, koneoppimismallin ennustukset eivät ole luotettavia, vaan lähinnä pelkkiä arvauksia. Esimerkiksi kuvantunnistukseen liittyvän koneoppimisalgoritmin kouluttaminen vaatii kymmeniätuhansia kuvia halutusta aiheesta (McKinney ym. 2020). Luotettavien ennusteiden tekemiseksi tarvitaan siis paljon hyvänlaatuista dataa. Tämä voi helposti muodostua ongelmaksi, sillä tällaisen datamäärän kerääminen ei välttämättä ole helppoa.

4.3 Älykkäät automaatiot ohjelmistorobotiikan täydentäjänä

Älykkäät automaatiot ovat ohjelmistorobotiikan sovelluksia, joita on täydennetty esimerkiksi koneoppimisella. Näin ollen älykkäiden automaatioiden soveltamisala on tavallista ohjelmistorobotiikkaa laajempi ja niitä voidaan käyttää myös päätöksentekoa, oivalluksia tai analyysijä vaativissa tehtävissä. (Asatiani ym. 2020) Ohjelmistorobotiikka-automaatioiden voidessa kattaa noin 10–40 % liiketoimintayksiköiden prosesseista älykkäät automaatiot mahdollistavat paljon suuremman automaatioprosentin – jopa 100 % (Sorin 2018). Älykkäät automaatiot mahdollistavat siis sellaisten monimutkaisempien prosessien automatisoinnin, joita perinteisellä ohjelmistorobotiikalla ei olisi ollut mahdollista automatisoida.

Toinen älykkäiden automaatioiden hyödyistä perustuu niiden jatkuvaan itsenäiseen oppimiseen (Mohanty & Vyas 2018). Esimerkiksi koneoppimista hyödyntävä virtuaalinen asiakaspalvelija (chatbot), joka vastaa asiakkaan kysymyksiin, kehittyy asiakkaiden esittäessä kysymyksiä aina vain paremmaksi. Tämä johtuu siitä, että botti käyttää kaikkia edellisiä asiakaskokemuksia lähteenä uusien asiakkaiden neuvomisessa. Jos jollain

aiemmalla asiakkaalla on ollut sama tai samansuuntainen ongelma, botti osaa luultavasti auttaa. Tämä oppimisen kierre voi parhaillaan johtaa siihen, että sen lisäksi, että botti neuvoa asiakkaita vuoden jokaisena päivänä mihinkä tahansa kellonaikaan, se myös vastaa asiakkaiden kysymyksiin paremmin kuin ihmisasiakaspalvelija. Tämä voi kuulostaa utopistiselta, mutta ihmistä parempi tekoäly on totta jo useilla eri aloilla. Esimerkiksi terveydenhuollossa koneoppimiseen perustuva tekoälyalgoritmi tunnistaa rintasyövän röntgenkuvasta varmemmin kuin lääkäri (McKinney ym. 2020).

Älykkäät automaatiot voivat olla selkeä kilpailuedun lähde (Chen ym. 2021). Kilpailuetu voi muodostua esimerkiksi älykkäiden automaatioiden tuomista kustannussäästöistä tai niiden avulla parantuneesta asiakaspalvelusta. Kilpailijoiden voi olla vaikea saavuttaa vastaavia hyötyjä ilman automaatioita, joten älykkäiden automaatioiden käyttöön voi olla hyvinkin selkeä tahtotila kovasti kilpailluilla aloilla.

Älykkäiden automaatioiden käyttäminen kehittää myös organisaation datan hallintaa, mistä on pidemmällä aikavälillä hyötyä myös organisaation muille toiminnoille (Vajgel 2021). Älykkäiden automaatioiden käyttö vaatii organisaatiolta merkittäviä panostuksia datan keräämiseen ja varastointiin, jotta älykkäiden automaatioiden toiminta on mahdollista. Tämä panostus on erittäin hyödyllistä myös kaikkea muuta dataan liittyvää liiketoimintaa ajatellen. Alun perin älykkäitä automaatioita varten kehitetyt datan hallintaan liittyvät prosessit voivat myöhemmin auttaa esimerkiksi edistyksellistä data-analytiikkaa käyttöönotettaessa. Älykkäiden automaatioiden suorien hyötyjen lisäksi niitä käyttöönottavat organisaatiot voivat siis saada myös merkittäviä epäsuoria hyötyjä.

4.4 Älykkäiden automaatioiden ongelmat

Merkittävimmät älykkäiden automaatioiden ongelmat liittyvät vaatimuksiin niiden käyttämästä datasta. Huonolaatuisen tai puutteellisen datan perusteella koulutettu älykäs automaatio voi oppia täysin vääriä asioita (Asatiani ym. 2020). Automaatio voi siis vaikuttaa ulkoisesti täysin toimivalta, mutta tarkemmin tarkasteltuna se voi tehdä asioita täysin väärin. Tällainen väärin toimiva automaatio voi pahimmillaan vaikuttaa esimerkiksi yrityksen maineeseen negatiivisesti (Asatiani ym. 2020). Puutteellinen tai huonolaatuinen data voi myös estää älykkäiden automaatioiden toteuttamisen.

Älykkäiden automaatioiden rakentamisen ja ylläpitämisen kustannukset ovat lisäksi korkeammat kuin tavallisten ohjelmistorobottien vastaavat kustannukset (Asatiani ym. 2020). Tämä tarkoittaa sitä, että myös niistä saatavien rahallisten hyötyjen täytyy olla suuremmat, jotta muodostuvat kustannukset voidaan kattaa. Tämä taas nostaa esille jo

tavallisten ohjelmistorobottien kohdalla esiin nousseen huomion automatisoitavien prosessien valinnan tärkeydestä. Automatisoitavat prosessit on osattava valita hyvin, jotta automatisoinnista saatavat hyödyt ovat kustannuksia suuremmat.

Uusien teknologioiden, kuten älykkäiden automaatioiden, hyviä puolia saatetaan korostaa liikaa samalla kun niiden puutteista tai rajoitteista ei juuri puhuta (Jha ym. 2021). Älykkäitä automaatioita harkitsevien tahojen on syytä huomioida tämä esimerkiksi yhteistyökumppaneita valitessaan. Organisaatioiden onkin hyvä tiedostaa oma strategiansa uusien teknologioiden käyttöönoton suhteen ja muistaa, että niiden tulee ensisijaisesti tukea liiketoimintaa ja tuoda siihen jotakin lisäarvoa.

Älykkäät automaatiot vaikuttavat paljon organisaatiossa työskenteleviin ihmisiin, joten heidän huomioimisensa on olennaista älykkäiden automaatioiden käyttöönotossa (Jha ym. 2021). Ihmisten asenteet organisaation automaatiotavoitteita kohtaan voivat olla kriittinen tekijä niiden onnistumisen kannalta. Jos ihmiset pelkäävät esimerkiksi omien työpaikkojensa puolesta, automaatiot voivat herättää hyvinkin kielteisiä tunteita. Organisaation onkin tärkeää viestiä selkeästi ja avoimesti toimistaan, jotta sen henkilöstölle välittyisi positiivinen kuva myös älykkäistä automaatioista.

5. ÄLYKKÄIDEN AUTOMAATIOIDEN KÄYTTÖÖNOTTAMINEN

Tässä luvussa keskitytään älykkäiden automaatioiden käyttöönottamiseen. Käyttöönottoa pohditaan ensin teknisestä näkökulmasta, minkä jälkeen älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa tarkastellaan osana laajempaa organisaation automaatiokyvykkyyden kehittämisen prosessia. Tämän jälkeen käyttöönottoa käsitellään vielä hieman laajemmin organisaation sekä sen ihmisten näkökulmasta. Nämä näkökulmat valikoituivat siksi, että ne olivat esillä hyvin monessa aineiston julkaisussa. Kaikissa julkaisuissa ei käsitelty välttämättä kaikkia näkökulmia, mutta käytännössä kaikki aineistossa esiintyneet näkökulmat voidaan lajitella näiden neljän eri näkökulman alle. Niiden avulla on siis mahdollista saada kattava kuva älykkäiden automaatioiden käyttöönottamisesta.

Ennen älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa on hyvä pohtia, onko se ylipäättään vaiivan arvoista. Edellisessä luvussa listattujen hyvien ja huonojen puolien pohtiminen ja niiden suhteuttaminen organisaation omaan toimintaan voi auttaa tässä pohdinnassa. Jos organisaatio kokee älykkäiden automaatioiden hyödyt suuremmiksi kuin niiden mahdolliset haitat, kannattaa sen panostaa niihin. Älykkäiden automaatioiden systemaattisella ja huolella suunnitellulla käyttöönottamisella voi pienentää epäonnistumisen riskiä ja lisätä älykkäistä automaatioista saatavaa hyötyä (Looy 2020). Älykkäiden automaatioiden käyttämisen alkuvaiheeseen onkin syytä kiinnittää erityisesti huomiota.

5.1 Tekninen näkökulma

Älykkäiden automaatioiden käyttöönotossa on hyvä edetä vaiheittain kohti suurempia kokonaisuuksia. Mohanty ja Vyas (2018) esittävät kirjassaan kuusivaiheisen mallin älykkäiden automaatioiden käyttöönottamiseksi. Mallin vaiheet ovat:

1. konseptin testaus
2. pilotointi
3. yksittäisten tehtävien automatisointi
4. yrityksen laajuisen prosessin automatisointi
5. jatkuva parantaminen
6. älykäs automaatio.

Chanyuan (2019) esittelee artikkelissaan hyvin vastaavan, joskin lyhyemmän, mallin älykkäiden automaatioiden käyttöönottamiseksi. Malli on suunniteltu erityisesti tilintarkastuksessa sovellettavaksi, mutta sen opit soveltuvat myös yleisemmin käytettäviksi. Mallin vaiheet ovat: analysoi työnkulkua, automatisoi yksittäisiä tehtäviä ja muodosta jatkuva älykäs automaatio.

Mohantyn ja Vyasın mallin kaksi ensimmäistä vaihetta liittyvät teknologioiden ja käytäntöjen testailuun ennen laajamittaisempaa käyttöönottoa. Mallin ensimmäinen vaihe on konseptin testaus (proof of concept), joka tarkoittaa varsin pienen testiversion rakentamista. Testiversion ei välttämättä tarvitse liittyä edes organisaation liiketoimintaan, vaan sen tarkoituksena on usein vain vertailla ja testilla eri toimittajia tai teknologioita todellisia automaatioita varten. Mallin toisena vaiheena on pilotointivaihe (pilot implementation), eli ensimmäisen todellisen käyttöön tulevan testiversion rakentaminen. Pilotin avulla on tarkoitus kokeilla valittuja toimittajia ja teknologioita tarkasti rajatulla alueella ja arvioida kokeilun vaikutuksia. Pilotilla on siis tarkoitus selvittää, saadaanko teknologian käyttöönotolla halutunlaisia hyötyjä. Ensimmäisten vaiheiden tarkoitus on siis kerätä ymmärrystä siitä, miten ja minkälaisissa prosesseissa näitä automaatiotratkaisuita voitaisiin jatkossa hyödyntää organisaatiossa.

Chanyuanin mallin ensimmäinen vaihe on hyvin samantyylinen, mutta se korostaa enemmän organisaation omiin käytäntöihin perehtymistä. Hänen mukaansa ensimmäisessä vaiheessa syvennyttään oman organisaation mahdollisesti automatisoitaviin prosesseihin ja tarvittaessa yhtenäistetään niitä. Tarkoituksena on siis kerätä ymmärrystä ja luoda perustaa älykkäiden automaatioiden arkkitehtuurin rakentamiselle. Molempien mallien ensimmäisten vaiheiden perimmäinen tarkoitus on siis hyvin samanlainen, vaikka ne lähestyvätkin asiaa hieman eri teoilla.

Mohantyn ja Vyasın mallin seuraavassa vaiheessa pilottikokeilua on tarkoitus laajentaa vastaavanlaisiin yksittäisten tehtävien (single process) automatisointiin. Automaatioiden on tässä vaiheessa tarkoitus liittyä organisaation todellisiin prosesseihin, jotta niistä on todellista hyötyä liiketoiminnalle. Tässä vaiheessa on myös tarkoitus ottaa oppia pilottivaiheessa sattuneista kummelluksista ja kehittää organisaation toimintaa paremmaksi.

Tämä yksittäisten tehtävien automatisointi on myös Chanyuanin mallin toinen vaihe. Hän korostaa, että tässä vaiheessa erityyppisiä tehtäviä on hyvä automatisoida erityyppisillä automaatioilla. Hänen mukaansa yksinkertaisia ja strukturoituun dataan liittyviä prosesseja on hyvä automatisoida yksinkertaisemmilla automaatioilla, kuten ohjelmistorobo-

teilla. Chanyuan kuitenkin kehottaa myös monimutkaisempien prosessien automatisointiin ja älykkäiden automaatioiden käyttöönottoon, jotta myös hajanaisempaa dataa sisältäviä tehtäviä pystytään automatisoimaan.

Mohantyn ja Vyasın mallin neljäs vaihe ja Chanyuanin mallin kolmas eli viimeinen vaihe liittyvät vahvasti samaan asiaan. Molempien vaiheiden tavoitteena on yhdistellä automaatioita laajemmiksi kokonaisuuksiksi, jotta yksittäisten tehtävien sijasta automaatiot kattaisivat kokonaisia prosesseja. Tarkoituksena olisi siis saada automatisoitua useista eri vaiheista muodostuvia prosesseja mahdollisimman kokonaisvaltaisesti, jotta yksittäisten tehtävien hallinnasta päästään suurempiin ja helpommin hallittaviin kokonaisuuksiin.

Mohantyn ja Vyasın mallin viidennen vaiheen tavoite on kehittää organisaation automaatiokyvykkyksiä entisestään kohti jatkuvan parantamisen mallia (continuous automation). Tämä tarkoittaa sitä, että automaatio voidaan esimerkiksi yhdistää palautteen antamiseen. Tämä on tärkeä vaihe ennen älykkäisiin automaatioihin siirtymistä, sillä se auttaa älykkäitä automaatioita varten tarvittavan datan keräämisessä.

Mallin kuudentena vaiheena on tekoälyratkaisuiden yhdistäminen automatisoituihin prosesseihin (intelligent automation), eli älykkäisiin automaatioihin siirtyminen. Tämän vaiheen tavoitteena on, että automatisoidut prosessit ovat tämän jälkeen itseään kehittäviä, eli ne oppivat paremmiksi koko ajan, kun niitä käytetään. Tämä on mallin viimeinen vaihe.

Mohanty ja Vyas keskittyvät mallissaan erityisesti älykkäiden automaatioiden käyttöönottoprosessiin. He kehottavat älykkäitä automaatioita harkitsevia siirtymään niihin vähitellen ja kehittämään omia automaatiokyvykkyksiä ensin yksinkertaisempien automaatioiden parissa. Tämä voi olla järkevää, sillä prosessin aikana organisaation on mahdollista kehittää omaa osaamistaan ja oppia tehdyistä virheistä. Epäonnistumiset prosessin alkuvaiheessa eivät myöskään ole niin vaikuttavia kuin prosessin loppupäässä, joten tehtyjen virheiden hinta on pienempi. Mallin vaiheiden aikana organisaatio kehittää myös datan hallintaansa, joka on kriittinen tekijä älykkäiden automaatioiden käyttämisen kannalta.

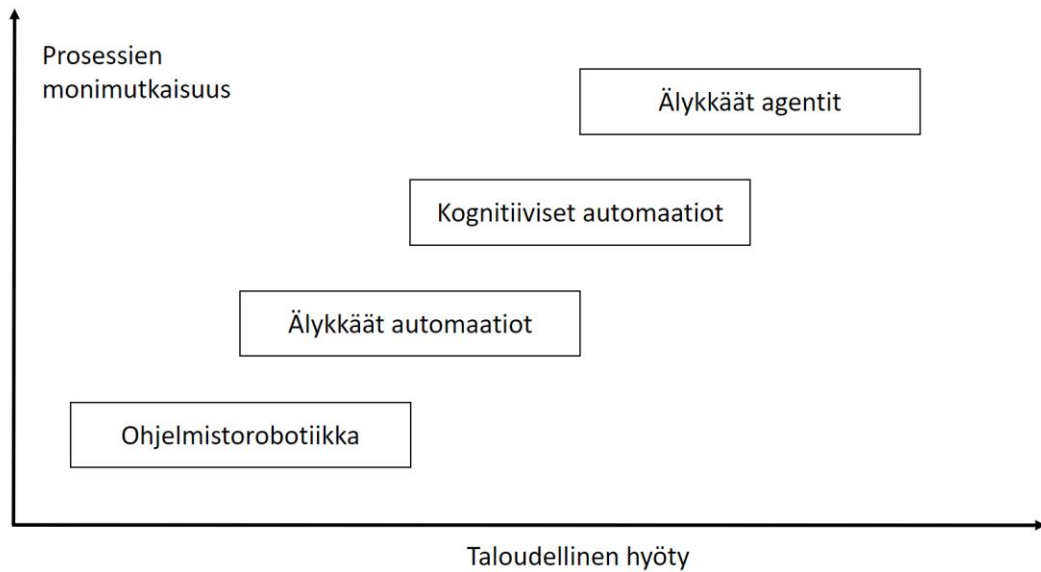
Chanyuan painottaa omassa mallissaan hieman eri asioita ja keskittyy ehkä hieman laajempaan kokonaiskuvaan. Hänen mukaansa ennen automaatioiden käyttöönottoa on erityisen tärkeää keskittyä organisaation prosessien automatisointikelpoisuuteen ja eri automaatioiden käyttöönottamisen voidaan tehdä hyvinkin joustavasti limittäin. Pienistä näkökulmaeroista huolimatta mallit ovat hyvin samankaltaisia ja molempien artikkeleiden malleilla päädytään hyvin samanlaiseen tilanteeseen, jossa organisaation prosesseja on

automatisoitu kokonaisvaltaisesti älykkäillä sekä yksinkertaisemmilla automaatioilla. Samaan tai hyvin samantapaiseen lopputulokseen voidaan siis päästä myös erilaisten lähestymistapojen kautta.

5.2 Automaatiokyvykkyyden kehittämisen prosessi

Älykkäät automaatiot ovat osa suurempaa prosessiautomaatioiden kokonaisuutta, joka voidaan kuvata myös tasoista muodostuviksi portaiksi (Jha ym. 2020). Portaiden alimmalla tasolla on perinteisen ohjelmistorobotiikan sovelluksia, hieman ylempänä älykkäitä automaatioita ja tästä ylempänä vielä itsenäisempiä ja monipuolisempia automaatioita. Ng tutkimusryhmineen (2021) taas kuvaa automaatiokyvykkyyden eri tasot päällään seisovana kolmiona, jonka sivuja kuvaavat prosessien monimutkaisuus, kognitiiviset kyvyt ja päätöksenteon tuki poikkeusten hallintaan. Yksinkertaisimmillaan nämä ovat ohjelmistorobotiikassa, kun taas itsenäiset agentit kuvaavat kaikkein kyvykkäintä automaation tasoa.

Jhan kumppaneineen sekä Ng:n tutkimusryhmineen esittämät ajatukset älykkäistä automaatioista ja niiden käyttöönottamisesta ovat melko samanlaisia kuin mitä Mohanty ja Vyas esittivät aiemmin. Kaikista näistä välittyy kuva, että älykkäiden automaatioiden käyttöönottaminen ei välttämättä ole ensimmäinen vaihe organisaation automaatiokyvykkyyden kehittämisessä. Organisaatioiden voisi olla siis hyvä kehittää automaatiokyvykkyyttään vähitellen aloittaen yksinkertaisimmista automaatioista, joilla kuitenkin on mahdollista saada myös taloudellisia hyötyjä. Toisaalta Jha kumppaneineen ja Ng tutkimusryhmineen esittävät artikkeleissaan ajatuksen, jonka mukaan älykkäät automaatiot eivät ole automaatiokyvykkyyden kehittämisprosessin viimeinen vaihe, vaan automaatiokyvykkyyden kehittäminen on mahdollista vielä pitkään älykkäiden automaatioiden käyttöönottamisen jälkeen. Tämä ajatus ei välittynyt Mohantyn ja Vyasın sekä Chanyuanin esittämissä älykkäiden automaatioiden käyttöönottoprosesseissa. Teknologian kehittyessä myös automaatiomahdollisuudet tulevat kuitenkin lisääntymään, eikä organisaation automaatiokyvykkyyden kehittämisprosessia pidä lopettaa älykkäiden automaatioiden käyttöönoton jälkeen. Tämä kehitysprosessi on esitetty automaatiokyvykkyyden eri tasoina kuvassa 3.



Kuva 3: Automaatiokyvykkyyden eri tasot, mukailten (Jha ym. 2020; Ng ym. 2021).

Kuvasta huomataan, että älykkäät automaatiot sijoittuvat automaatiokyvykkyydeltään ohjelmistorobotiikan ja kognitiivisten automaatioiden väliin. Kuvan tasot ovat myös osittain limittäin ja muodostavat selkeän tien ohjelmistorobotiikasta älykkäiden ja kognitiivisten automaatioiden kautta älykkäisiin agentteihin. Tasoja noustessa automatisoitavien prosessien monimutkaisuus kasvaa, mutta myös automatisoinnilla saatava taloudellinen hyöty suurenee. Kuvan ideana on havainnollistaa ohjelmistorobotiikan ja organisaation automaatiokyvykkyyden kehitystä polkuna, jolla on selkeä alkupiste sekä suunta.

5.3 Organisaation ja sen ihmisten näkökulma

Älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa on hyvä pohtia myös hieman laajemmin esimerkiksi organisaation henkilöstön kannalta. Hickman ja Swisher (2020) sekä Steinhoff kumppaneineen (2018) esittävät artikkeleissaan listaukset, joissa pohditaan älykkäiden automaatioiden käyttöönottamista laajemmin kuin pelkästään teknisestä näkökulmasta. Tämä on tärkeää, sillä vaikka kyse on pohjimmiltaan teknologisesta muutoksesta, älykkäiden automaatioiden käyttöönotolla on vaikutuksia koko organisaation toimintaan.

Steinhoff tutkimusryhmineen aloittaa listauksensa kohdalla: haasta myytit. Heidän mukaansa yhteisen terminologian määrittäminen voi esimerkiksi lieventää muutoksen aiheuttamaa pelkoa sekä helpottaa asioiden käsittelyä. Hickmanin ja Swisherin listauksesta löytyy vastaava kohta: selitä mitä ohjelmistorobotiikka ja tekoäly ovat (ja eivät ole) ajoissa ja usein. Heidän mukaansa avoin viestiminen koko organisaatiolle auttaa henkilöstöä käsittelemään uusia asioita. Molemmissa artikkeleissa kehoitetaan organisaatioita

viestimään asioista monipuolisesti jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Tämä on järkevää myös erilaisten huhujen välttämiseksi.

Steinhoffin ja kumppaneiden listaus jatkuu kohdalla: apua ja tehokkuutta. Heidän mukaansa yleinen väärinkäsitys on se, että nämä uudet teknologiat vähentäisivät työpaikkoja. Tämän sijaan niiden on tarkoitus suoraviivaistaa ja vähentää rutiinitehtäviä, jotta työntekijät voisivat keskittyä mielekkäämpiin tehtäviin. Hickman ja Swisher pohtivat samaa toteamalla, että työntekijöille on tärkeää tarjota mahdollisuuksia kouluttaa itseään. Älykkäät automaatiot ja tekoäly eivät siis välttämättä korvaakaan suoraan työntekijöitä, vaan työntekijät, jotka käyttävät näitä työkaluja, korvaavat työntekijät, jotka eivät niitä käytä. Työntekijöiden kouluttaminen onkin ensiarvoisen tärkeää, jotta heidän osaamisensa on relevanttia myös tulevaisuudessa.

Hickman ja Swisher esittävät listauksessaan ajatuksen parhaiden käytäntöjen hyödyntämisestä. Steinhoff kumppaneineen jatkaa ajatusta korostamalla uusien teknologioiden hallintamallien kehittämistä. Organisaatioiden tulisi siis esimerkiksi älykkäiden automaatioiden kohdalla kehittää heti alusta alkaen selkeää mallia niiden hallinnoimiseen. Kaikkea ei kuitenkaan kannata ja tarvitse miettiä itse, vaan organisaation on hyvä hakea inspiraatiota tähän myös sen ulkopuolella hyväksi havaituista käytännöistä. Tämä helpottaa uuden teknologian käyttöönottoa ja lisää siitä saatavaa hyötyä pidemmällä aikavälillä.

Steinhoff tutkimusryhmineen kehottaa listauksessaan myös hajottamaan organisaation käytäntöjä, jotka estävät uusien innovaatioiden käyttöönottoa sekä olemaan avoimia uusille ja odottamattomillekin mahdollisuuksille. Täysin uudenlaisten ratkaisuiden kokeileminen voi vaatia organisaatiolta paljon rohkeutta, mutta pitkällä aikavälillä se voi osoittautua hyvin kannattavaksi. Varmaa kuitenkin on, että muutos- ja uudistumiskyvyttömät organisaatiot eivät tule kestämaan.

Hickman ja Swisher kehottavat lisäksi organisaatiota mittaamaan tehtyjen muutosten vaikutusta. Muutosten mittaaminen auttaa selvittämään, mitkä ovat parhaat toimintatavat kyseiselle organisaatiolle. Mittaamisella voidaan myös varmistaa, että tehdyt muutokset ovat olleet suotuisia organisaatiolle ja että organisaatio on matkalla kohti asetettuja tavoitteita.

Yhteenvetona voidaan todeta, etteivät ihmiset lähtökohtaisesti vastusta ohjelmistorobotiikan ja älykkäiden automaatioiden tuomaa muutosta, varsinkaan jos siitä viestitään heille riittävästi. Looy (2020) vahvistaa saman, ja hänen mukaansa ihmiset suhtautuvat älykkäisiin automaatioihin pääosin positiivisesti. Avoimen viestinnän lisäksi organisaatio

tion kannattaa kiinnittää huomiota erityisesti ohjelmistorobotiikan ja älykkäiden automaatioiden hallintamallien kehittämiseen, sillä ne yhtenäistävät toimintatapoja ja selkeyttävät vastuunjakoa organisaatiossa.

6. PÄÄTELMÄT

Tässä luvussa esitellään yhteenveto saaduista tuloksista. Tulokset vedetään yhteen ensin alatutkimuskysymyksen osalta, jonka jälkeen sama tehdään päätutkimuskysymyksen tuloksille. Luvun loppupuolella tutkimusta verrataan aikaisempiin tutkimuksiin, arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta ja esitetään jatkotutkimusehdotuksia.

Tutkimuksen tutkimusongelma oli tiedon puute älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa edistävästä tekijöistä. Tutkimusongelma oli jaettu päätutkimuskysymykseen ja alatutkimuskysymykseen. Alatutkimuskysymys oli päätutkimuskysymystä täydentävä ja sen avulla pyrittiin määrittelemään kattavasti älykäs automaation käsite. Alatutkimuskysymys oli: Mitä älykkäät automaatiot ovat? Päätutkimuskysymyksellä taas haettiin vastausta siihen, mitä organisaatioiden pitäisi ottaa huomioon, jos ne haluaisivat ottaa käyttön älykkäitä automaatioita. Päätutkimuskysymys oli: Mitä älykkäiden automaatioiden käyttöönottoaminen vaatii organisaatiolta? Molempiin kysymyksiin vastattiin kerätyn tutkimusaineiston perusteella.

Alatutkimuskysymykseen siitä, mitä älykkäät automaatiot ovat, vastattiin ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn määritelmien avulla. Älykkäät automaatiot ovat tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan yhdistelmä, jonka avulla on mahdollista automatisoida päättelykykyä tai päätöksentekoa vaativia tehtäviä ja prosesseja. Älykkäät automaatiot ovat eränlaisia hiljaisia työkavereita, jotka hoitavat niille osoitettuja tehtäviä väsymättä kellon ympäri. Tekoäly siis nostaa älykkäiden automaatioiden kyvykkyyden tavallisen ohjelmistorobotiikan yläpuolelle, mutta samalla myös niiden teknologiset vaatimukset ja niiden aiheuttamat kustannukset lisääntyvät.

Päätutkimuskysymystä, eli älykkäiden automaatioiden käyttöönoton edellytyksiä tarkasteltiin aineiston avulla neljästä eri näkökulmasta: tekninen, automaatiokyvykkyyden laajempi kehittäminen, organisaatio sekä ihmiset. Teknisen näkökulman yhteenvetona voidaan esittää, että älykkäiden automaatioiden käyttöönottoaminen on hyvä suorittaa prosessina, jossa organisaatio siirtyy vähitellen yksinkertaisemmista automaatioista älykkäiden automaatioiden käyttämiseen. Tällöin organisaatio voi oppia virheistään ja kehittää automaatiokyvykkyytään prosessin aikana. Organisaation ja sen ihmisten näkökulmasta tärkeimmäksi tekijäksi älykkäiden automaatioiden käyttöönottamisessa nousi avoin ja riittävä viestintä sekä organisaation automaatiohallintamallin kehittäminen. Avoimella ja aktiivisella viestinnällä on mahdollista poistaa epäluuloja ja saada henkilöstö suhtautumaan positiivisesti uuteen käyttöönotettavaan teknologiaan. Älykkäiden automaatioiden

hallintamallin kehittäminen taas mahdollistaa automaatioiden suuremman kokonaismäärän sekä selkeämmän vastuunjaon esimerkiksi niiden ylläpidossa. Automaatiokyvykkyyden kehittämisen näkökulmasta tärkein huomio on se, että älykkäiden automaatioiden käyttöönottoaminen on osa laajempaa automaatiokyvykkyyden kehittämisprosessia, joka on alkanut ennen älykkäiden automaatioiden käyttöönottoa ja jatkuu vielä sen jälkeenkin. Nämä keskeiset tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4: Keskeiset tutkimustulokset.

Näkökulma	Keskeinen tulos
Tekninen	Organisaation on hyvä edetä vaiheittain monimutkaisempien automaatioiden käyttämiseen.
Organisatorinen	Älykkäiden automaatioiden hallintamallin kehittäminen on ensiarvoisen tärkeää.
Ihmisläheinen	Avoin ja riittävä viestintä lievittää ihmisten huolta tulevista muutoksista.
Automaatiokyvykkyys	Älykkäiden automaatioiden käyttöönottoaminen on osa suurempaa automaatiokyvykkyyden kehittämisen jatkumoa.

Tutkimuksen tulokset ovat hyvin linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa, sillä ne pohjautuvat suoraan aiempiin tutkimuksiin ja niiden tuloksiin. Tutkimus yhdistelee useissa aikaisemmissa tutkimuksissa käsiteltyjä asioita ja kerää niissä syntyneet ideat ja oivallukset yhteen tutkimukseen. Tutkimuksen tuoma lisäarvo aiempiin tutkimuksiin verrattuna muodostuu juuri tästä hajallaan olevien tutkimustuloksien yhdistämisestä.

Tutkimus on varsin luotettava, sillä siinä kerätty aineisto on valittu aihetta käsittelevästä kirjallisuudesta satunnaisesti, eli tutkimuksen aineisto huomioi todennäköisesti hyvin laajasti aikaisempien tutkimusten eri näkökulmia. Tutkimus on myös kirjoitettu mahdollisimman objektiivisesti eri julkaisuiden lähteitä vertaillen. Tulosten luotettavuutta rajoittaa kuitenkin kirjallisuuskatsauksen melko pieni otanta ja se, että vain hieman alle puolet aineiston kahdestakymmenestä julkaisusta on vertaisarvioitu. Vertaisarviointirajauksen pois jättäminen aineistoa valittaessa oli tietoinen valinta, mutta se vähentää tulosten luotettavuutta. Aineiston kokoa kasvattamalla olisi myös voitu saada vielä laajempi kuva aikaisemmasta tutkimuksesta, jolloin tulokset olisivat olleet luotettavampia, mutta aineiston koko rajoitettiin kahteenkymmeneen julkaisuun kandidaatintyön laajuudesta johtuen.

Älykkäiden automaatioiden tutkimusta voisi olla mielenkiintoista jatkaa tutkimalla laajemmin organisaatioiden erityyppisiä automaatiostrategioita ja niiden vaikutuksia. Tämä tutkimus keskittyi automaatiokyvykkyyden kehittämisen yhteen vaiheeseen, älykkäiden automaatioiden käyttöönottamiseen, ja jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia tarkemmin, millaisella strategialla erilaisista automaatioista olisi mahdollista saada suurimpia hyötyjä. Toinen mahdollinen jatkotutkimusidea voisi liittyä automaatioiden hallintamallien tutkimiseen. Millä tavalla valmiita automaatioita tulisi hallita, jotta esimerkiksi niiden ylläpitokustannukset olisivat mahdollisimman pienet?

LÄHTEET

- Agostinelli, S., Marrella, A. & Mecella, M. (2020) Towards Intelligent Robotic Process Automation for BPMers. Cornell University.
- Asatiani, A., Garacía, J., Helander, N., Jiménez-Ramírez, A., Koschmider, A., Mendling, J., Meroni, G. & Reijers, H. (2020) From Robotic Process Automation to Intelligent Process Automation. Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum, p. 215-229.
- Asatiani, A., García, J., Helander, N., Jiménez-Ramírez, A., Koschmider, A., Mendling, J., Meroni, G. & Reijers, H. (2020) Is Robotic Process Automation Becoming Intelligent? Business process management: Blockchain and Robotic Process Automation forum, p. 101-115.
- Balasundaram, S. & Venkatagiri, S. (2020) A structured approach to implementing Robotic Process Automation in HR. Journal of physics. Conference series, Vol.1427, No. 1, p. 12008.
- Business Finland. (2020). Suomella on vain yksi selviytymiskeino: työn tuottavuuden kasvu. Saatavilla: <https://www.businessfinland.fi/ajankohtaista/uutiset/2020/suomella-on-vain-yksi-selviytymiskeino>. (24.10.2021).
- Chanyuan, Z. (2019) Intelligent process automation in audit. Journal of emerging technologies in accounting, Vol. 16, p.69-88.
- Chen, Y., Ortiz, S., Contri, M. & Chang, S. (2021) INTELLIGENT PROCESS AUTOMATION: THE OUTLOOK OF INTERNAL AUDIT. Internal Auditing, Vol.36, No. 2, p. 26-32.
- Fink, A. (2019). Conducting research literature reviews: From the internet to paper. SAGE Publications Ltd. London.
- Gartner. (2020) Gartner Says Worldwide Robotic Process Automation Software Revenue to Reach Nearly \$2 Billion in 2021. Saatavilla: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-09-21-gartner-says-worldwide-robotic-process-automation-software-revenue-to-reach-nearly-2-billion-in-2021> (23.11.2021).
- Gartner. (2020). 2 Megatrends Dominate the Gartner Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2020. Gartner. Saatavilla: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/2-megatrends-dominate-the-gartner-hype-cycle-for-artificial-intelligence-2020>. (24.10.2021).
- Hickman, J. & Swisher, J. (2020) STRATEGIES FOR INTELLIGENT AUTOMATION: BUILDING A RESILIENT WORKFORCE. The Journal of Government Financial Management, Vol. 68, No. 4, p. 12-17.

- Hofmann, P. Samp, C. & Urbach, N. (2020) Robotic process automation. *Electronic markets*, Vol.30, No. 1, p. 99-106.
- Jha, N., Prashar, D. & Nagpal, A. (2021) Combining Artificial Intelligence with Robotic Process Automation—An Intelligent Automation Approach. *Deep Learning and Big Data for Intelligent Transportation*, p.245-264.
- Kam, K., Chun-Hsien, C., Lee, C., Jianxin, J. & Zhi-Xin, Y. (2021). A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives. *ScienceDirect*. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S147403462100001X>. (23.9.2021).
- Kauppaliehti. (2018). Miksi tietotyö saa aivot ylikuumenemaan? Saatavilla: <https://www.kauppalehti.fi/kumppanisialtoa/terveystalo/miksi-tietotyö-saa-aivot-ylikuumenemaan/676545a5-8614-52e7-a6cf-30cce4f79d01>. (24.10.2021).
- Looy, A. (2020) Adding Intelligent Robots to Business Processes: A Dilemma Analysis of Employees' Attitudes. *Business Process Management*. Vol. 12168, No. 1, p. 435-452.
- Mahey, H. (2020) *Robotic Process Automation with Automation Anywhere: Techniques to Fuel Business Productivity and Intelligent Automation Using RPA*. Packt Publishing Ltd. Birmingham.
- Masood, A. & Hashmi, A. (2019) *Cognitive Computing Recipes Artificial Intelligence Solutions Using Microsoft Cognitive Services and TensorFlow*. Apress. New York.
- McKinney, S., Sieniek, M. & Shetty, S. (2020) International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature*, Vol. 577, p. 89–94.
- Mohanty, S. & Vyas, S. (2018) *How to Compete in the Age of Artificial Intelligence*. Apress. New York.
- Mullakara, N. & Asokan, A. (2020) *Robotic Process Automation Projects*. Packt Publishing Ltd. Birmingham.
- Ng, K., Chen, C., Lee, C., Jiao, J. & Yang, Z. (2021) A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 47, p. 101246.
- Oliveira, J. (2016). *Robotic Process Automation (RPA)*. Saatavilla: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102841/2/182952.pdf>. (23.9.2021).
- Pramod, D. (2021) Robotic process automation for industry: adoption status, benefits, challenges and research agenda. *Benchmarking : an international journal*, Vol. ahead-of-print (ahead-of-print).

- Sorin, A. (2018) The Road to Intelligent Automation in the Energy Sector. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*; Bucharest, Vol. 6, No. 3, p. 489-502.
- Steinhoff, J., Lewis, A. & Everson, K. (2018) The March of the Robots. *The Journal of Government Financial Management*, Vol. 67, No. 1, p. 26-33.
- Taulli, T. (2019) *Artificial Intelligence Basics A Non-Technical Introduction*. Apress. New York.
- Taulli, T. (2020) *The Robotic Process Automation Handbook*. Apress. New York.
- Tilastokeskus. (2021). Työn tuottavuus. Tilastokeskus. Saatavilla: https://www.stat.fi/meta/kas/tyon_tuot.html. (24.10.2021).
- Vajgel, B., Corrêa, P., De Sousa, T., Quille, R., Bedoya, J., De Almeida, G., Filgueiras, L. & Mollica, D. (2021) Development of Intelligent Robotic Process Automation: A Utility Case Study in Brazil. *IEEE access*, Vol.9, p.71222-71235.
- Vijayaraghavan, R. (2018) How RPA Driven By AI & ML Can Help Insurers. *Business World (India)*.
- Xiao, Y. & Watson, M. (2017). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. *Journal of Planning Education and Research*. Saatavilla: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0739456X17723971>. (24.10.2021).
- Yle. (2015). Tutkija: Uupunut työkaveri on hälytys työpaikan ongelmista. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-8510160>. (24.10.2021).
- Zhang, X. & Wen, Z. (2021) Thoughts on the development of artificial intelligence combined with RPA. *Journal of Physics*, Vol. 1883, No. 1.

LIITE 1: TUTKIMUSAINEISTO

Agostinelli, S., Marrella, A. & Mecella, M. (2020) Towards Intelligent Robotic Process Automation for BPMers. Cornell University.

Asatiani, A., Garacía, J., Helander, N., Jiménez-Ramírez, A., Koschmider, A., Mendling, J., Meroni, G. & Reijers, H. (2020) From Robotic Process Automation to Intelligent Process Automation. Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum, p. 215-229.

Asatiani, A., García, J., Helander, N., Jiménez-Ramírez, A., Koschmider, A., Mendling, J., Meroni, G. & Reijers, H. (2020) Is Robotic Process Automation Becoming Intelligent? Business process management: Blockchain and Robotic Process Automation forum, p. 101-115.

Balasundaram, S. & Venkatagiri, S. (2020) A structured approach to implementing Robotic Process Automation in HR. Journal of physics. Conference series, Vol.1427, No. 1, p. 12008.

Chanyuan, Z. (2019) Intelligent process automation in audit. Journal of emerging technologies in accounting, Vol. 16, p.69-88.

Chen, Y., Ortiz, S., Contri, M. & Chang, S. (2021) INTELLIGENT PROCESS AUTOMATION: THE OUTLOOK OF INTERNAL AUDIT. Internal Auditing, Vol.36, No. 2, p. 26-32.

Hickman, J. & Swisher, J. (2020) STRATEGIES FOR INTELLIGENT AUTOMATION: BUILDING A RESILIENT WORKFORCE. The Journal of Government Financial Management, Vol. 68, No. 4, p. 12-17.

Jha, N., Prashar, D. & Nagpal, A. (2021) Combining Artificial Intelligence with Robotic Process Automation—An Intelligent Automation Approach. Deep Learning and Big Data for Intelligent Transportation, p.245-264.

Looy, A. (2020) Adding Intelligent Robots to Business Processes: A Dilemma Analysis of Employees' Attitudes. Business Process Management. Vol. 12168, No. 1, p. 435-452.

Masood, A. & Hashmi, A. (2019) Cognitive Computing Recipes Artificial Intelligence Solutions Using Microsoft Cognitive Services and TensorFlow. Apress. New York.

Mohanty, S. & Vyas, S. (2018) How to Compete in the Age of Artificial Intelligence. Apress. New York.

Mullakara, N. & Asokan, A. (2020) Robotic Process Automation Projects. Packt Publishing Ltd. Birmingham.

- Ng, K., Chen, C., Lee, C., Jiao, J. & Yang, Z. (2021) A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 47, p. 101246.
- Sorin, A. (2018) The Road to Intelligent Automation in the Energy Sector. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*; Bucharest, Vol. 6, No. 3, p. 489-502.
- Steinhoff, J., Lewis, A. & Everson, K. (2018) The March of the Robots. *The Journal of Government Financial Management*, Vol. 67, No. 1, p. 26-33.
- Taulli, T. (2019) *Artificial Intelligence Basics A Non-Technical Introduction*. Apress. New York.
- Taulli, T. (2020) *The Robotic Process Automation Handbook*. Apress. New York.
- Vajgel, B., Corrêa, P., De Sousa, T., Quille, R., Bedoya, J., De Almeida, G., Filgueiras, L. & Mollica, D. (2021) Development of Intelligent Robotic Process Automation: A Utility Case Study in Brazil. *IEEE access*, Vol.9, p.71222-71235.
- Vijayaraghavan, R. (2018) How RPA Driven By AI & ML Can Help Insurers. *Business World (India)*.
- Zhang, X. & Wen, Z. (2021) Thoughts on the development of artificial intelligence combined with RPA. *Journal of Physics*, Vol. 1883, No. 1.