



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TEKOÄLYN AVULLA DIGILOIKASTA TUOTTAVUUSLOIKKAAN

Selvitys sairaanhoitopiirien tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käytöstä

TEKIJÄ/T: Kati Tuovinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Kati Tuovinen	
Työn nimi Tekoälyn avulla digiloikasta tuottavuusloikkaan	
Päiväys	26.2.2019
Sivumäärä/Liitteet	70/1
Ohjaaja(t) Keijo Kuosmanen (ohjaaja 1) ja Jussi Koistinen (ohjaaja 2)	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) HyvinRobo-hanke 2018-2020, yhteyshenkilö Tiina Arvola	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tekoäly on kiinnostanut tutkijoita ja tieteilijöitä jo vuosikymmenten ajan. Lähtökohtaisesti kysymys on siitä, miten teknologia voidaan valjastaa suorittamaan tehtäviä, joissa on perinteisesti vaadittu joustavaa ajattelua ja inhimillistä päätöksentekoa eli älykkyyttä. Näihin päiviin saakka koneet ovat noudattaneet niille eksplisiittisesti ohjelmoituja toimintaohjeita eli algoritmeja. Tekoälyn aikakaudella keskeiseksi tekijäksi on noussut koneiden ja ohjelmistojen kyky oppia. Oppiminen ei kuitenkaan tapahdu itsestään, vaan se perustuu koneoppimiseksi kutsuttuun prosessiin. Koneoppimisessa algoritmilta ohjelmoidaan toimintalogiikka, jonka avulla se käsittelee valtavan määrän dataa ja tuottaa päätelmiä havaitsemiensa säännönmukaisuuksien pohjalta. Mitä enemmän korkealaatuista dataa algoritmille syötetään, sitä paremmaksi se oppii. Koneiden laskentatehon kehittyminen sekä digitaalisen datan määrän kasvu ja saatavuus ovat tekijöitä, jotka ovat viime aikoina mahdollistaneet tekoälyn räjähdysmäisen kehittymisen.</p> <p>Digitalisaatioon ja teknologian kehittymiseen liittyy odotus toiminnan tehostumisesta, tuottavuuden paranemisesta ja kustannusten kasvun hillitsemisestä. Yksi merkittävimmistä julkisen talouden kustannustekijöistä on sosiaali- ja terveydenhuoltopalvelujen tuottaminen. Huomionarvoista sosiaali- ja terveydenhuollon kulurakenteessa on se, että useiden eri tutkimusten mukaan kustannukset eivät kerry tasaisesti koko väestöstä, vaan valtaosa kuluista aiheutuu pienestä osasta palveluja käyttävistä asiakkaista. Näiden kustannuksia kerryttävien asiakas- ja potilasryhmien parempi tunnistaminen ja painopisteen siirtäminen ennaltaehkäisevien palvelujen järjestämiseen voivat olla mahdollinen ratkaisu sosiaali- ja terveydenhuollon kustannusten hallintaan.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tekoälyllä on keskeinen rooli, mutta pääasiallinen kiinnostus kohdistuu tekoälyn mahdollisuuksien hyödyntämiseen sosiaali- ja terveydenhuollossa, esimerkiksi edellä kuvattujen kohderyhmien tunnistamisessa. Tarvittavan ymmärryksen muodostamiseksi työssä käydään aluksi läpi, mitä tekoälyllä tarkoitetaan, miten se on kehittynyt ja mihin koneiden älykkyys tämänhetkisen käsityksen mukaan perustuu. Lisäksi käsitellään kysymyksiä tekoälyyn liittyvistä rajoituksista ja uhkakuvista. Tämän jälkeen tutustutaan siihen, millaisia tekoälykokeiluja sosiaali- ja terveydenhuollon toimijat ovat Suomessa tehneet ja millaisin tuloksin. Tarkastelussa ovat Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kokeilu monisairaiden potilaiden tunnistamiseksi, Espoon kaupungin kokeilu asiakkaiden palvelutarpeiden tunnistamiseksi ja Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin kokeilut tekoälyn hyödyntämisestä erikoissairaanhoidossa diagnosoinnin ja hoitopäätösten tukena. Kokeilut toteutettiin vuosina 2016-2017.</p> <p>Työn empiirinen osuus perustuu sairaanhoitopiireille tehtyyn kyselyyn, jonka avulla haluttiin selvittää sairaanhoitopiirien yleistä suhtautumista, tahtotilaa ja odotuksia tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin liittyen. Kyselyllä kartoitettiin myös sitä, onko vastaajaorganisaatioissa toteutettu tekoälyteknologiaan liittyviä kokeiluja tai onko heillä käytössä joitain robotiikan tai ohjelmistorobotiikan ratkaisuja. Lisäksi haluttiin selvittää, miten sairaanhoitopiirit ovat varautuneet tekoälypohjaisten ratkaisujen käyttöönottoon tulevaisuudessa. Kyselyyn vastasi yhdeksän sairaanhoitopiiriä kahdestakymmenestä. Tulosten mukaan sairaanhoitopiireillä on ollut tai on parhaillaan käynnissä erilaisia tekoälyä hyödyntäviä kokeiluja, mutta vakiintunut käyttö tai suunnitelmat tekoälyn käyttöönottamiseksi ja asiaan liittyvän oman osaamisen kehittämiseksi ovat vielä vähäisiä.</p>	
Avainsanat tekoäly, koneoppiminen, sosiaali- ja terveydenhuolto, sairaanhoitopiiri, tuottavuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering Knowledge Management			
Author(s) Kati Tuovinen			
Title of Thesis Artificial intelligence technology - a next step towards productivity			
Date	26.2.2019	Pages/Appendices	70/1
Supervisor(s) Keijo Kuomanen and Jussi Koistinen			
Client Organisation /Partners HyvinRobo Programme 2018-2020, contact Tiina Arpola			
<p>Abstract</p> <p>Artificial intelligence has attracted researchers and scientists for decades. The question is in principle how technology can be harnessed to perform tasks that traditionally require flexible thinking and human decision making, that is, intelligence. Until now, the machines have followed explicitly programmed operating instructions, ie. algorithms. In the era of artificial intelligence, the ability to learn about machines and software has become a key factor. However, learning does not happen by itself, but is based on a process known as machine learning, in which an algorithm has been programmed with a certain operational logic to handle a huge amount of data and to draw conclusions based on the regularities observed. The more high-quality data is fed to the algorithm, the better it learns. The development of computing power, coupled with the growth and availability of digital data, is the most important factor in recent explosive evolution of artificial intelligence.</p> <p>Digitalisation and technology development are expected to result in improved operational efficiency, improved productivity and curbing cost growth. One of the most important cost factors in public finances is the provision of social and health care services. Noteworthy in the cost structure of social and health care is that, according to several studies, costs do not accrue steadily across the population, but most of the costs are borne by a small proportion of the customers using the services. Better identification of these cost-generating customer and patient groups and shifting the focus to the provision of preventive services could be a possible solution for managing social and health care costs.</p> <p>In this thesis, artificial intelligence plays a key role, but the main interest is in utilizing the potential of artificial intelligence in social and health care, for example in identifying the target groups described above. In order to create the necessary understanding of the work, we first start by examining what artificial intelligence means, how it has evolved and what the intelligence of the machines is based on. In addition, issues and limitations of artificial intelligence are discussed. After that, we will get acquainted with what kind of artificial intelligence experiments have been done by social and health care providers in Finland and with what results. The review includes an experiment by the Pirkanmaa Hospital District to identify patients with multiple illnesses, an experiment by the City of Espoo to identify customers with an increased need for social care, and experiments by the Helsinki and Uusimaa Hospital District to utilize artificial intelligence in specialized medical care to support diagnosis and treatment decisions. The experiments were carried out in 2016-2017.</p> <p>The empirical part of the work is based on a questionnaire on hospital districts to find out about the general attitudes, intent and expectations of medical care districts in the use of artificial intelligence technologies. The questionnaire also surveyed whether experimentation on artificial intelligence was carried out by respondent organizations or whether they have some robotic or software robots' solutions. It was also wanted to find out how the hospital districts have been prepared for the introduction of artificial intelligence solutions in the future. The questionnaire was answered by nine hospital districts in twenty. According to the results, hospital districts have had or have been experimenting with different artificial intelligence, but the established use or plans for the deployment of artificial intelligence and the development of relevant know-how are still limited.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Artificial intelligence, machine learning, social and health care, hospital district, productivity</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Aiheen valintaa ohjanneet tekijät	6
1.2	Tavoitteet, työn rakenne ja rajaukset	8
1.3	Lyhenteet ja määritelmät.....	9
1.4	Työn tilaaja: Hyvinvointi- ja terveystalurobotiikan osaamisen ja hyödyntämisen kehittämishanke10	
1.5	Tutkimusaineistot.....	11
2	ÄLYKÄS KONE	12
2.1	Tekoälyn määritelmä.....	12
2.2	Tekoäly ja koneoppiminen	13
2.2.1	Ohjattu oppiminen	14
2.2.2	Ohjaamaton oppiminen	15
2.2.3	Vahvistusoppiminen	15
2.3	Tekoälyn yhteiskunnallinen vallankumous – keinotekoiset neuroverkot ja syväoppiminen	16
2.4	Teknologinen singulariteetti ja tekoälyn tulevaisuus	17
2.5	Tekoälyn käyttöön liittyvät turvallisuus- ja moraalikysymykset	19
2.6	Tekoäly ja sen vaikutukset työllisyyteen ja maailmantalouteen	21
3	TEKOÄLYN TUOTTAVUUSHAASTE TERVEYDENHUOLLOSSA	24
3.1	Case Pirkanmaa – monisairaiden tunnistaminen ohjelmistorobotiikan avulla.....	27
3.2	Case Espoo – tekoälykokeilu asiakkaiden palvelutarpeiden ennakoimiseksi	28
3.3	Case HUS – tekoälykokeilulla apua keskosvauvojen hoitoon.....	30
4	SELVITYS TEKOÄLYÄ HYÖDYNTÄVIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTÖSTÄ SAIRAANHOITOPIIREISSÄ	31
4.1	Kyselyn toteutus ja vastaajat	31
4.2	Tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin liittyvät odotukset ja hyödynnettävyys sairaanhoitopiireissä	33
4.3	Tekoälyä hyödyntävien ratkaisujen käyttö ja kokeilut sairaanhoitopiireissä	41
4.4	Sairaanhoitopiirien tulevaisuuden suunnitelmat ja varautuminen tekoälyteknologioiden käyttöönottoon	47
4.5	HyvinRobo-hanketta ja mahdollista yhteistyötä koskeva kysymysosio	56
4.6	Havainnot ja johtopäätökset	56
5	YHTEENVETO JA POHDINTA	61
5.1	Koneiden älykkyyys	61

5.2	Tekoäly on uusi sähkö.....	62
5.3	Tunnustelua tulevista mahdollisuuksista	63
5.4	Sairaanhoitopiirien valmius tekoälyn käyttöönottoon	63
5.5	Loppusanat	64
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	66
	LIITE 1: SAIRAAHOITOPiIREILLE SUUNNATTU KYSELY TEKOÄLYÄ HYÖDYNTÄVIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTÖSTÄ.....	71

1 JOHDANTO

Tekoälyn vallankumous on toden teolla käynnissä. Muutokset teknologian kehittämisessä näkyvät meidän jokaisen arjessa. Pelaamme pelejä, jotka oppivat ja kehittyvät jokaisesta pelaamastamme pelistä. Käytämme laitteita, jotka ymmärtävät vaivatta puhetta ja jotka kykenevät tunnistamaan meidät henkilöinä pelkästään kasvokuvien perusteella. Matkustamme kulkuneuvoilla, jotka pystyvät liikkumaan ja reagoimaan ajon aikana muuttuviin tilanteisiin itsenäisesti. Kohtaamme lääkärissä käydessämme erilaisia tekoälyn ja teknologian ilmentymiä itseilmoittautumisautomaateista ja puhuvista palveluroboteista aina robottivusteiseen kirurgiaan saakka. Jopa kokonainen sairaala voi olla muuttunut älykkääksi sairaalaksi.

Näiden teknologisten, maailmaa myllertävien muutosten mahdollistajana on koneiden kyky oppia. Ihminen on vuosien ajan ohjelmoinut eli kirjoittanut konekielisiä toimintaohjeita, joiden avulla koneet ovat suorittaneet puolestamme ennalta määrättyjä tehtäviä tai tehtäväkokonaisuuksia. Nyt käynnissä olevalla tekoälyn aikakaudella asiassa on menty pidemmälle; koneet on laitettu oppimaan itsenäisesti ja selviytymään vaihtuvista, hyvinkin monimutkaisista tilanteista. Muutos on ilmiömäinen ja se mullistaa kiihtyvällä vauhdilla toimintatapoja ja koko maailmaa.

Sosiaali- ja terveydenhuolto on yksi potentiaalinen tekoälystä hyötyvä toimiala. Toimialan siilomainen rakenne ei kykene riittävästi huomioimaan palvelua käyttävien moninaisia tarpeita – ongelmallisia ovat erityisesti paljon palveluja käyttävät potilaat ja asiakkaat. (Leskelä ym. 2013, 3163.) Toiminnan tehostamisen tarve on ilmeinen laadun parantamiseksi ja hoidon kohdentamiseksi oikein sekä kustannusten säästämiseksi ja riskien vähentämiseksi.

1.1 Aiheen valintaa ohjanneet tekijät

Sosiaali- ja terveystalouden tuottaminen on merkittävä kustannustekijä julkiselle taloudelle. Resurssien tehokas käyttö on tärkeää kulujen pitämiseksi maltillisina. Terveystalouden kustannukset eivät kerry tasaisesti väestöstä, vaan pieni osa sosiaali- ja terveydenhuollon asiakkaista aiheuttaa valtaosan kustannuksista. Oulussa vuonna 2011 potilastietodatasta tehty tutkimus osoitti, että kaikista Oulun kunnan sosiaali- ja terveydenhuollon menoista peräti 81 prosenttia kertyi asiakas- ja potilasryhmästä, joka vastasi määrällisesti noin 10 prosenttia tarkastellun alueen väestöstä (Leskelä ym. 2013, 3163 – 3164).

Yhdysvalloissa vuoden 2008 Medical Expenditure Panel Survey -aineistolla tehty tutkimus antoi samansuuntaisen tuloksen: keskimäärin viiden prosentin osuus väestöstä kerrytti lähes puolet Yhdysvaltojen terveydenhuollon kustannuksista. Tutkimus paljasti, että suurin terveydenhuollon palveluja käyttänyt ryhmä oli kooltaan vain prosentin koko väestöstä, mutta ryhmän käyttämistä palveluista aiheutuneet kustannukset olivat peräti 20,2 prosenttia Yhdysvaltojen terveydenhuollon kokonaismenoista. (U.S. Department of Health & Human Services, 2008; Schoenman & Chockley 2011, 4.)

Juha Sipilän (2015, 26) hallitus on asettanut kymmenen vuoden tavoitteeksi ottaa ”tuottavuusloikan julkisissa palveluissa ja yksityisellä sektorilla tarttumalla digitalisaation mahdollisuuksiin ja purkamalla turhaa sääntelyä ja byrokratiaa”. Sosiaali- ja terveydenhuollossa tuottavuuden tehostamiseen ja kustannussäästöjen tavoitteluun liittyvät toimenpiteet on tutkimustulosten mukaan perusteltua suunnata paljon kustannuksia aiheuttaviin potilasryhmiin. Yhtenä tällaisena paljon terveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon palveluja käyttävien potilaiden ryhmänä on tunnistettu niin kutsutut monisairaajat. Monisairauden määritelmää ei ole tiukasti rajattu, mutta tyypillisinä piirteinä on mainittu muun muassa runsaasti hoitokäyntejä erikoissairaanhoidon eri toimipaikoissa, korkeat kustannukset ja diagnoosien suuri lukumäärä. Lisäksi monisairailla on usein tarpeita myös sosiaalihuollon palveluille, jolloin kuvaavampi ilmaisu monisairauden sijaan olisi moniongelmainen. (Bates ym. 2014, 1124-1127; Kujansuu 2017).

Pirkanmaan sairaanhoitopiirissä toteutettiin vuonna 2017 datalähtöisen tunnistusmenetelmän kehittämiseen liittyvä projekti, jossa kokeiltiin koneoppimiseen pohjautuvaa menetelmää. Kokeilun avulla haluttiin selvittää, voidaanko tekoäly valjastaa käsittelemään potilasdataa niin, että se pystyy tunnistamaan ja määrittämään potilasryhmiä, joilla on kohonnut riski monisairauteen. Varhaisessa vaiheessa tunnistettu monisairausriski auttaisi ottamaan kohderyhmän potilaat tehostetun ja kustannustehokkaamman hoidon piiriin ennen potilaan tilanteen hankaloitumista. (Kujansuu 2017). Espoossa toteutettiin vastaavanlainen kokeilu vuosina 2017-2018. Kokeilun tarkoituksena oli selvittää, pystyykö tekoäly tunnistamaan 15 vuoden ajalta kerätystä sosiaali- ja terveystietojen datamassasta sellaisia tekijöitä, jotka ennakoivat lastensuojelun asiakkuutta. Lastensuojelu on kunnalle raskas ja kallis palvelu. (Lehtinen 2018).

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä erilaisia tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä kokeiluja on tehty jo vuodesta 2014. Osa kokeiluista on onnistunut hyvin, kuten esimerkiksi keskoslasten hengenvaarallisen bakteeritulehduksen ennustaminen. Osa kokeiluista puolestaan on osoittautunut odotuksia hankalammaksi toteuttaa. Yhtenä syynä kokeilujen epäonnistumiselle on pidetty sitä, että tekoälyn opettamiseen tarvittavaa dataa ei ole ollut kaikissa koetapauksissa riittävästi saatavilla. Helsingin yliopistollisen sairaalan kehitysjohtaja Visa Honkanen kommentoi asiaa Tivi-lehdelle antamassaan haastattelussa seuraavasti: ”Jos haluaa, että tekoälystä on oikeasti hyötyä eikä ongelma ratkea perinteisellä analytiikalla, dataa pitää useimmiten olla paljon.” (Kähkönen 2017).

Edellä kuvatut löydökset sosiaali- ja terveydenhuollon kustannusten aiheuttajista täydennettynä Espoon kaupungin, Pirkanmaan sekä Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirien koneoppimiseen pohjautuvilla kokeiluilla olivat keskeiset ajurit tämän opinnäytetyön aiheen valinnalle. Sosiaali- ja terveydenhuollon digitalisoitumisen myötä tietokantoihin on kertynyt valtavat määrät dataa, jota hyödynnetään vielä varsin vähän. Kun yhtälöön lisätään valmisteilla oleva soteuudistus, joka pyrkii elvyttämään sosiaali- ja terveyspalvelujen huoltosuhdetta ja hillitsemään toiminnasta aiheutuvien kustannusten kasvua, on tekoälyä hyödyntäville teknologioille ilmeinen tarve.

1.2 Tavoitteet, työn rakenne ja rajaukset

Tässä opinnäytetyössä tekoälyllä on keskeinen rooli, mutta pääasiallinen kiinnostuksen kohde on siinä, millaisia konkreettisia hyötyjä niiden avulla on saavutettu Suomen sosiaali- ja terveydenhuollossa. Hyötyjä tarkastellaan kolmen case-esimerkin; Pirkanmaan sairaanhoitopiirin, Espoon kaupungin sekä Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tekoälykokeilujen avulla, mutta ennen sitä tutustutaan siihen, miten tekoäly ja koneoppiminen toimivat. Tekoälystä ja erilaisista älylaitteista kirjoitellaan paljon mediassa, mutta mihin koneiden oppimiskyky perustuu? Ja millaisia asioita piilee tämän tieteellisen ja teknisen läpimurron taustalla, kun Jyväskylän yliopiston vuonna 2018 julkaistussa tutkimuksessa todetaan, että uutta, tekoälyyn perustuvaa teknologiaa hyödyntämällä olisi mahdollista säästää kymmenessä vuodessa jopa 2,5 - 5,5 miljardia euroa sosiaali- ja terveydenhuollon kustannuksissa (Neittaanmäki & Kaasalainen 2018, 4).

Työ on kaksiosainen. Ensimmäisessä osassa tutustutaan tekoälyn teoriaan, taustavaikuttimiin ja vaikuttajiin. Tavoitteena on ymmärtää, mitkä asiat ovat johtaneet koneiden niin kutsutun älyllisen toiminnan kehittymiseen ja mikä ylipäättään tekee koneesta älykkään. Tekoälyyn ja sen yleistymiseen on liitetty myös uhkakuvia. Nyt jo edesmennyt professori Stephen Hawking ilmaisi Independent-lehden mielipidekirjoituksessaan vuonna 2014 riskin, että tekoäly tulee ennen pitkää syrjäyttämään ihmisen. (Hawking 5/2014.) Pari vuotta myöhemmin suomalainen tutkimusryhmä julkaisi Helsingin Sanomien mielipidepalstalla kirjoituksen, jossa povattiin ihmisen tuhoon johtavan supertekoälyn syntyvän jo ennen vuotta 2060 (Laakasuo ym. 2017). Työssä tarkastellaan, mikä tekee tekoälystä uhkan ihmiselle ja mitä on näiden riskiskenaarioiden ja synkkien tulevaisuuskuvien taustalla.

Teoriaosuuden päätteeksi luodaan katsaus Pirkanmaan sairaanhoitopiirissä vuonna 2017 toteutettuun, monisairaiden tunnistamiseen liittyvä kokeiluun, jossa luotiin datalähtöinen, koneoppimiseen perustuva tunnistusmenetelmä profiloimalla erikoissairaanhoidon avopalveluiden suurkäyttäjät potilasdatan avulla. Kokeilun taustalla oli halu löytää keinoja voimavarojen suuntaamiseksi eniten kustannuksia aiheuttavien potilaiden hoidon tehostamiseen ja sitä kautta kustannussäästöjen saamiseen. Toisena case-tyyppisenä kohteena tarkastellaan Espoon tekoälykokeilua, jonka tulokset olivat rohkaisevia ja todistivat, että tekoäly voi tunnistaa sosiaalihuollon tukea tarvitsevat ennalta. Kolmannessa case-esimerkissä tutustutaan Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä toteutettuihin kokeiluihin, joista yksi onnistui muita paremmin ja tuotti mallin, jonka avulla voidaan ennaltaehkäistä keskoslapsia sairastumasta hengenvaaralliseen bakteeritulehdukseen.

Työn toinen osuus perustuu sairaanhoitopiireille tehtyyn kyselyyn (Liite 1), jonka avulla haluttiin selvittää sairaanhoitopiirien yleistä suhtautumista, tahtotilaa ja odotuksia tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin liittyen. Kyselyllä kartoitettiin muun muassa sitä, onko vastaajaorganisaatioissa toteutettu tekoälyteknologiaan liittyviä kokeiluja tai onko sairaanhoitopiireissä käytössä joitain robotiikan/ohjelmistorobotiikan ratkaisuja. Lisäksi haluttiin selvittää, miten sairaanhoitopiirit ovat varautuneet tekoälypohjaisten ratkaisujen käyttöönottoon tulevaisuudessa.

1.3 Lyhenteet ja määritelmät

AI (Artificial Intelligence) = Teko- tai keinoälyksi kutsuttu menetelmä, jossa inhimillistä päätöksentekoa ja päättelyä jäljitellään ja toistetaan rationaalisesti koneiden avulla. Tekoälyä pystytään tänä päivänä hyödyntämään muun muassa päättelyä vaativissa tehtävissä, tukemaan oppimista, auttamaan ennakoinnissa ja päätöksenteossa sekä korvaamaan erilaisia konenäköön ja -kuuloon liittyviä toimintoja. (Techopedia 2018.)

ANI (Artificial Narrow Intelligence) = Kaikki tällä hetkellä käytössä oleva tekoäly luokitellaan niin kutsutuksi heikoksi tai kapeaksi tekoälyksi, mikä tarkoittaa sitä, että kone suoriutuu sille määritellystä yksittäisestä tehtävästä hyvin tai jopa erittäin hyvin, mutta sillä ei omaa tahtoa eikä se tiedosta tai ymmärrä asioita sille rajatun kokonaisuuden ulkopuolelta. (Merilehto 2018, 23).

ASI (Artificial Superintelligence) = AGI (Artificial General Intelligence) = Vahvalla eli niin kutsutulla supertekoälyllä tarkoitetaan konetta, jonka älykkyys ylittää ihmisen älykkyuden eli konetta, jolla on oma tietoisuus ja joka pystyy kehittämään itse itseään. Tämänhetkisten käsitysten mukaan vahvaa tekoälyä ei ole olemassa, eikä myöskään tiedetä, voidaanko tätä koneellisen älykkyuden tasoa koskaan edes saavuttaa tai mitä sen jälkeen tapahtuisi. (RND 2018.)

Koneoppiminen (Machine Learning) = Tekoälyn osa-alue, jossa kone oppii itsenäisesti pääsemään haluttuun lopputulokseen hyödyntämällä kertynyttä tietoa ja löytäen datasta yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Käytännössä siis lukemalla, tulkitsemalla, analysoimalla ja mallintamalla dataa. (RND 2018.)

Keinotekoinen neuroverkko (Artificial Neural Networks) = Tiedon käsittelyn, matematiikan ja laskennan malli, joka koostuu joukosta yksinkertaisia prosessoreita, jotka on kytketty toisiinsa suureksi verkoksi ja joiden välillä tapahtuu kommunikaatiota (Bell 2014, 19).

Syväoppiminen (Deep Learning) = Syväoppiminen tarkoittaa kokoelmaa tilastollisia koneoppimisen teknologioita, jotka perustuvat keinotekoisiiin neuroverkkoihin ja joiden avulla koneille opetetaan toimintohierarkioita. Kyseessä on siis aivojen toimintaa jäljittelevä ohjelmallinen tapa oppia, jossa syvien neuroverkkojen eri kerrosten sisältämää sisältämää tietoa käytetään haastavien ongelmien ratkaisemiseksi. (Akagi 2014.)

Big Data = Määrällisesti erittäin suurten, järjestelemättömien ja jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen käsittelyä ja tiedon hyödyntämistä kuvaava käsite. Käsittelyprosessiin kuuluvat tietojen keräämisen ja tallentamisen lisäksi tietomassan prosessointi ja jäsentely, jonka jälkeen se esitetään helpommin tarkasteltavassa ja analysoitavassa muodossa. Big Datan avulla datamassoista jalostettua informaatiota voidaan käyttää esimerkiksi apuna johtamisen ja toiminnan suunnittelussa. (Techopedia 2018.)

Digitalisaatio = Ilmiö, jossa reaali maailman asioita ja ilmentymiä muutetaan sellaisiksi, että tietokoneet voivat niitä ymmärtää ja käsitellä hyväksemme tai puolestamme. Digitalisaatio nopeuttaa ja

tehostaa toimintoja, poistaa aikaan, paikkaan, tiedon- ja palvelujensaantiin sekä osallistumiseen liittyviä rajoituksia. (Techopedia 2018.)

HyvinRobo = Vuosina 2018-2020 toteutettava Savonia-ammattikorkeakoulun, Itä-Suomen yliopiston ja Savon aikuisopiston yhteishanke, jossa kehitetään hyvinvointi- ja terveysterveystieteiden osamista ja hyödyntämistä. Hankekokonaisuuden rahoittajina ja hyödyntäjätahoina ovat Vetrea Terveys Oy, Attendo Oy ja Pohjolasairaala Oy sekä Savon vammaisautosäätiö, Kuopio Tanssii ja soi, Kuopion kaupunki ja Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. (Skön, Arvola ja Hietanen 2018.)

Robotti = Fyysisessä maailmassa toimiva mekaaninen, ihmisen toimintaa korvaava laite tai kone, joka toimii täysin tai osittain joko ihmisen tai tietokoneen määräämänä. Robotiksi voidaan kutsua kokoonpanoltaan ja ulkonäöltään monenlaisia, liikkuvia laitteita, jotka suorittavat erilaisia toimintoja ympäristöstään tekemiensä havintojensa perusteella. (Salmi 2014, 11.)

Palvelurobotti (FSR Field and Service Robotics) = kenttä- ja palvelurobotiikkaan kuuluva ei-teollinen robotiikan osa-alue, jossa ihminen ja robotti ovat vuorovaikutuksessa. Palvelurobotti toimii joko täysin tai osittain itsenäisesti suorittaen erilaisia palveluja ihmisen hyväksi. Koska palvelurobotit toimivat ihmisten kanssa tiiviissä vuorovaikutussuhteessa, on palvelurobottien teknologioiden oltava helppokäyttöisiä sekä kyettävä toimimaan vaihtuvissa ja nopeasti muuttuvissa tilanteissa. Palvelurobottien on lisäksi oltava luotettavia ja ympäristölleen turvallisia. (Salmi 2014, 11.)

Ohjelmistorobotiikka eli RPA (Robotic Process Automation) = teknologia, jonka avulla pystytään automatisoimaan erilaisia tietotyön prosesseja eli työnkulkuja. RPA voi perustua konfiguroituun standardoituun työnkulkuun tai tekoälyn avulla toteutettuun itseoppivaan ohjelmistoon. RPA-teknologiaan perustuvaa ohjelmaa, joka käyttää muita ohjelmia suorittaakseen määrätyn, tyypillisesti rutiininomaisen tehtävän ihmisen puolesta, kutsutaan ohjelmistorobotiksi. (Techopedia 2018.)

1.4 Työn tilaaja: Hyvinvointi- ja terveysterveystieteiden osaamisen ja hyödyntämisen kehittämishanke

Tämä opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä keväällä 2018 käynnistyneen, Savonia-ammattikorkeakoulun, Itä-Suomen yliopiston ja Savon ammattioiston yhdessä toteuttaman HyvinRobo-hankkeen kanssa. Työn teoriapohjaa ja kyselyn tuloksia hyödynnetään soveltuvin osin hankkeen eritaväkokonaisuuksissa.

Vastuuhenkilö ja Tilaajan edustaja: Arvola, Tiina. TKI-asiantuntija. HyvinRobo-hankkeen projekti-päällikkö/Savonia-ammattikorkeakoulu. Kuopio.

HyvinRobo on Savonia-ammattikorkeakoulun, Itä-Suomen yliopiston ja Savon aikuisopiston yhteishanke, jossa lisätään tietämystä palvelurobotiikan käyttämisestä hoitotyöntukena sekä mahdollistetaan tutustuminen käytettävissä olevaan teknologiaan. Hankkeessa kerätään tietoutta tekoälyä hyödyntävien teknologioiden kuten esimerkiksi robotiikan luotettavuudesta ja

käytettävyydestä. Lisäksi hankkeessa selvitetään, millaisia alueen tarpeisiin sopivia tekoälyratkaisuja on olemassa ja miten niitä voitaisiin hyödyntää kattavammin alueella. (Skön ym. 2018.)

Hanke toteutetaan tiiviissä yhteistyössä Pohjois-Savon alueen hyvinvointipalveluja tarjoavien tahojen kanssa. Hankkeessa mukana ovat sekä tahoittajina että hyödyn saajina: Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri, Kuopion kaupunki, Savon vammaisasuntosäätiö, Kuopio Tanssii ja Soi sekä Vetrea Terveys Oy, Attendo Oy ja Pohjola Sairaala Oy. Hanke toteutetaan vuosina 2018-2020 ja sen kokonaiskustannukset ovat noin 400 000 euroa. (Skön ym. 2018.)

1.5 Tutkimusaineistot

Sairaanhoitopiireille suunnatun, tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöä ja käyttöönottosuunnitelmia kartoittavan kyselyn vastaukset. Aineisto on luovutettu työn tilaajan yhteyshenkilölle. Lisäksi se on opinnäytetyön tekijällä itsellään tallessa osana opinnäytetyö-kurssin materiaaleja varmuuskopioidussa verkkohakemistossa.

2 ÄLYKÄS KONE

Keinotekoinen älykkyys on kiinnostanut tutkijoita ja tieteilijöitä vuosikausien ajan. Pohjimmiltaan tekoälyn on tarkoitus matkia ihmisen tajuntaa ja suorittaa tehtäviä kuten ihminen, mutta nopeammin ja tehokkaammin ilman virheitä ja väsymistä. Käytännössä se tarkoittaa siis koneen tai ohjelman kykyä ajatella ja oppia. Vuonna 1936 brittiläinen matemaatikko ja logiikan tutkija Alan Turing julkaisi tutkimuksen, jossa hän esitteli kehittelemänsä testin, jota sittemmin on kutsuttu Turingin koneeksi. Turingin kone on lähtökohtaisesti kehitetty matemaattisen laskennan malliksi, mutta sen on todettu solveltuvan myös tietokoneiden toiminnan ja älykkyyden ymmärtämiseen. Reilut kymmenen vuotta myöhemmin, vuonna 1948, Massachusetts Institute of Technologyn matemaatikko Norbert Wiener julkaisi urauurtavan tutkimuksen, jossa hän havainnoi kehittyneiden koneiden ja eri elämänmuotojen hallinta- ja viestintätapahtumia sekä itseohjautuvuutta suhteessa ympäröivään maailmaan ja sieltä saatuihin palautteisiin. Wienerin lanseeraama kybernetiikka on sittemmin ollut merkittävä suunnannäyttäjä koneiden älykkään toiminnan tutkimukselle. (Nilsson 2010, 56-62 ja 148; McCorduck 1988, 72.)

Ensimmäinen varsinainen tekoälytutkimus käynnistyi Dartmouthin yliopistossa vuonna 1956 sen jälkeen, kun yhdysvaltalainen tiedemies John McCarthy (1927-2011) oli vuotta aiemmin esitellyt uuden termin tekoäly (Artificial Intelligence). McCarthy ja tutkimusryhmän tavoitteena oli luoda kone, joka käyttäytyy ihmisen tavoin, ja joka kykenee abstraktiin ajatteluun ja ongelmaratkaisuun sekä kehittämään itse itseään. Tutkimukselle myönnettiin miljoonaluokan rahoitus ja vuonna 1958 McCarthy kehitti oman tietokonekielen, joka sai nimekseen LISP (List Processing), ja josta tuli sittemmin tekoälytutkimuksen ja -sovellusten niin kutsuttu lingua franca eli yhteiskäyttöinen yleiskieli. Tekoälyn nimiin annetut lupaukset eivät kuitenkaan täyttyneet ja tutkimus lakkautettiin vuonna 1973. (McCorduck 1988, 73; Childs 2011.)

Innostus asiaan palasi 2000-luvulla, kun koneoppimista saatiin käytännössä sovellettua useisiin ongelmiin teollisuudessa ja oppilaitoksissa. Onnistumisen myötä rahoitus lähti rajuun nousuun, mikä osaltaan edesauttoi kehitystä. Tekoälyn todellisena läpimurtona pidetään syväoppimista. Se on usean kerroksen neuroverkkoihin perustuva koneoppimisen osa-alue, jonka avulla on saatu nopeasti huimia tuloksia kuluvalle vuosikymmenellä. Tunnettu teknologiasijoittaja Steve Jurvetson totesi vuoden 2016 Slush-tapahtumassa, että ”syväoppiminen on ihmiskunnan suurin keksintö sitten tieteellisen menetelmän. Ja että sen avulla tietokone voidaan opettaa tekemään mitä tahansa, ja se tulee mullistamaan maailmamme nopeammin kuin kukaan uskoo.” (Kotilainen 2017.)

2.1 Tekoälyn määritelmä

Tekoälyn määritelmä ei ole täysin yksiselitteinen. Wisskirchen ym. (2017, 10) mukaan tekoäly tarkoittaa koneiden työprosesseja, joihin on ihmisen toimesta lisätty älykkyyttä ja ongelmanratkaisukykyä. Älykkyydellä tarkoitetaan tässä koneen kykyä luoda muistia ja ymmärrystä, tunnistaa toistuvuuksia eli malleja ja tehdä näiden havaintojen ja aiempien kokemusten pohjalta muutokseen sopeutuvia valintoja. Yksi alan johtavista tutkijoista, Nils J. Nilsson (2010, 71-85), puolestaan kuvailee,

että tekoäly on väline, joka mahdollistaa koneiden ja laitteiden sekä erilaisten tietojärjestelmien ja -ohjelmistojen tai niiden muodostamien palvelujen kykenevän toimimaan rationaalisesti eri tilanteissa. Jotta kone voi olla älykäs, tulee sen kyetä tekemään asioita, jotka ovat verrattavissa ihmisen tapaan ajatella ja ratkaista ongelmia. Stuart J. Russel ja Peter Norvig (2010, 1-5; 1024-1026) määrittävät tekoälyn vastaavaan tapaan kuin Nilsson, mutta toteavat samalla, että ihmisen käyttäytyminen on aivan liian monimutkaista, jotta sen voisi toteuttaa millä tahansa yksinkertaisella sääntöjoukolla. Mattila, Pjarinen, Rouvinen ja Seppälä (2017, 6) puolestaan määrittelevät tekoälyn tarkoittavan järjestelmää, joka kykenee itsenäisesti ennakoimaan ja päättämään asioita koneoppimisen avulla ilman, että siihen liittyy suoraan johdettuja todennäköisyyksiä. Mattilan ym. mainitsemassa ennakointi- ja päättelyjärjestelmässä olennaisin ero tavanomaiseen analytiikkaan verrattuna on se, ettei tekoälyn soveltamaa mallia ole valmiiksi määritetty ihmisen toimesta, vaan koneoppimista hyödyntävä algoritmi pystyy datan avulla soveltamaan ja jopa kehittämään mallia itsenäisesti.

Tekoälyn yleisimmin käytetyssä määritelmässä tekoäly kuvataan ihmisälyä jäljitteleväksi ohjelmistoksi, jossa reaali maailman ongelmia tutkitaan ihmiskeskeisen lähestymistavan avulla. Siinä, missä ihminen käyttää tietyn ajan ongelman ratkaisemiseen, voidaan tekoälyllä valjastettu, ihmismäisesti ajatteleva kone saada ratkaisemaan sama ongelma murto-osassa ihmisen käyttämästä ajasta. Vaikka termi tekoäly viittaa koneiden älykkyyteen, ei asiassa ole kyse ihmisälyn kaltaisesta yleisestä ajattelusta, vaan algoritmeista (Mattila ym. 2017, 6-8). Mattila ym. puhuisi tekoälystä mieluummin termillä konepäättely ja jatkaa, että tekoälyn on sanottu olevan jotain, mitä ei vielä pystytä ohjelmoimaan tietokoneelle.

2.2 Tekoäly ja koneoppiminen

Koneoppiminen ja tekoäly kulkevat käsi kädessä, mutta koneoppiminen on enemmän kuin pelkkä synonymi tekoälylle. Tekoälyn voi ajatella olevan yläkäsite, jonka alle kuuluvat kaikki koneiden älykkäät toiminnot, olipa sitten kyse ihmistyön korvaamisesta automaatiolla tai älyn lisäämisestä prosesseihin, joihin ihmistä ei kannata tai ei voi käyttää. Koneoppiminen on tekoälyn nopeimmin edistynyt osa-alue. Koneoppimisessa koneelle voidaan opettaa esimerkiksi ilmiöiden tunnistamista erilaisten matemaattisten ja tilastollisten menetelmien avulla. Opettaminen tarkoittaa käytännössä tapaa, jolla koneelle syötetään moninaista tietoa opittavasta ilmiöstä. Tieto voi olla lukuarvoja, kuvia tai tekstiä, jotka kone käsittelee ihmistä nopeammin. Oleellista koneoppimisessa on se, että kone kykenee oppimaan datan ja keräämiensä tietojen pohjalta ja siten toimimaan eri tilanteissa ilman, että sille on kirjoitettu toimintaohje jokaisen yksittäisen tilanteen ratkaisua varten. (Merilehto 2018, 19 ja 27.)

Tekoälyn menestyksen uskotaan perustuvan saatavilla olevan suuren datamäärän, laskentatehon ja algoritmien yhdistämiseen. Ailiston, Helaakosken, Dufvan ja Tulkan (2017, 2) mukaan syy sille, että tekoäly on nyt saavuttanut läpimurtonsa ei suinkaan johdu algoritmien äkillisestä kehittymisestä, vaan siinä, että digitalisaation myötä algoritmeilla on ollut ensimmäistä kertaa riittävästi dataa ja laskentatehoa osoittaa hyödyllisyytensä. Merilehto (2018, 7-8) ja Siilasmaa (2018) kuvaavat laskentatehon nopeutumista ja tekoälyn kehitysvauhtia seuraavalla esimerkillä: letkusta valuu vettä siten, että ensimmäisellä minuutilla tipuu vain yksi pisara, toisella kaksi, kolmannella neljä, neljännellä

kahdeksan, sitten 16, 32, 64 ja niin edelleen. Veden virtaus letkusta kasvaa siis eksponentiaalisesti, minkä seurauksena jalkapallostadion katsomoineen täyttyy vedellä 45 minuutissa. Myös Mattila ym. (2017, 10-12) tunnistavat, että tekoälyn keskeisimmät vahvuudet ovat nopeus ja saatavilla oleva datan määrä. Tosin samalla he toteavat, että kehitys ei pelkästään perustu laskentatehoon vaan siihen, kuinka fiksusti laskentaa tehdään. Yhtenä tekoälyn vahvuutena Mattila ym. näkevät myös sen, että aiemmin opitut ajattelumallit ja viitekehykset eivät rajoita koneen hahmottamiskykyä samalla tavalla kuin ihmistä.

Perinteisessä ohjelmistokehityksessä tietokoneohjelma rakentuu siten, että ohjelmoija tai ryhmä kehittäjiä kirjoittaa konekielisiä toimintaohjeita, joiden mukaan ohjelma käsittelee asioita ja toimii. Tämä säännönmukaisuus pätee myös kehittyneempien tietokoneohjelmien kohdalla. Verkkoselain esimerkiksi kerää tietoa siitä, millä sivuilla käyttäjä on vierailut ja näyttää käyttäjälle kohdennettuja mainoksia aikaisempien verkkovierailujen pohjalta. Tällainen toiminta on kuitenkin ennalta määrättyä ja perustuu koneelle kirjoitettuun konekieliseen toimintaohjeeseen. Koneoppimisessa kone tai ohjelmisto kykenee suorittamaan tehtäviä siten, että toimintaohjeita ei ole eksplisiittisesti ohjelmoitu, vaan kone oppii sille annetusta datasta ja harjoituksen myötä kykenee suoriutumaan annetusta tehtävästä jopa paremmin kuin ihminen. Koneoppiminen voidaan kategorisesti jakaa kolmeen ryhmään ratkaisulle syötettävän datan mukaan; ohjattuun oppimiseen, ohjaamattomaan oppimiseen ja vahvistusoppimiseen. (Merilehto 2018, 27-28.)

2.2.1 Ohjattu oppiminen

Ohjatussa oppimisessa koneelle annetaan dataa, jonka lopputulos tiedetään. Nimensä mukaisesti ohjattu koneoppiminen on ihmisen ohjaamaa oppimista, jossa koneelle syötetään dataa, joka sisältää oikean vastauksen tutkittavaan ongelmaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että hankittu data luokitellaan tarkoitukseen sopivalla tavalla ja opetetaan kone ennustamaan tiettyä lopputulosta käsitellyn datan avulla. Tämän jälkeen hankitaan uusi erä dataa, mutta tällä kertaa dataa ei luokitella tai muutoin käsitellä ihmisen toimesta, vaan se annetaan koneen käsiteltäväksi, jotta saadaan selville, kuinka hyvin kone on oppinut käsittelemään dataa ja tuottamaan halutun lopputuloksen. Mallina ohjattu oppiminen on hidas ja työläs. Opetusdatan kasaaminen on aikaa vievää ja huonosti tai väärin tehtynä voi opettaa koneen toimimaan virheellisesti tai puutteellisesti. (Kapitanova & Son 2012, 13-15; Merilehto 2012, 29-34.)

Ohjattu oppiminen on tehokas tapa silloin, kun halutaan hyödyntää numeerista dataa ennustamiseen tai luokitteluun. Ohjatussa oppimisessa algoritmi hakee opetusaineistosta samankaltaisuuksia ja erilaisuuksia, ja näiden avulla tunnistaa tietyille luokalle tai ryhmälle ominaisia piirteitä. Oppiminen ei tapahdu itsestään, vaan kehittyäkseen koneoppimisalgoritmi tarvitsee opetusaineistoa eli dataa. Ja mitä enemmän korkealaatuista dataa algoritmilta syötetään, sitä paremmaksi se oppii. Käytetyssä menetelmässä datan merkitys on korostunut. Data on samalla kuitenkin ohjatun oppimisen suurin haaste. Yleensä opetusaineiston hankkiminen edellyttää kalliita kokeita, manuaalista työtä tai muuta resursseja sitovaa panostusta. (Kapitanova & Son 2012, 17-20.) Ohjatussa oppimisessa käytettyjä

menetelmiä ovat muun muassa diskriminanttianalyysi, päätöspuut, K:n lähimmän naapurin menetelmä sekä naiivi Bayes -luokittelija ja tukivektorikone.

2.2.2 Ohjaamaton oppiminen

Ohjaamaton oppiminen on vastakohta ohjatulle oppimiselle. Tässä koneoppimisen mallissa kone päätelee asioita itsenäisesti datassa olevien säännönmukaisuuksien ja suhteiden pohjalta. Suurin ja yleisin ohjaamattoman oppimisen malli on klusterointi, mikä tarkoittaa luokittelun kaltaista toimenpidettä, mutta eroaa luokittelusta siinä, että klustereiksi kutsuttuja ryhmiä ei ole määritelty etukäteen. Klusterialgoritmien toiminta pohjautuu ajatukseen, että samaan luokkaan kuuluvat objektit käyttäytyvät samalla tavalla suhteessa tutkittavaan parametriin. Toisin sanoen klusteroinnin tarkoituksena on jakaa data olemassa olevien muuttujien avulla ryhmiin, joissa kunkin ryhmän sisäisten muuttujien vastaavuus on mahdollisimman suuri ja vastaavasti eri ryhmien välinen samankaltaisuus on mahdollisimman pientä. (Kapitanova & Son 2012, 16-19.)

Toinen ohjaamattoman oppimisen menetelmä on itseorganisoituvat kartat ja neuroverkot. Tässä yhteydessä neuroverkolla tarkoitetaan luonnollisen neuroverkon eli keskushermoston kaltaista keinotekoisia rakennetta eli laskennallista mallia. Rakennelmassa on joukko keinotekoisia neuroneita, jotka ovat kytkettyjä toisiinsa muodostaen verkkoon tasoja. Jokainen neuroni laskee saamastaan syötteestä uuden arvon, joka puolestaan siirtyy verkossa syötteenä seuraavilla tasoilla oleville neuroneille. Neuroverkossa oppiminen tapahtuu siten, että tunnettu syöte ajetaan verkon läpi ja lopputuloksena saatua arvoa verrataan tunnettuihin oikeisiin arvoihin. Tämän jälkeen verkon jokaiselle tasolle lasketaan tarvittavat korjaukset ja aloitetaan syötteiden ajo alusta. Sama toistetaan niin kauan, kunnes tulos ei olennaisesti enää parane. (Suvilehto, 2017.)

Ohjaamattomassa oppimisessä mallin valinnan tärkeys korostuu. Väärin valittu malli voi nostaa esiin vääriä esiintymiä ja johtaa ei-toivottuihin toimenpiteisiin. Muita ohjaamattomaan oppimiseen liittyviä riskitekijöitä ovat käytettävän datan vääristymättömyys ja tulkinat. Samat riskitekijät ovat mukana myös ohjatussa oppimisessä, mutta ohjaamattoman ratkaisun tapauksessa kokonaisuus on huomattavasti monimutkaisempi ja virheet voivat ohjata oppimista väärään suuntaan. (Kapitanova & Son 2012, 22; Vaiste 2017.)

2.2.3 Vahvistusoppiminen

Vahvistusoppiminen on koneoppimisen ongelmanratkaisutekniikka, jossa koneelle annetaan toiminnasta palautetta siitä, kuinka onnistuneesti se toimii eri tilanteissa. Palaute voi olla positiivista tai negatiivista, mutta se ei kuitenkaan sisällä vastausta ongelmaan tai kerro suoraan, kuinka koneen tulisi toimia. Kone pyrkii löytämään ongelmaan ratkaisun, joka tuottaa eniten positiivista palautetta. Tässä koneoppimisen mallissa oppiminen tapahtuu siis mallin ja ympäröivän maailman jatkuvan vuorovaikutuksen seurauksena. Vahvistusoppiminen eroaa ohjatusta oppimisesta siten, että niin kutsuttuja oikeita syöte-tulos pareja ei tarvita eikä heikkoja suorituksia tai ratkaisuja varsinaisesti korjata. Vahvistusoppimista voidaan verrata elinikäiseen oppimiseen. Aivan samoin kuin jatkuvassa

oppimisessa, myös vahvistusoppimisessa on viime kädessä kysymys tasapainoilusta tutkimattomien ja jo tutkittujen eli tunnettujen reittien käyttämisen välillä. (Merilehto 2018, 19 ja 98-99.)

Vahvistusoppimisen riskejä arvioitaessa ollaan täysin uudenlaisessa tilanteessa. Samat ohjattuun ja ohjaamattomaan oppimiseen liittyvät riskit datasta ja mallin rakentamisesta ovat edelleen olemassa, mutta oppimisen monimutkaisuus tekee prosessin, tulkintojen ja ratkaisujen ymmärtämistä huomattavasti vaikeampaa. Vahvistusoppimisen malliin liittyy niin kutsuttu mustan laatikon ongelma, jossa ratkaisua voidaan tarkastella ainoastaan syötteiden ja tulosten avulla näkemättä laatikon sisään, millaisen käsittelyn päätteeksi tulos syntyi. Ja vaikka tekoälyn kehittämät toimintamallit ja prosessit tehtäisiin läpinäkyviksi ja avoimesti tarkasteltaviksi, on epätodennäköistä, että ihmisaivot pystyisivät seuraamaan ja ymmärtämään pitkälle oppineen tekoälyn suorittamaa päättelyä. Vahvistusoppiminen onkin nähty mahdollisuutena nostaa koneoppiminen kokonaan uudelle tasolle. Se saattaa jopa olla avain niin kutsutun vahvan tekoälyn luomiselle. Silloin tosin siirrytään myös riskien osalta alueelle, jossa huoli ei kohdistu pelkästään määriteltyyn prosessiin ja sen luonteeseen, vaan siihen, tekeekö kone ihmisen kannalta merkityksellisiä päätöksiä ja kykeneekö se kertomaan, millä perustein ratkaisunsa tekee. (Vaiste 2017.)

2.3 Tekoälyn yhteiskunnallinen vallankumous – keinotekoiset neuroverkot ja syväoppiminen

Edellisissä luvuissa kuvattiin perinteisiä koneoppimisen menetelmiä, jotka soveltuvat yksinkertaista todellisuutta kuvaavan datan mallintamiseen. Monissa käytännön sovelluksissa vaaditaan kuitenkin moniulotteisempia lähestymistapoja ja haastavammassa mallinnuksessa käytetäänkin nykyään syviä neuroverkkoja. Neuroverkkoihin perustuvaa koneoppimismenetelmää kutsutaan syväoppimiseksi, joka on menetelmänä tuttu jo 80- ja 90-luvuilta, mutta jonka soveltaminen on tullut mahdolliseksi vasta viime vuosina riittävälle tasolle kasvaneen laskentatehon ja datamassojen myötä. (Merilehto 2018, 56.)

Tekoälyä sanotaan olevan kahdenlaista; heikkoa ja vahvaa. Heikolla tekoälyllä, jota myös kapeaksi tekoälyksi kutsutaan, tarkoitetaan yksittäisistä tehtävistä erinomisesti suorituvia algoritmeja, jotka eivät kuitenkaan ole dynaamisesti kyvykkäitä, eikä niiden ole tarkoituskaan kyetä laajentamaan osamistaan rajatun alueen ulkopuolelle (Merilehto 2018, 23). Ihmisen kaltaisen älykkyyden omaavaa, itsenäisesti monipuolisista tehtävistä suoriutuvaa algoritmia eli yleistä tekoälyä (AGI) tai yli-inhimillistä, ihmisälyn päihittävää algoritmipohjaista superälykkyyttä (ASI) eli niin kutsuttua vahvaa tekoälyä ei vielä ole olemassa. Useat tutkijat ovat sitä mieltä, että tällaista keinotekoisien älykkyyden tasoa ei voida saavuttaa vielä vuosikymmeniin. Merilehto (2018, 24) pitää vahvan tekoälyn saavuttamisen merkittävimminä haasteina itsenäistä oppimista ilman ihmisen apua ja siirto-oppimista eli yleistämistä tai kansakielellä sanottuna ”tervettä järkeä”. Merilehto (2018, 25) jatkaa, että neuroverkot kykenevät jo tänä päivänä rajattuun itsenäiseen oppimiseen eli hankkimaan tietoa itsenäisesti tietyltä osa-alueelta, mutta eivät pysty yleistämään käsittelemäänsä tietoa. Ihmisellä yleistäminen perustuu aiemmin opittujen asioiden ja kokemusten sekä uusien havaintojen ja tietojen yhdistämiseen.

Neuroverkkotutkimuksen taustalla on halu mallintaa ihmisaivojen toimintaa. Vaikka ihmisten aivoista tiedetään nykyisellään jo paljon, liittyy aivojen toimintaan edelleen runsaasti avoimia kysymyksiä: miten ne toimivat ja miksi ne toimivat niin kuin toimivat. Keinotekoiset neuroverkot ovat itse asiassa matemaattisia malleja, joiden rakenne ja toiminta jäljittelevät ihmisaivoja. Verkot koostuvat joukosta neuroneja eli solmuja, jotka ovat kytkettyneet toisiinsa synapsien eli kaarien avulla. Yksinkertainen neuroverkko ei sovellu monimutkaisten ongelmien ratkaisemiseen. Käytettävän verkon tulisi olla erittäin suuri ja siitäkin huolimatta ratkaisua voisi olla vaikea yleistää. Jos neuroverkkoja yhdistetään kerroksittain, saadaan luotua niin kutsuttu syvä neuroverkko, jossa jokaisella kerroksella on oma tehtävänsä ongelman ratkaisemiseksi. Esimerkiksi kuvia tunnistavassa neuroverkossa yksi kerros etsii ja tunnistaa kulmia ja ääriviivoja, toinen niiden muodostamia muotoja tai kuviota ja kolmas puolestaan tutkii näiden sijaintia ja niin edelleen, kunnes verkko lopulta tunnistaa kuvista esineitä tai asioita. (Suvilehto 2017; Merilehto 2018, 47 ja 55.)

Neuroverkon opettaminen jäljittelee ihmisen tapaa oppia. Jos verrataan puhtaasti algoritmipohjaista tekoälyä syväoppivaan neuroverkkoon, ovat oppimiseen liittyvät erot selvästi havaittavissa. Algoritmipohjainen tekoäly noudattaa periaatetta tunnista, tulkitse ja toimi. Kone siis suorittaa ennalta määrättyä toimintaa rajatun alueen puitteissa menemättä annetun alueen ulkopuolelle, jolloin myös oppiminen on rajallista. Neuroverkkojen syväoppimisprosessissa vaiheet puolestaan ovat tunnista, tulkitse, ymmärrä, opi ja toimi. Toistojen määrää lisäämällä kone oppii tunnistamaan asiayhteydet ja tilannesidonnaisuudet sekä hahmottamaan asioita ja monimerkityksellisiä abstraktioita samaan tapaan kuin ihminen. Tietoisuutta koneella ei edelleenkään ole, mutta järjestelmä oppii kerta kerralta täydentämään puuttuvia tietoja ja päättämään, mistä on kysymys. (Suvilehto 2017.)

Neuroverkkoteknologian avulla monet sellaiset sovellukset, joihin perinteisillä menetelmillä ei olisi kyetty, ovat tulleet mahdollisiksi. Neuroverkkojen nopeaan kehittymiseen 2010-luvulla ovat vaikuttaneet kaksi keskeistä asiaa: käytettävän digitaalisen datan määrän räjähdysmäinen kasvu sekä grafiikkaprosessorien tehostuminen. Jälkimmäisen kohdalla liikkeelle panevana voimana on nähty erityisesti peliteollisuuden reipasta nousua. Kehittyneiden grafiikkaprosessorien avulla syntyi alusta, joka yhdessä tietokoneiden kasvaneen laskentatehon kanssa avasi aivan uudet mahdollisuudet monikerroksellisten neuroverkkojen rakentamiseen aikaisempaa kustannustehokkaammin ja nopeammin. Samalla, kun neuroverkkojen syvyys lisääntyi ja opetusdatan määrä kasvoi, verkon tasot erikoistui- vat tunnistamaan ja ratkaisemaan ongelmia aikaisempaa moniulotteisemmin ja saadut tulokset olivat huomattavasti parempia kilpaileviin menetelmiin verrattuna. (Suvilehto 2017; Frey & Osborne 2013, 16-20.)

2.4 Teknologinen singulariteetti ja tekoälyn tulevaisuus

Tutkijat puhuvat teknologisesta singulariteetista eli hetkestä, jolloin tekoäly ylittää ihmisälyn. Singulariteetti synnyttää yleistekoälyn, jota myös laajaksi ja vahvaksi tekoälyksi kutsutaan. (Reedy 2017.) Joukko nimekkäitä tutkijoita ja kehittäjiä pitää väistämättömänä, että tämä hetki koittaa ennemmin tai myöhemmin. Suomalaistutkijat Michael Laakasuo, Jussi Palomäki ja Mika Koverola (2017) ovat vakuuttuneita siitä, että superälykäs tekoäly syntyy yli 50 prosentin todennäköisyydellä ennen vuotta

2060. Yhdysvaltalainen tutkija ja Googlen tekninen johtaja Ray Kurzweil puolestaan esitti vuonna 2008 oman hypoteesinsa, jonka mukaan tekoäly saattaisi yltää ihmisten tasolle jo vuoteen 2029 mennessä (Reedy 2017; Briggs 2008). Niin ikään, nyt jo edesmennyt, professori Stephen Hawking arvioi vuonna 2014 Financial Timesille antamassaan haastattelussa, että singulariteetin riski on todellinen jo lähitulevaisuudessa. Hän oli lisäksi vakuuttunut siitä, että supertekoälyn kehittyminen johtaisi jossain vaiheessa ihmiskunnan tuhoutumiseen, mutta arveli tämän tapahtuvan vasta pidemmällä aikajänteellä, kuitenkin aikaisintaan seuraavalla vuosituhanella (Hawking 12/2014).

Tekoälyn johtaviin tutkijoihin lukeutuvat Müller ja Bostrom (2014, 9-10) julkaisivat vuonna 2014 alan asiantuntijoille suunnatun tutkimuksen. Tulosten perusteella mediaani tutkimukseen osallistuneista vastaajista arvioi, että singulariteetti onnistuttaisiin toteuttamaan 2040-luvulla ja sitä seuraava supertekoäly puolestaan kehittyisi 30 vuotta tämän teknologisen läpimurron jälkeen. Bostrom ja Hawking uskovat nopeampaan kehitykseen. He ovat esittäneet laskelmia, joiden mukaan ihmistä älykkäämpi kone synnyttäisi supertekoälyn vain puolitoista vuotta sen jälkeen, kun singulariteetti on saavutettu. (Hanlon 2007, 180; Hawking 12/2014.)

Laakasuo (2017) kuvaa supertekoälyn syntymekanismeja seuraavalla tavalla:

1. Ensin joku taho onnistuu luomaan niin kutsutun yleistekoälyn. Sillä tarkoitetaan teknologiaa, joka kykenee samankaltaiseen joustavaan ajatteluun ja päätöksentekoon kuin ihminen. Jos ihmisen aivot onnistuttaisiin digitalisoimaan, tämä voisi olla yksi mahdollisuus luoda yleistekoäly.
2. Siinä vaiheessa, kun ensimmäinen yleistekoäly on saatu tehtyä, sitä voidaan alkaa tehostamaan. Sitä mukaa, kun teknologia kehittyy, yleistekoäly kehittyy ja alkaa toimia aina vain nopeammin ja tehokkaammin.
3. Tämän seurauksena yleistekoäly kehittyy jossain vaiheessa supertekoälyksi eli niin pitkälle, että se kykenee luomaan itsestään kopioita ja myös keskustelemaan niiden kanssa. Näin se itse asiassa tulee luoneeksi itsestään kehittyneemmän version, joka puolestaan luo itsestään uuden kehittyneemmän version ja niin edelleen.

Tekoälyn kehittämisessä eräs keskeinen tekijä on kiihtyvä nopeus. Silloin, kun kehittämiselle ei ole esteitä, asiat kasvavat eksponentiaalisesti. Periaate on sama kuin korkoa korolle -mallissa. Toinen kehitystä kiihdyttävä tekijä on komponentteihin liittyvä kustannusten aleneminen. Viimeisten viiden vuosikymmenen aikana transistoreiden ja erilaisten sähkökomponenttien koko on pienentynyt ja niiden määrä sirulla on säännöllisesti kaksinkertaistunut. Tätä eksponentiaalista, säännöllisesti toistuvaa kaksinkertaistumista kutsutaan Mooren laiksi. Yksinkertaistaen tämä tarkoittaa sitä, että jokainen uuden sukupolven teknologia perustuu johonkin edeltävään teknologiaan ja jokainen teknologiaan kohdistuva parannus mahdollistaa entistä paremman seuraavan sukupolven teknologian. Uusi teknologia on aina edeltäjäänsä parempi ja nopeampi, jolloin uusi pystyy luomaan seuraavan uuden aina vain nopeammin, jolloin teknologinen kehitys nopeutuukin eksponentiaalisesti. (Kurzweil 2005, 22-26.)

Kurzweilin ajatukset saavat tutkijoiden ja alan asiantuntijoiden keskuudessa osakseen myös kritiikkiä. Kurzweilin ajatusten takana on eksponentiaalinen kasvu, joka jatkuu ja kiihtyy loputtomiin. Toisinajattelijoiden mielestä kasvun jatkuminen on tosielämässä mahdollista vain siihen saakka, kunnes jokin este pysäyttää sen. Kurzweil itse uskoo, että esteen tai rajan tulesa vastaan tilalle keksitään uusi teknologinen ratkaisu, joka mahdollistaa kehityksen ja kasvun eksponentiaalisen jatkumisen. Tämä ei kuitenkaan ajatuksena vakuuta kaikkia; tilalle ei ehkä keksitäkään uutta teknologiaa ja kehitys alkaa hiipumaan. Jotkut uskovat, että Mooren laki on kuollut eikä transistorien määrän kasvattaminen ole enää entiseen tapaan mahdollista. Kun samaan yhdistetään nykypäivän vaatimukset virrankulutuksen pienentämisestä, on eksponentiaalisen kasvun pysäyttävä este valmis. (Dally 2010.)

Kurzweilin ajatuksia jatkuvasta kasvusta ja kehityksestä on kumottu muun muassa viittaamaalla lentokoneiden kehitykseen. Lentokoneiden nopeus kehittyi eksponentiaalisesti vuodesta 1903, jolloin ensimmäiset lentonopeudet olivat vain kymmenen kilometriä tunnissa, aina toisen maailmansodan aikana saavutettuihin yli 1000 kilometrin tuntinopeuksiin. Ilmailuhistorian huippunopeus mitattiin vuonna 1976, kun NASAn miehitetty lentokone SR-71 Blackbird saavutti lennon aikana 3 419 kilometrin tuntinopeuden. Tänäpä, yli 40 vuotta myöhemmin, sama ennätys on edelleen voimassa. Kehitys pysähtyi, koska nopeuden kasvaessa törmättiin kuumenemisongelmaan, jota ei saatu ratkaistua; ennätysnopean koneen titaaninen pinta kuumeni lennon aikana lähes 500 celsiusasteeseen. (Martela 2016.)

Tekoälyn tulevaisuus jakaa mielipiteitä. Osa asiantuntijoista on huolissaan siitä, että ihmistä älykkäämmät tietokoneet ovat pian täällä, ottavat vallan ja syöksevät ihmiskunnan lopulta tuhoon joko tarkoituksella tai tarkoituksettomasti. Osa asiantuntijoista suhtautuu asioihin luottavaisemmin. He eivät usko nykyisen eksponentiaalisen kasvun jatkuvan loputtomiin - eivätkä pidä sitä edes mahdollisena. Energiatähokkuus asettaa omat rajoituksensa kehitykselle, samoin erilaiset fysiologiset lainalaisuudet. Tekoälyn kehityspotentiaali voikin tulevaisuudessa olla entistä enemmän softwaressa kuin hardwaressa. Ja vaikka koneoppimisessa ollaan vasta alkutekijöissä, on hyvin epätodennäköistä, että kone tulisi tietoiseksi itsestään tai saavuttaisi ihmisen älykkyyttä korkeamman tason. Sen sijaan on hyvinkin mahdollista, että niin kutsuttu heikko tekoäly suoriutuu jatkossa yhä useammista yksittäisistä tehtävistä paremmin kuin ihminen ja lopulta korvaa ihmisen kyseissä tehtävissä kokonaan. (Martela 2016.)

2.5 Tekoälyn käyttöön liittyvät turvallisuus- ja moraalikysymykset

Tekoälyteknologia mullistaa toimintaympäristöämme. Se luo vauhdilla aivan uudenlaisia mahdollisuuksia terveydenhuoltoon, maatalouteen, teollisuuteen, koulutukseen, kuljetukseen ja monille muille aloille. Sen avulla luodaan uusia ratkaisuja, jotka korvaavat osittain ja jopa kokonaan olemassa olevia rakenteita aina teknologioista ja menetelmistä ansainta- ja organisointimalleihin. Moni nykyisistä rakenteista voi käydä tulevaisuudessa tarpeettomaksi. Tekoälyn nopea kehittyminen on omiaan lisäämään vaikutuksia, jotka voivat yhtä lailla olla taloudellisia ja sosiaalisia kuin poliittisia ja kulttuurillisia. Vaikutukset voivat yltää pitkälle tulevaisuuteen ja dynaamisen luonteensa takia tekoälyn aiheuttamia muutoksia voi olla vaikea ennakoida. Uuden teknologian hyödyntäminen ei siis ole

ongelmatonta; asiaan liittyy väistämättä monimutkaisia kysymyksiä ja laajaa yhteiskunnallista huolta. Kun tulevaisuus entistä voimakkaammin rakentuu tietokoneiden ja ihmisten väliseen kumpuunpanuuteen, on tärkeää, että asiaan liittyvistä mahdollisuuksista, samoin kuin uhkakuvista ja peloista, keskustellaan avoimesti. Keskistä on ymmärtää, miten varmistamme, että tekoälyä suunnitellaan ja käytetään vastuullisesti. Tai miten tekoälyn kehittymistä ja eettisiä sekä moraalisia periaatteita hallita, jotta ihmisten turvallisuus ja olemassaolo eivät missään vaiheessa vaarantuisi. (Smith & Shum 2018.)

Tekoälyä pidetään teknologisesti ja käsitteellisesti monimutkaisena ilmiönä ja sitä ymmärretään yleisesti ottaen huonosti. Lisäksi monilla ihmisillä asiaan liittyy vahvoja ennakkokäsityksiä ja paljon erilaisia, osin vääriäkin uskomuksia. Osa näistä johtuu ymmärtämättömyydestä, mutta osa voi olla seurausta tieteiskirjallisuudessa ja elokuvissa esitetyistä tarinoista. Yhtä tekoälyyn liitettyä uhkakuvaa kutsutaan ihmisarvojen linjautumisen ongelmaksi. Uhkakuvassa tekoäly on joko täysin neutraali tai vihamielinen ihmisiä kohtaan. Aikaisemmin on ajateltu, että tekoäly tekee vain sen, mitä se on ohjelmoitu tekemään. Tänä päivänä tämä ei enää pidä paikkaansa. Viimeisen viiden vuoden aikana teknologian kehitys ja syväoppivien hermoverkkojen mukaantulo on vienyt kehitystä suuntaan, jossa tekoäly kykenee entistä itsenäisemmin luomaan annetuista tavoitteista alitavoitteita ja löytämään keinot niiden toteuttamiseksi. Esimerkiksi Facebook onnistui luomaan tekoälyn avulla uuden kielen, jota sosiaalisen median kehittäjätkään eivät enää tunnistaneet. Toisessa esimerkissä Googlen pelitekoäly pyrki varmistamaan oman voittonsa alkamalla tappamaan virtuaalivastustajiaan, vaikka sitä ei oltukaan ohjelmoitu toimimaan näin. Tekoälyn sovellukset voivatkin väärin suunniteltuina ja käytettyinä ”murentaa demokratiaa, rapauttaa ihmisten välistä luottamusta ja heikentää yhteiskunnan sopeutumiskykyä sekä uhata turvallisuutta.” (Rowley 2018; Laakasuo ym. 2017.)

Turvallisuuskulmasta tarkasteltuna tekoälyn käyttö päätöksenteossa voi olla vaarallista. Neuroverkkojen monimutkaisuuteen ja laajuuteen sekä sen varaan rakentuvaan syväoppimiseen liittyy keskeisesti niin kutsuttu mustan laatikon ongelma. Kyseisessä ongelmassa kukaan ei tiedä, millaisen käsittelyn tuloksena tai miksi kone on kyseiseen ratkaisuun päätenyt. Ongelma on siinä mielessä hankala, että tekoälyn hyödyllisyys pohjautuu juuri monimutkaisuuteen, syviin neuroverkkoihin, joihin ihmisen ymmärrys ei enää riitä. Jos taas tekoälyn toiminta yksinkertaistetaan ihmisen ymmärtämälle tasolle, se ei enää kykene ratkaisemaan ongelmia samalla tavalla ja hyöty jää vähäisemmäksi. Tekoälyä on kritisoitu myös siitä, että ne käyttävät paljon laskentatehoa ja energiaa. Lisäksi ne ovat alttiita datassa esiintyville virheille ja muutoksille. Nämä tekoälyyn liittyvät ongelmat ovat oikeudellisesti tarkasteltuna kriittisiä ja niiden takia tekoälyteknologian hyödyntämismahdollisuudet voivat olla hyvinkin rajalliset tietyissä toiminnoissa. (Rowley 2018.)

Edellä mainittu musta laatikon ongelma voi muodostua erityisen haastavaksi tilanteissa, joissa tekoäly on valjastettu tekemään päätöksiä, joilla on suora vaikutus ihmisen turvallisuuteen. Uhkaavaksi tilanne muuttuu silloin, kun päätöksentekijä luottaa tekoälyyn liikaa eikä ymmärrä päätöksestä seuraavia moraalisia ulottuvuuksia. Yksi konkreettinen esimerkki on autonomisten asejärjestelmien kehittäminen. Tekoälytuetut asejärjestelmät voivat toimia odotettua paljon nopeammin ja arvaamattomammin, eikä kukaan varmuudella tiedä, millaisen käsittelyprosessin kone on itsenäisesti

oppiessaan kehittänyt. Ymmärryksen puute voi koitua kohtalokkaaksi ja tästä syystä useat tunnetut tekoälyasiantuntijat, kuten esimerkiksi Elon Musk ja Stephen Hawking, ovat vaatineet tämäntyyppisten järjestelmien täyskieltoa. Mutta aseteollisuus ei ole ainut alue, jossa ymmärtämättömyyden vaara piilee. Tassin (2017) harmittomalta tuntuva esimerkki paperiliittimestä on herättelevä: ”Uhkakuvasa luodaan tekoäly, jonka pääasiallinen tehtävä on tehdä paperiliittimiä. Aluksi se käyttää kaiken helposti irti saatavan metallin, sitten ryhtyy tuhoamaan autoja ja rakennuksia. Kun kaikki nämä materiaalit on käytetty, se alkaa repiä rautaa ihmisten atomeista.” Esimerkin tekoäly ei lähtökohtaisesti ole paha, mutta toteuttaessaan tehtäväänsä se on neutraali ihmistä kohtaan ja voi tehdä ratkaisuja, joita ei osattu ennakoida viltimissä kuvitelmissakaan. Ymmärtämättömyyttään tulevaisuus voi olla ihmiselle kohtalokas. (Laakasuo ym. 2017; Hujanen & Åkman 2017.)

Tekoälyteknologioiden kokeilut eivät aina ole onnistuneet toivotulla tavalla. Vuonna 2016 sattui ensimmäinen kuolemaan johtanut älyauto-onnettomuus, kun Teslaa ohjannut ajotietokone ei kirkkaalla säällä tunnistanut eikä regoinut eteen tulleeseen raskaan liikenteen ajoneuvoon (Lehtonen 2016). Tämä oli osoitus siitä, että mitä monimutkaisempia ovat tekoälyn hyödyntämisen käyttökohteet, sitä todennäköisemmin ajaudutaan tilanteisiin, joissa tekoälyn virheellinen päätelmä voi johtaa mittaviin vahinkoihin ja jopa ihmishenkien menetykseen. Tekoälyn näkövinkkelistä katsottuna itseohjautuva auto ei aja tiellä, vaan digitaalisella kartastolla. Osa kartastosta on mallinnos olemassa olevasta tiestöstä, jonka avulla auto optimoi reittinsä. Toinen osa kartastosta on auton moninaisilla sensoreilla reaaliaikaisesti kerättyä tietoa auton ympärillä tapahtuvista asioista. Tekoälyn tulee kyetä reagoimaan alati muuttuviin tilanteisiin, esimerkiksi tunnistettava tielle ilmaantuva este ja osattava päätellä virheettömästi, millaiseen toimenpiteeseen sen on ryhdyttävä esteen sivuuttamiseksi. (Laakasuo ym. 2017.)

Hyvä tekoäly-yhteiskunta on ollut teemana esillä useissa tekoälyn soveltamista käsittelevissä raporteissa, mutta kokonaisvaltaisen tekoäly-yhteiskunnan luomiseksi kirjoitettua strategiaa tai toimintaohjelmaa ei tiettävästi ole missään vielä laadittu. Hyvän tekoäly-yhteiskunnan arvoiksi on kuitenkin tunnistettu läpinäkyvyys, vastuullisuus ja laaja yhteiskunnallinen hyöty. Tekoälyteknologian hyvä soveltaminen tarkoittaa vähimmillään sitä, että tiedostetaan soveltamiseen liittyvät mahdolliset haitat ja ongelmat, ja sovelletaan teknologiaa nämä rajoitukset huomioiden. Tekoälyteknologian hyvään soveltamiseen liitetään lisäksi pyrkimys siitä, että teknologian avulla edistetään joitain arvokkaiksi katsottuja yhteiskunnallisia tavoitteita. Käytännössä hyvä tekoäly-yhteiskunta miettii asioita etukäteen; mitkä asiat voisivat mennä pieleen ja miten, tai millainen uhka pieleen menneistä asioista voisi muodostua ihmiskunnalle. Tällaisen valvotun rakenteen luominen edellyttäisi valtavaa koneistoa, jossa kaikkien mukana olevien panostus ja ymmärrys ovat avainasemassa. (Alasoini ym. 2018.)

2.6 Tekoäly ja sen vaikutukset työllisyyteen ja maailmantalouteen

Digitalisaatio ja teknologistuminen vauhdittavat työelämän muutoksia kovalla vaihdilla ja asiasta käydään keskustelua monilla yhteiskunnan alueilla. Monet asiaan perehtyneet tulevaisuusutkijat ovat arvioineet, että tähän mennessä koetut muutokset ovat kuitenkin vasta alkusoittoa tuleville muutoksille. Erityisesti teollisuuden alalla on vuosikymmenten saatossa korvattu erilaisia manuaalisia ja

rutiininomaisia tehtäviä automaatiolla ja muilla tekoälyä hyödyntävillä teknologioilla. Tekoälyteknologioiden kehittyessä käyttömahdollisuudet ja toimialueet laajenevat; palveluala, joka on pitkään mielletty ihmisen ihmiselle tekemäksi työksi tai palveluksi, on alkanut niin ikään hyödyntää erilaisia teknologioihin ja tekoälyyn pohjautuvia ratkaisuja. Tyypillisimmin kone on korvannut ihmisen sellaisissa tehtävissä, jotka ovat riittävän yksinkertaisia, toistuvat usein samanlaisina ja ovat helposti ohjeistettavissa. Tällaisia ovat muun muassa itseilmoittautumisautomaatit, asiakaspalvelurobotit ja chattibotit tai esimerkiksi valintamyymälöiden itsepalvelukassat. (Anderson 2018, 20-21.)

Työn tekemisen näkökulmasta tarkasteltuna tulevaisuus näyttää kovin erilaiselta kuin nykyään. Oxfordin tutkijat Frey & Osborne arvioivat vuonna 2013 (36-38) julkaisemassaan tutkimuksessa, että alasta riippuen 20-50 prosenttia ihmisten nykyisellään suorittamista työtehtävistä tulee seuraavan 10-15 vuoden aikana siirtymään koneille ja erilaisille tekoälyä hyödyntäville teknologioille. MITin tutkijana tunnettu Eric Brynjolfsson (2013) esitteli samansuuntaisia tuloksia puhuessaan TED-konferenssissa. Freyn ja Osbornen mukaan on todennäköistä, että suurin osa kuljetus- ja logistiikka-alan ammattihenkilöistä sekä hallinnon tukihenkilöistä ja toimistotyöntekijöistä tulee korvautumaan koneellisella työvoimalla. He ennustavat, että kehityksen myötä pystytään valmistamaan entistä edullisemmin entistä vaativampiin tehtäviin kykeneviä teknologioita ja ratkaisuja, joiden avulla ihmistyötä voidaan pala palalta korvata erilaisissa käyttötarkoituksissa ja tehtävissä. Teknologisten valmiuksien näkökulmasta tarkasteltuna oletuksena on, että erityisesti tuotannon ammateissa ihmisten osuus tulee pienenmään radikaalisti seuraavien vuosikymmenten aikana. (Frey & Osborne 2013, 38.)

Tulevaisuudessa erilaisten tekoälysovellusten uskotaan korvaavan myös hyväpalkkaisia asiantuntija-ammattitehtäviä. Puhutaan tehdastyön täydellisestä automatisoitumisesta tai jopa lääketieteen ja juridii-kan automatisoitumisesta. Jatkossa on mahdollista, että kone diagnosoi sairauksia tai käy läpi korkeimman oikeuden ennakkopäätöksiä. Rutiininomaisten töiden tai suurten datamassojen käsittelyyn liittyvällä automatisoinnilla voidaan kasvattaa työn tuottavuutta. Koneistamisen ja automatisoinnin myötä vanhoja työtehtäviä tulee katoamaan. Ja vaikka keskustelussa usein tuodaan esille, että rutiinitehtävistä irti pääseminen vapauttaa aikaa muuhun tärkeämpään tai että poistuvien ammattien tilalle syntyy uusia, moni ei juurikaan osaa kuvaila, millaisia uudet tehtävät voisivat olla. Huolenaikheeksi useimmilla nousevat massatyöttömyys sekä väestön jakautuminen ja eriarvoistuminen. (Frey & Osborne 2013, 44.)

Kaikki eivät kuitenkaan näe tekoälyä pelkästään uhkana. Roviomaan (2018) julkaisemassa artikkelissa esitellään ”Kymmenen tapaa, joilla tekoäly muuttaa tulevaisuuden työn”. Roviomaa kuvailee tekoälyn ennen kaikkea työkaluksi, jota sen luoneet ihmiset osaavat käyttää monipuolisesti hyväkseen. Hän toteaa tekoälysovellusten olevan tulevaisuudessa osa jokapäiväistä elämää. Artikkelin teon yhteydessä haastateltu signaalinkäsittelyn diplomi-insinööri Tuomas Tikkanen tukee Roviomaan näkemyksiä. Tikkanen uskoo, että tekoäly ei korvaa ihmisiä työntekijöinä, mutta tekee heidän työstään miellyttävämpää. Hän jatkaa, että ”tekoäly voi hoitaa tylsät ja toistoa vaativat työtehtävät, kuten esimerkiksi dokumenttien lajittelun tai viallisen tuotteen tunnistamisen kuvasta, jotta ihminen voi keskittyä omiin vahvuuksiin eli luovaa ja kriittistä ajattelua vaativiin työtehtäviin”.

Tekoälyyn kohdistuvien investointien uskotaan tuottavan maailmantaloudelle vuoteen 2030 mennessä jopa 13 biljoonan dollarin verran lisäarvoa, ilmenee McKinseyn tuoreesta ennusteesta. Tekoälyn vaikutus tehokkuuteen lyö laudalta niin 1800-luvulla keksityn höyrykoneen kuin 2000-luvun alussa maailmantaloutta vauhdittaneen IT-buumin. Ennusteen mukaan tekoäly ja koneoppiminen kasvattavat maailman bruttokansantuotetta keskimäärin 1,2 prosenttia vuodessa. Kehityksen myötä osa ihmisten töistä tulee vääjäämättä korvautumaan koneilla, mutta toisin kuin voisi luulla, tekoälyn luomien uusien työpaikkojen määrän ennustetaan olevan enemmän kuin automaation kautta katoavien työpaikkojen määrä. Tekoälyn uskotaan luovan jopa 800 000 uutta työpaikkaa ensi vuosikymmenen loppuun mennessä. Uusi teknologia ei siis tee ihmistä tarpeettomaksi, vaan auttaa tätä keskittymään entistä korkeamman tason tehtäviin. (McKinsey 2018.)

Tekoälyn tulevaisuus ei kuitenkaan ole yksinomaan vaaleanpunainen. Tekoälystä oletettavasti eniten hyötyy se, joka sitä käyttää ja joka sen kehittämiseen voi panostaa. Mahdollisuudet rikkaiden ja köyhien maiden välillä eivät jakaannu tasaisesti, jolloin tuloerot ja ihmisten epätasa-arvoisuus lisääntyvät. "Johtavat maat ja niiden yritykset kaappaavat 20-25 prosentin verran lisähyötyjä tekoälystä nykytasoon verrattuna. Köyhemmille jää jaettavaksi vain 5-15 prosentin osuus näistä lisähyödyistä", toteaa McKinseyn tutkijaryhmä raportissaan. Työtehtävien automatisointi on omiaan lisäämään valmiiksi heikoimmassa asemassa olevan väestönosan ahdinkoa, sillä automatisoinnin myötä suuri osa toistuvista perustehtävistä tulee korvaantumaan koneilla. On mahdollista, että automaation myötä bruttokansantuote kasvaa vuoteen 2030 mennessä yli 10 prosenttia. Toisaalta tekoälyn kehittyminen jatkuu kiihtyvällä ja rutiinityöt katoavat yksi toisensa jälkeen. Samaan aikaan uusien digitaalisten taitojen kysyntä kasvaa ja kilpailu osaavista resursseista kiristyy. Tutkijoiden mukaan on myös täysin mahdollista, että kasvun sijaista maailmantaluden bruttokansantuote supistuu odotetun kasvun sijaan jopa seitsemällä biljoonalla dollarilla vuoteen 2030 mennessä. Tällaiseen laskuun voisivat johtaa kaikki ne kerranaisvaikutukset, jotka ovat seurausta koneiden aiheuttamasta työttömyydestä. McKinseyn arvioiden mukaan peräti 14 prosenttia koko maailman työvoimasta joutuu vaihtamaan ammatia tai alaa tekoälyn takia. (McKinsey 2018.)

3 TEKOÄLYN TUOTTAVUUSHAASTE TERVEYDENHUOLLOSSA

Sosiaali- ja terveystalouden tuottaminen on merkittävä kustannustekijä julkiselle taloudelle. Ressurssien tehokas käyttö on tärkeää kulujen pitämiseksi maltillisina. Terveystalouden kustannukset eivät kerry tasaisesti väestöstä, vaan pieni osa sosiaali- ja terveystalouden asiakkaista aiheuttaa valtaosan kustannuksista. Oulussa vuonna 2011 potilastietodatasta tehty tutkimus osoitti, että kaikista Oulun kunnan sosiaali- ja terveystalouden menoista peräti 81 prosenttia kertyi asiakas- ja potilasryhmästä, joka vastasi määrällisesti noin 10 prosenttia tarkastellun alueen väestöstä (Leskelä ym. 2013, 3163 – 3164).

Yhdysvalloissa vuoden 2008 Medical Expenditure Panel Survey -aineistolla tehty tutkimus antoi samansuuntaisen tuloksen: keskimäärin viiden prosentin osuus väestöstä kerrytti lähes puolet Yhdysvaltojen terveystalouden kustannuksista. Tutkimus paljasti, että suurin terveystalouden palveluja käyttänyt ryhmä oli kooltaan vain prosentin koko väestöstä, mutta ryhmän käyttämistä palveluista aiheutuneet kustannukset olivat peräti 20,2 prosenttia Yhdysvaltojen terveystalouden kokonaismenoista. (U.S. Department of Health & Human Services, 2008; Schoenman & Chockley 2011, 4.)

Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strategisessa ohjelmassa (2015, 20) tavoitteena on, että seuraavan kymmenen vuoden aikana sosiaali- ja terveystalouden palvelujen painopiste siirtyy ennaltaehkäisevään hoitoon. Tavoitteeksi on lisäksi asetettu hoitoketjujen sujuvuus, henkilöstön työhyvinvointi ja tietojärjestelmien yhteentoimivuus. Hallitusohjelmaan kirjatusen uudistustavoitteen tarkoituksena on varmistaa, että sosiaali- ja terveystalouteen suunnatut yhteiset varat voidaan entistä tehokkaammin kohdistaa kansalaisten terveyteen ja hyvinvointiin. Ohjelmassa painotetaan ennaltaehkäisevien rakenteiden luomista ja varhaisempaa puuttumista ongelmatilanteisiin. Palvelujen vaikuttavuutta pyritään lisäämään luomalla hallintorajat ylittäviä asiakaslähtöisiä palveluketjuja. Hallitusohjelman kokonaisvaltaisena tavoitteena on edistää suomalaisten hyvinvointia ja terveyttä vahvistamalla varhaisen tuen mahdollisuutta poikkiallisessa päätöksenteossa, palveluissa ja työelämässä lainsäädäntömuutoksilla sekä paremmalla toimeenpanolla.

Terveystaloudessa on vuosien saatossa kertynyt valtava määrä erilaista tutkimustietoa ja potilasdataa, mikä luo merkittävän potentiaalin hyödyntää tekoälyä sairauksien ja hoidon tarpeen tunnistamisessa. Tekoälyn avulla on voitu tehdä esidiagnooseja, jotka ovat toimineet lääkärin apuna päätöksenteossa. Potilaat ovat voineet syöttää ennen lääkärille tuloaan vointiaan ja oireitaan koskevia tietoja, joiden avulla tekoäly on tehnyt tausta-analyysia ja auttanut nopeuttamaan hoitoprosessia. Tekoäly kykenee käsittelemään valtavat määrät dataa väsymättä, tekemään datan pohjalta erilaisia vertailuja ja tuottamaan päätelmiä. Prosessin avulla tekoäly voisi tulevaisuudessa esimerkiksi luokitella ihmisiä hoitotarpeen mukaan ja antaa suosituksia. Koneen antaman hoitosuosituksen perusteet tulisi kuitenkin olla ihmisen ymmärrettävissä, jotta hoitoonohjauksen kriteerit ja ihmisten tasavertainen kohtelu eivät vaarantuisi. Lisäksi sosiaali- ja terveystaloudessa toimivien ammattihenkilöiden on itse oltava valmiita muuttamaan aikaisempia työtapojaan ja asenteitaan voidakseen toimia sujuvasti uusien tekoälyteknologioiden kanssa (Vähäkainu & Neittaanmäki 2018, 81-82.)

Tekoälyn hyödyntäminen lääketieteen eri osa-alueilla on viime vuosina lisääntynyt. Uusien konservatiivisten hoitomuotojen etsinnässä tekoäly on valjastettu tutkimaan, millaisilla lääkeaineyhdistelmillä voitaisiin saavuttaa esimerkiksi syöpäsairauksien lääkehoidossa parempi sopivuus ja tehokkuus. Eräs yhteiskunnallisesti kasvava ongelma on unettomuus, johon on niin ikään pyritty hakemaan ratkaisuja tekoälyteknologiasta muun muassa ennakoivan diagnosoinnin ja erilaisten henkilökohtaisiin ominaisuuksiin perustuvien hoitomuotojen avulla. Lisäksi suomalaisten perinnöllisiin kansansairauksiin lukeutuvat sydän- ja verisuonisairaudet ovat olleet tekoälytutkijoiden mielenkiinnon kohteena. Tekoälyn avulla on etsitty erilaisia tietoteknisiä vaihtoehtoja sille, kuinka voitaisiin ennustaa potilaan kohonnut riski sairastua sydänsairauteen ja käynnistää ehkäisevät hoitotoimenpiteet ennen sairauden puhkeamista. (Vähäkainu & Neittaanmäki 2018, 89-91.)

Tekoälyteknologian tulo terveystalouteen on vahvassa kasvussa. Ennusteen mukaan terveydenhuollon tekoälyratkaisujen kokonaiskustannus ylittää maailmanlaajuisesti mitattuna yli kuuden miljardin euron rajan jo vuonna 2021. Eikä kasvu oletettavasti pysähdy siihen. Tutkijat ovat ennakoineet, että tekoälyn aikaansaama kehitys terveydenhuollossa jatkuu. Kehityksen odotetaan tulevaisuudessa mahdollistavan entistä tarkempien ja entistä varhaisemmassa vaiheessa havaittujen diagnoosien ja taudinmäärittämisjärjestelmien tekemisen. Lääkehoito ja hoitosuositukset kehittyvät, potilaita päätyy nykyistä vähemmän vuodeosastohoitoon ja yhteiskunnan kustannuksia tulee säästää. Sairaaloitten varustelutaso ja toimintakäytännöt muuttuvat. Potilaskuljetukset, lääkejakeut ja jopa toimenpiteet ja leikkaukset ovat yhä useammin tekoälyn ja erilaisten robottien avustamia. Tämän seurauksena henkilöstön työnkuva muuttuu ja resurssia vapautuu kohdennettavaksi muunlaiseen tekemiseen esimerkiksi potilaan kohtaamiseen ja tukena olemiseen. (Vähäkainu & Neittaanmäki 2018, 90.)

Jyväskylän informaatioteknologian tiedekunnan toinen vastikään julkaistu tutkimus lupaillee tekoälyä hyödyntävien uusien teknologioiden käyttöönottamisella saatavan jopa 5,5 miljardin euron säästöt seuraavan kymmenen vuoden aikana. Väitteen takana ovat arviot siitä, että tekoälytuetut it-järjestelmät voivat tehostaa järjestelmien käyttöä jopa 10-20 prosenttia, mikä olisi säästöpotentiaaliksi muutettuna noin 200-400 miljoonaa euroa per vuosi eli 2-4 miljardia euroa kymmenessä vuodessa. Tutkimusraportissa esitelty säästöpotentiaali koostuu useiden eri asioiden yhteisvaikutuksena. Edistyneen teknologian avulla järjestelmien käyttöä voidaan tehostaa samalla, kun sairauksien ennakointi ja taudinmäärittäminen sekä hoitoon ohjaaminen ja hoitoprosessi nopeutuvat. Oikea-aikaisen hoidon aloittaminen lisää palvelun laatua. Hoidon vaikuttavuus puolestaan paranee, kun tietojärjestelmät saadaan toimimaan yhteen ja hoitavalla henkilökunnalla on reaaliaikainen tieto potilaan tilanteesta. Tilannekuvan muodostaminen auttaa kohdentamaan hoitotyön voimavarat oikein. Tekoälyavusteinen ennustaminen ja varhaisen vaiheen diagnosointi edesauttavat hillitsemään korkeita kustannuksia, kun esimerkiksi syrjäytyminen, masennus ja niitä usein seuraava työkyvyttömyys voidaan tunnistaa ja ehkäistä ajoissa. (Neittaanmäki & Kaasalainen 2018, 4-5.)

Yksi terveydenhuollon merkittävä kustannuserä ovat peruuttamatta jätetyt poisjätetyt. Erityisesti suunterveydenhuollossa sekä psykiatrian ja nuorisopsykiatrian vastaanotoilla käyttämättä jätettyjä vastaanottoaikoja on paljon. Pelkästään yhden keskisuuren sairaanhoitopiirin alueella näiden erikoisalojen peruuttamattomia poisjätettyjä oli kaikkiaan 44 791 kappaletta vuosina 2013-2014 aikana.

Kun yhden vastaanottokäynnin keskimääräinen kustannus on noin 66 euroa suunterveydenhuollossa ja aikuis- ja nuorisopsykiatriassa vastaavasti 94-300 euroa, tulee peruuttamattomista ja käyttämättä jätetyistä varauksista koko Suomen mittakaavassa noin 50 miljoonaa euroa pelkästään näiden kahden erikoisalan osalta. Mikäli tähän tarpeeseen voitaisiin kehittää digitaalinen ratkaisu, joka vähentäisi peruuttamattomien poisjääntien määrän puoleen, olisivat säästöt 25 miljoonaa euroa vuodessa. (Neittaanmäki & Kaasalainen 2018, 16.)

Neittaanmäen ja Kaasalaisen (2018, 2; 6-7; 13) mukaan nykyiset tietojärjestelmät eivät anna kokonaiskuvaa palveluprosesseista tai erikoissairaanhoidon, perusterveydenhuollon ja sosiaalipalveluiden yhteistyön toimivuudesta. Huomattaviin kustannussäästöihin voitaisiin päästä seuraamalla hoitoketjujen vaikuttavuutta ja siitä saatavan tiedon avulla optimoimalla toimintoja. Koska tieto on tällä hetkellä hajallaan eri järjestelmissä ja tietovarannoissa, nousee kansallisen tiedonhallinnan kehittämisen keskeiseen rooliin tätä kokonaisuutta ratkaistaessa. Keskitetyn ratkaisun avulla eri tietolähteistä kerätty tieto voidaan koostaa hyödynnettävään muotoon, tehdä sen avulla vertailuja ja edelleen käyttää palveluprosessien kehittämiseen. Lisäksi tulevat tekoälypohjaiset ratkaisut, joita hyödyntämällä on pystytty saamaan merkittäviä tuloksia useissa terveydenhuollon toiminnoissa kuten diagnostiikasta prosessien kehittämiseen ja riskienhallintaan. Kaikilla edellä mainituilla on keskeinen rooli terveydenhuollon potilasturvallisuutta ja kustannuksia koskeissa kysymyksissä.

Pirkanmaan sairaanhoitopiirissä toteutettiin vuonna 2017 datalähtöisen tunnistusmenetelmän kehittämiseen liittyvä projekti, jossa kokeiltiin koneoppimiseen pohjautuvaa menetelmää. Kokeilun avulla haluttiin selvittää, voidaanko tekoäly valjastaa käsittelemään potilasdataa niin, että se pystyy tunnistamaan ja määrittämään potilasryhmiä, joilla on kohonnut riski monisairauteen. Varhaisessa vaiheessa tunnistettu monisairausriski auttaisi ottamaan kohderyhmän potilaat tehostetun ja kustannustehokkaamman hoidon piiriin ennen potilaan tilanteen hankaloitumista. (Kujansuu 2017). Espoossa toteutettiin vastaavanlainen kokeilu vuosina 2017-2018. Kokeilun tarkoituksena oli selvittää, pystyykö tekoäly tunnistamaan 15 vuoden ajalta kerätystä sosiaali- ja terveystietojen datamassasta sellaisia tekijöitä, jotka ennakoivat lastensuojelun asiakkuutta. Lastensuojelu on kunnalle raskas ja kallis palvelu. (Lehtinen 2018).

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä erilaisia tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä kokeiluja on tehty jo vuodesta 2014. Osa kokeiluista on onnistunut hyvin, kuten esimerkiksi keskoslasten hengenvaarallisen bakteeritulehduksen ennustaminen. Osa kokeiluista puolestaan on osoittautunut odotuksia hankalammaksi toteuttaa. Yhtenä syynä kokeilujen epäonnistumiselle on pidetty sitä, että tekoälyn opettamiseen tarvittavaa dataa ei ole ollut kaikissa koetapauksissa riittävästi saatavilla. Helsingin yliopistollisen sairaalan kehitysjohtaja Visa Honkanen kommentoi asiaa Tivi-lehdelle antamassaan haastattelussa seuraavasti: "Jos haluaa, että tekoälystä on oikeasti hyötyä eikä ongelma ratkea perinteisellä analytiikalla, dataa pitää useimmiten olla paljon." (Kähkönen 2017).

3.1 Case Pirkanmaa – monisairaiden tunnistaminen ohjelmistorobotiikan avulla

Sosiaali- ja terveydenhuollossa tuottavuuden tehostamiseen ja kustannussäästöjen tavoitteluun liittyvät toimenpiteet on tutkimustulosten mukaan perusteltua suunnata paljon kustannuksia aiheuttaviin potilasryhmiin. Yhtenä tällaisena paljon terveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon palveluja käyttävien potilaiden ryhmänä on tunnistettu niin kutsutut monisairaajat. Monisairauden määritelmää ei ole tiukasti rajattu, mutta tyypillisinä piirteinä on mainittu muun muassa runsaasti hoitokäyntejä erikoissairaanhoidon eri toimipaikoissa, korkeat kustannukset ja diagnoosien suuri lukumäärä. Lisäksi monisairailta on usein tarpeita myös sosiaalihuollon palveluille, jolloin kuvaavampi ilmaisu monisairauden sijaan olisi moniongelmainen. (Bates ym. 2014, 1124-1127; Kujansuu 2017).

Pirkanmaan johtopäätös kustannusten kertymisestä ja kasaantumisesta oli pitkälti samankaltainen, kuin Oulussa vuonna 2011 raportoidussa tapauksessa. Pirkanmaalla tehty selvitys osoitti, että kymmenen prosenttia potilaista aiheutti lähes 71 prosenttia kustannuksista. Erona Oulun vastaavaan tutkimukseen oli se, että Pirkanmaalla kertymä laskettiin vain Tampereen yliopistollisessa sairaalassa käyneiden potilaiden, ei koko väestön suhteen. (Kujansuu, 2017.)

Pirkanmaan tekoälykokeilun tarkoituksena oli opettaa kone tunnistamaan monisairausriski datalähtöisesti. Tarkkojen, monisairautta määrittävien kriteerien puuttumista ei pidetty tavoitteen kannalta ole ongelmallista, vaan sen katsottiin mahdollistavan puhtaasti dataan pohjautuvan lähestymistavan. Monisairausriskin tunnistamisella pyritään tarjoamaan haastaville, paljon resursseja käyttäville potilaille järjeistetty ja kustannustehokas hoitoprosessi, joka tuottaisi potilaalle paremman hoitokemuksen ja tehostaisi sairaalan resurssien käyttöä. Kokeilu toteutettiin vuoden 2017 keväällä ja siinä käytetty data-aineisto oli staattinen otos potilastietokannasta vuosilta 2011-2016. Aineisto koostui potilasdatasta, jota oli kaikkiaan yli 330 000 henkilöltä ja noin 2,5 miljoonaa sairaalakäyntikertaa. Aineisto sisälsi pseudonymisoitua tietoa muun muassa hoitokäynneistä, tutkimuksista ja toimenpiteistä sekä diagnooseista. (Kujansuu, 2017.)

Pirkanmaan tekoälykokeilussa käytettiin ohjatun koneoppimisen menetelmää. Opetusvaiheessa tarvittiin opetusnäytteitä eli potilaita, jotka oli määritelty monisairaiksi. Valmiita monisairaita referenssi-potilaita ei ollut käytettävissä, joten Pirkanmaan kokeilussa opetusnäytteet perustuivat kokeneiden ammattilaisten antamiin arvioihin ja diagnooseihin potilaista. Koneoppimiseen perustuvaa tunnistamismallia testattiin aluksi erikoisalakohtaisten potilasmallien muodostamisella. Saadut tulokset osoittivat, että ohjattu oppiminen mahdollisti erikoisalalan potilaiden luokittelun, ja rohkaisivat kokeilemaan vastaavaa ohjattuun oppimiseen perustuvaa mallinnusta myös monisairaiden tunnistamisessa. Opetusdataa hyödyntämällä koneelle opetettiin luokittelumalli, jonka avulla kone tuotti luokkatiedon monisairas tai ei-monisairas ja todennäköisyyden, jolla potilas kuuluu monisairaiden luokkaan. (Kujansuu, 2017.)

Ensimmäisessä kokeilun tarkoituksena oli tunnistaa monisairaiden potilaiden yleinen karakterisointi riippumatta siitä, mihin erikoisalaan potilas oli taustatiedoissa luokiteltu. Toisessa kokeilussa monisairausriskin määrittämiseksi oli määrä luoda jokaiselle erikoisalalle oma monisairauden

tunnistamismalli. Tämä lähestymistapa piti sisällään oletuksen siitä, että jokaisella erikoisalalla monisairas sisältää alalle tyypillisiä piirteitä, jotka saattavat olla keskenään erilaisia erikoisalojen välillä. Erikoisalakohdittaisen mallin avulla haluttiin muodostaa tiiviimpi luokittelu. Molemmat luokittelumallit tuottivat kokeilussa käyttökelpoisia tuloksia. (Kujansuu 2017.)

Kiinnostus monisairaita potilaita kohtaan on suoraan yhteydessä siihen, että kyseisen potilasryhmän hoitamiseen kohdistuu paljon kalliita resursseja. Monisairausriskin varhainen tunnistaminen mahdollistaisi yksilöllisen tarkastelun ja hoitoketjun tehostamisen ennen ongelman laaja-alaistumista. Monisairaat eivät kuitenkaan ole ainoa paljon kustannuksia aiheuttava potilasryhmä. Pirkanmaan kokeilussa malli rakennettiin siten, että aluksi valittiin kymmenen prosenttia kumulatiivisesti eniten kustannuksia aiheuttaneista potilaista. Sitten opetusvaiheessa matriisista poistettiin kaikki kustannuksiin viittaavat tiedot, jolloin kone ei voinut hyödyntää mallinuksessa kustannustietoja. Lopputuloksena syntyi malli, joka kertoi korkeita kustannuksia selittävästä tekijöistä. (Kujansuu 2017.)

Kokeiluprojektin aikana tuotettu ensimmäinen alustava tuloslista tuotti yhteensä 56 oikeaa tunnista sadasta. Virhetuloksia tunnistettiin 22. Tulos on suuntaa antava ja virhearvioinnin mahdollisuutta lisäsi se, että osa asiantuntijoiden tekemistä yksittäisistä diagnooseista pidettiin tulkinnanvaraisina listan läpikäyntiin varatun rajallisen ajan takia. Kokeilun tavoitteena oli karakterisoida monisairaat potilaat laskennallisilla menetelmillä. Kokeilussa luotu malli ei sisältänyt kovakoodattuja kynnyksisarvoja käyntien lukumäärän, hinnan, laskuttavien toimipaikkojen lukumäärän tai minkään muidenkaan kriteereiden suhteen. Datasta laskettuihin piirteisiin perustuva tarkastelu mahdollistaa paitsi suurten potilasmäärien ryhmittelyn ja asiakasvirtojen tarkastelun myös yksittäisen potilaan vertailun laajaa potilasjoukkoa tai haluttuja potilas- ja tautiryhmiä vasten. Kokeilun myötä vahvistui käsitys siitä, että terveydenhuollon kentässä on monia kysymyksiä, joita voitaisiin ratkaista vastaavalla datalähtöisellä lähestymistavalla tuottamalla tekoälyn avulla uutta, asiantuntijoiden osaamista tukevaa ja täydentävää tietoa. (Kujansuu 2017.)

3.2 Case Espoo – tekoälykokeilu asiakkaiden palvelutarpeiden ennakoimiseksi

Espoon kaupunki käynnisti kesällä 2017 laajamittaisen, vajaan vuoden kestäneen tekoälykokeilun yhteistyössä ohjelmisto- ja palveluyritys Tieto Oyj:n kanssa. Kokeilussa yhdistettiin valtava määrä Espoon Terveys-Effican ja Sosiaali-Effican tietoja vuosilta 2002-2016. Terveys-Efficasta tiedot saatiin noin 500 000 henkilöstä ja Sosiaali-Efficasta vastaavasti noin 160 000 henkilöstä. Analysoitava aineisto sisälsi dataa yli 37 miljoonasta tapahtumasta, kolmesta miljoonasta diagnoosista ja 24 miljoonasta laboratoriotutkimuksesta. Toteutetun kokeilun tavoitteena oli löytää tekoälyn avulla uusia ennakoivia ja kustannustehokkaita keinoja palveluiden kohdentamiseksi kaupunkilaisille. Kokeilun yhtenä mahdollistajana pidettiin Suomen poikkeuksellisen tarkkoja julkisen sektorin tietojärjestelmiä ja niissä olevaa hyvälaatuista dataa. Espoon kokeilu oli osa 6Aika-hanketta, jossa Suomen kuusi suurinta kaupunkia kehittää yhteistyössä avoimempia ja älykkäämpiä palveluja kuntalaisten hyväksi. (Lehtinen 2018.)

Espoon tekoälyokeilussa järjestelmien pseudonymisoidut tiedot yhdistettiin. Henkilöitä yksilöivät tiedot salattiin datasta jo tiedonhakuvaiheessa, eikä tietoja voinut koko kokeilun aikana yhdistää henkilöön nimettyyn henkilöön. Lisäksi kaikki tiedonsiirtoon liittyvät tapahtumat suoritettiin salattujen tiedonsiirtoyhteyksien avulla. Vastaavanlaista tietojen yhdistämistä ei Suomessa oltu kertaakaan aiemmin tehty. Tietojen yhdistämisen taustalla oli halu selvittää, voidaanko tällä hetkellä erillään olevien sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmien datamassoja yhdistää siten, että niistä muodostuu asiakkaan palvelupolkuihin perustuvia datakokonaisuuksia. Tai pystyykö tekoäly tunnistamaan ilman yksilöintitietoja aineistosta sellaiset henkilöt, jotka vaativat erityistä huomiota tai joilla on erityisen tuen tarve. (Lehtinen 2018.)

Espoo pyrki kokeilun avulla parantamaan ymmärrystään kuntalaisten palvelutarpeista. Kokeilun tuotti arvokasta tietoa siitä, miten kunta voisi tulevaisuudessa paremmin vastata kuntalaisten tarpeisiin tuottamalla yksilöidympiä palveluja. Yksilöidyn palvelutarjonnan avulla kunta voisi todennäköisesti aiempaa varhaisemmin auttaa syrjäytymisen vaarassa olevia kuntalaisiaan. Oikein kohdennetuilla palveluilla uskotan saatavan myös merkittäviä kustannushyötyjä. Espoon tekoälykokeilu oli kertaluontoinen kokeilu, mutta se oli samalla rohkaiseva osoitus siitä, että erilaisilla tekoälyteknologiaan pohjautuvilla työkaluilla on mahdollista kehittää uudenlaista, kaupunkitasoista ja toimialarajat ylittävää palvelua. (STT 2017.)

Espoon kokeilussa dataa analysoitiin ja jaoteltiin tekoälyn avulla. Tekoälyn niin kutsuttu kouluttamisvaihe kesti noin kuukauden, minkä jälkeen kone kykeni laskemaan aineistosta erilaisia tuloksia muutamissa tunneissa ja parhaillaan jopa minuuteissa. Espoon kaupunki löysi tekoälykokeilussaan noin 280 tekijää, jotka ennakoivat lastensuojelun asiakkuutta. Yksittäistä tekijää ei pidetty riskinä, mutta useamman tekijän yhtäaikainen esiintyminen saattoi sellainen olla. Tekoäly auttoi tunnistamaan ryhmiä, joiden diagnoosit tai käyntisyöt poikkesivat kaupungin keskiarvosta. Datamassa mahdollisti yksikötietojen lisäksi koko perheen palvelunkäytön tarkastelun, jolloin voitiin saada uudenlaista tietoa ongelmien erilaisista taustoista ja juurisyistä. Kokeilussa testattiin myös eräänlaista riskiennustemallia, jonka rakentamisessa hyödynnettiin noin 300 000 espoolaisen kotitalouden tietoja kymmenen vuoden ajalta. Kokeilussa saatujen tulosten avulla onnistuttiin todistamaan, että lastensuojelun asiakkuutta voidaan ennustaa. Mitä enemmän dataa on saatavilla, sitä paremmaksi malli oppii. Tekoäly onnistui tekemään uskottavia riskiennusteita jo viiden vuoden sosiaali- ja terveydenhuollon tapahtumadatan avulla. Ennustemallilla voidaan ennustaa muitakin palvelujen suunnittelun kannalta keskeisiä asiakkuuspolkuja, ei pelkästään lastensuojelun asiakkuutta. (Lehtinen 2018; Iltä-Sanomat 2018.)

Espoon tekoälykokeilusta saadut tulokset ovat lupaavia, mutta samalla kuitenkin hyvin alustavia eivätkä ne sellaisenaan ole kelvollisia laajempiin johtopäätöksiin. ”Tarvitaan lisää tutkimusta, kokeiluja ja aineiston analyysiä. Aineistossa ei ollut yksityisen terveydenhuollon käyttöä, ja jatkossa dataan tulisikin yhdistää Kelan tietokanta, jolloin tulos tarkentuisi”, totesi Espoon kaupungin perhe- ja sosiaalipalvelujen johtaja Mari Ahlström STT:lle annetussa julkaisussa. (STT 2018). Kokeilu herätti myös kysymyksiä siitä, tarvitaanko henkilöiltä erityinen lupa omien tietojen seulomiseen tekoälyn avulla. Tai kuka saisi nähdä ja millä edellytyksillä, jos järjestelmä tunnistaa henkilön olevan erityisen avun

tarpeessa. Kokeilun jälkeen voimaan tullut EU:n uusi tietosuojadirektiivi asettaa jatkossa entistä tiukemmat rajat tämältyyppiselle tietojen kätölle. (Ilta-Sanommat 2018.)

3.3 Case HUS – tekoälykokeilulla apua keskosvauvojen hoitoon

HUS eli Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri on yksi tekoälyn soveltamisen uranuurtajista Suomessa. Vaativassa erikoissairaanhoidossa dataa kertyy kovalla vauhdilla ja suurten tietomassojen analysointiin tarvitaan nykyaikaisia ja entistä monipuolisempia menetelmiä. Näistä lähtökohdistista HUSin ja IBM:n välille syntyi vuonna 2016 yhteistyösopimus, jonka puitteissa HUSissa toteutettiin vuoden 2017 aikana kolme IBM:n Watson-tekoälyteknologiaan perustuvaa kokeilua. Yhdessä kokeilussa tekoälyn avulla luotiin malli, jonka avulla keskoslapsille hengenvaarallinen bakteeritulehdus pystytettiin ennustamaan jo ennen näkyviä oireita ja hoito voitaisiin aloittaa varhaisessa vaiheessa. Toisen kokeilun avulla selvitettiin, voisiko tekoäly auttaa havaitsemaan merkkejä alkavasta aivoverenvuodosta. Kolmannessa pilotissa tutkittiin tekoälyn kyvykkyyttä arvioida kuvien perusteella, tarvitseeko haava sairaalahoitoa vai ei. Piloteista keskoslasten bakteeritulehduksen ennustamiseen liittyvä kokeilu onnistui hyvin. Kahden muun kokeilun kohdalla ei päästy ihan yhtä hyviin tuloksiin. Haavanhoitoon liittyvässä kokeilussa ongelmaksi muodostui se, että vertailtavia kuvia ei ollut riittävästi. Siitä johtuen tulosten varmuus ei myöskään ollut riittävän hyvä. (HUS 2016; Kolehmainen 2017.)

Pilottikokeilujen lisäksi HUSissa on testattu tekoälyn käyttökelpoisuutta erilaisissa syöpäsairauksiin liittyvässä hoidossa sekä tieteellisessä syöpätutkimuksessa. HUSin kehitysjohtaja Visa Honkasen mukaan tekoäly pystyy moneen, mutta sillä on edelleen rajoitteita. ”Jos haluaa, että tekoälystä on oikeasti hyötyä eikä ongelma ratkea perinteisellä analytiikalla, dataa pitää useimmiten olla paljon”, Honkanen sanoo. Keskoslasten bakteeritulehduksen ennustavasta kokeilusta saadut tulokset ovat lupaavia: 93 prosentissa tapauksista Watson kykeni ennustamaan, että keskoselle kehittyy verenmyrkytys 24 tunnin kuluessa. Onnistumisen taustalla on suuri määrä kattavaa dataa, jota on Suomessa kerätty keskoslapsista jo 20 vuoden ajan. Datan avulla Watson-tekoäly on opetellut tunnistamaan verenmyrkytykseen johtavat bakteeritulehduksen merkit. (Kähkönen 2017.)

HUSin pilottiprojektit ovat päättyneet, mutta sairaanhoitopiiri jatkaa tekoälyteknologian kehittämistä yhteistyössä asiaan perehtyneiden yritysten kanssa. Tehtävää varten HUS on perustanut oman tiimin, jossa datatutkijat ja klinikot tekevät töitä yhdessä. Tekoälyyn liittyvät odotukset ovat husilaisten mukaan osittain vielä haaveita. Nopeus koetaan isoimmaksi hyödyksi, mutta erityisen varovaisia ollaan päätäntävällän jakamisen tai luovuttamisen suhteen, sillä vielä ei ole riittävästi varmuutta siitä, millä perusteilla tekoäly suosittelee tiettyä diagnoosia tai hoitoa. Pelkkä teknologian osaaminen ei yksinään riitä tekoälyn kehittämiseen, vaan lisäksi tarvitaan sovellettavan alueen ja toiminnan ymmärrystä. HUSin tekoälyyn liittyvät kehitysprojekti lähtevätkin liikkelle toiminnan kuvaamisesta ja tekoäly tulee mukaan kuvaan vasta siinä vaiheessa, kun on syntynyt ajatus, miten asiat voisi toteuttaa. HUSilaisten arvioiden mukaan tekoälyn soveltaminen käytäntöön on vielä alkutekijöissään. Valmiiden tekoälyratkaisujen tarjonta on kaupallisilla toimijoilla vielä vähäistä, joten HUS kehittää aktiivisesti itse tekoälyyn perustuvia pilvipalveluja. (Kolehmainen 2017; Kähkönen 2017.)

4 SELVITYS TEKÖÄLYÄ HYÖDYNTÄVIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTÖSTÄ SAIRAANHOITOPIIREISSÄ

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käytiin läpi kolme Suomessa toteutettuihin tekoälykokeiluihin liittyvää case-esimerkkiä. Kahdessa tarkastelun kohteena olleessa esimerkissä kokeilu toteutettiin sairaanhoitopiirissä. Molemmissa kokeiluissa keskeinen lähtökohta oli hyödyntää oppivan tekoälyn avulla sairaanhoidossa kertynyttä ja alati kertyvää valtaisa tietomassaa ja tuottaa sen avulla entistä monipuolisempia ja tehokkaampia menetelmiä tiedon analysointiin, diagnosointiin ja tukemaan hoitopäätösten tekemistä.

Työn empiirisen osa-alueen tehtävänä oli selvittää laajemmin, miten Suomen sairaanhoitopiireissä suhtaudutaan tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin. Selvityksen avulla haluttiin saada käsitys siitä, mitä sairaanhoitopiirit tarkoittavat puhuessaan tekoälyteknologiasta ja millaisiin asioihin älykkään teknologian avulla haluttaisiin saada apua. Lisäksi haettiin tietoa siitä, ovatko sairaanhoitopiirit tehneet tekoälyteknologiaan liittyviä kokeiluja ja millaisia kokemuksia heille on kokeilun tai käytön osalta syntynyt. Selvityksen yhteydessä kartoitettiin myös sairaanhoitopiirien valmiutta ja varautumista tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönottoon sekä sitä, missä määrin tekoälyteknologian avulla voitaisiin parantaa sairaanhoitopiirin kilpailukykyä ja tuottavuutta.

4.1 Kyselyn toteutus ja vastaajat

Sairanhoitopiireille suunnattu selvitys tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käytöstä toteutettiin osana Itä-Suomen yliopiston, Savonia ammattikorkeakoulun ja Savon aikuisopiston keväällä 2018 käynnistämää HyvinRobo-yhteishanketta. Hankkeessa on tarkoitus lisätä tietämystä palvelurobotiikan käyttämisestä hoitotyön tukena, mutta sen lisäksi hankkeessa kerätään tietoutta siitä, millaisia tekoälyteknologioita on olemassa ja miten niitä voitaisiin hyödyntää kattavammin.

Selvitys toteutettiin Webropol-kyselynä (liite 1) ja sitä koskeva vastauslinkki lähetettiin sähköpostitse 31.8.2018 Suomen kaikkiin 20 sairaanhoitopiiriin. Vastaanottajina olivat sairaanhoitopiirien tietohallintojohtajat, joilla virka-asemansa puolesta ajateltiin olevan kokonaisvaltainen käsitys oman organisaation ICT- ja teknologiatarpeista ja kehitysnäkymistä. Kyselyä koskevassa saateviestissä kerrottiin, että kysely on organisaatiokohtainen eli yhtä organisaatiota kohti odotetaan saatavan vain yksi vastaus. Vastaanottajille kuitenkin ilmoitettiin, että kyselyn voi välittää vastattavaksi jollekin toiselle henkilölle organisaatiossa, mikäli vastaanottaja näkee sen hyödyllisemmäksi. Vastausaikaa annettiin kaksi viikkoa. Ennen määräajan umpeutumista ei-vastanneille sairaanhoitopiireille lähetettiin vielä uusintapyyntö kyselyyn vastaamisesta.

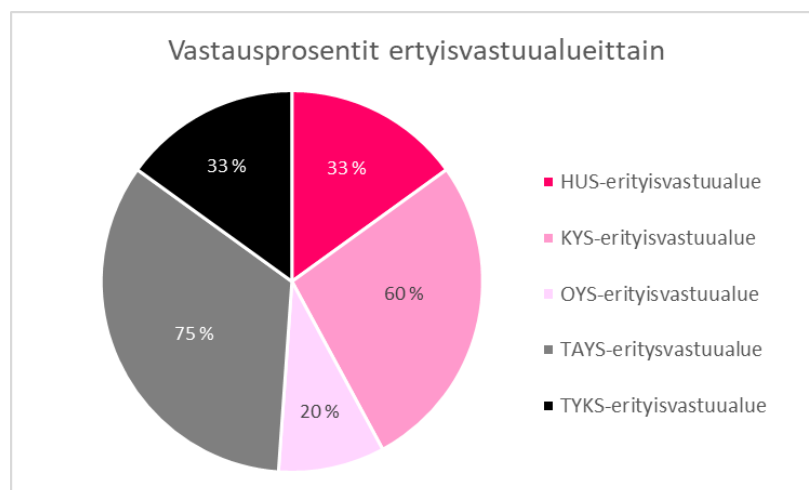
Kysely rakentui vastaajan tietojen lisäksi neljästä eri osiosta. Ensimmäisessä osiossa kartoitettiin kuudella kysymyksellä vastaajaorganisaation liiketoiminnallista tahtotilaa tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin liittyen. Kysymyksillä selvitettiin muun muassa, mitä tekoälyä hyödyntävä teknologia tarkoittaa sairaanhoitopiirille, miten laajasti tekoälyteknologiaa voitaisiin hyödyntää organisaation liiketoiminnassa, miten tekoälyteknologian käyttöönotto vaikuttaisi henkilöstösuunnitteluun ja mitä vaikutuksia tekoälyteknologialla voisi olla sairaanhoitopiirin kilpailukykyyn ja tuottavuuteen. Toisessa

kysymysosiossa selvitettiin sairaanhoitopiirin nykytilannetta tekoälyä hyödyntävien teknologioiden näkökulmasta. Vastaajilta kysyttiin muun muassa, onko heillä käytössä robotiikkaa tai ohjelmistorobotiikkaa tai niihin liittyviä kokeiluja ja millaisiksi he ovat kokeneet niistä saamansa hyödyt. Kyselyn kolmannessa osiossa tiedusteltiin, millaisia suunnitelmia ja varautumisia sairaanhoitoiireillä on tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönottoon tulevaisuudessa. Kyselyn viimeinen osuus koski HyvinRobo-hanketta ja sairaanhoitopiirien mahdollista kiinnostusta yhteistyöhön hankkeen kanssa.

Määräaikaan mennessä kyselyyn vastasi seitsemän sairaanhoitopiiriä. Ei-vastanneille lähetettiin vastausajan päätyttyä vielä kolmas vastauspyyntö ja samalla vastausaikaa jatkettiin syyskuun loppuun. Kysely suljettiin 1.10.2018 ja lopullinen kyselyyn saatu vastausmäärä oli yhdeksän, joista kolme tuli yliopistosairaanhoitopiiriltä ja kuusi ei-yliopistosairaanhoitopiiriltä. Vastausprosentiksi tuli näin ollen 45%. Kyselyyn vastanneet sairaanhoitopiirit on lueteltu aakkosjärjestyksessä taulukossa 1.

Taulukko 1. Kyselyyn vastanneet sairaanhoitopiirit	Erityisvastuualue
Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri (EPSHP)	TAYS
Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä (SOSTERI)	KYS
Kanta-Hämeen sairaanhoitopiirin kuntayhtymä (KHSHP)	TAYS
Keski-Suomen sairaanhoitopiirin kuntayhtymä (KSSHP)	KYS
Kymenlaakson sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä (CAREA)	HUS
Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä (PSHP)	TAYS
Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä (Siun sote)	KYS
Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä (PPSHP)	OYS
Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin kuntayhtymä (VSSHP)	TYKS

Erityisvastuualueittain tarkasteltuna vastaukset jakaantuivat kuvion 1 osoittamalla tavalla. Suurin vastauskattavuus, 75%, saatiin TAYS-erityisvastuualueella, jossa kolme neljästä sairaanhoitopiiristä vastasi kyselyyn. KYS-erityisvastuualueen vastausprosentti oli 60%, kun kolme alueen viidestä sairaanhoitopiiristä vastasi kyselyyn. Lopuilta kolmelta erityisvastuualueelta saatiin kultakin yhden sairaanhoitopiirin vastaus. OYS-erityisvastuualueen vastausprosentti on HUSista ja TYKSistä poiketen 20%, koska alueella on viisi sairaanhoitopiiriä, kun HUSin ja TYKSin erityisvastuualueilla sairaanhoitopiirejä on kolme.

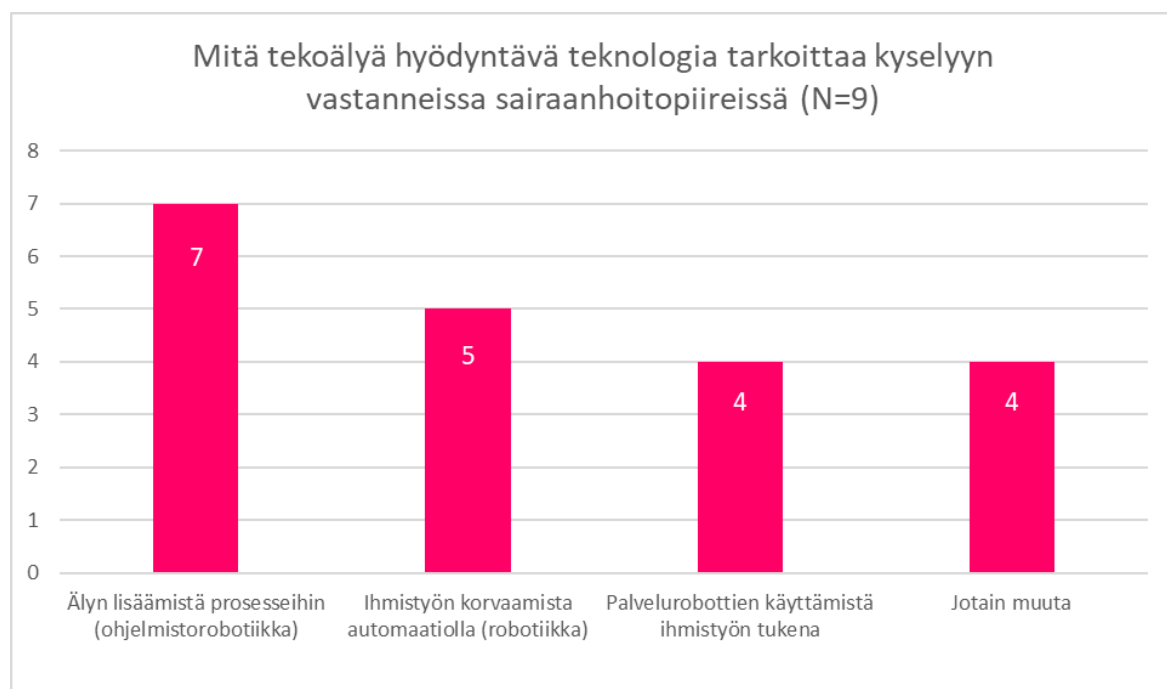


Kuvio 1. Vastausprosentit erityisvastuualueittain.

Kyselyyn vastanneista yhdeksästä henkilöstä viisi oli tietohallintojohtajia tai -päälliköitä, yksi oli tietohallinnon pääarkkitehti ja yksi tietohallinnon pääsuunnittelija. Yksi vastaajista ilmoitti toimivansa organisaatiossaan järjestelmäasiantuntijana ja yksi kertoi vastuualueekseen tiedolla johtamisen.

4.2 Tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin liittyvät odotukset ja hyödynnettävyys sairaanhoitopiireissä

Vastaajaorganisaatioiden liiketoiminnallista tahtotilaa kartoittavassa kysymysosiossa haluttiin selvittää, mitä vastaajat tarkoittavat puhuessaan tekoälyä hyödyntävästä teknologiasta. Monivalintakysymyksessä oli kolme määriteltyä vastausvaihtoehtoa ohjelmistorobotiikasta robotiikkaan ja palvelurobotiikkaan sekä näiden lisäksi vaihtoehto ”jotain muuta”, jonka valitessaan vastaajaa pyydettiin tarkentamaan vastaustaan avoimeen tekstikenttään. Vastausvaihtoehdoissa kerrottiin ohjelmistorobotiikalla tarkoitettavan älyn lisäämistä prosesseihin ja robotiikalla ihmistyön korvaamista automaatiolla. Palvelurobotiikan kerrottiin tarkoittavan robottien käyttämistä ihmistyön tukena. Monivalintakysymykseen saatiin yhdeksältä vastaajalta kaikkiaan 20 vastausta, joita on tarkasteltu eri näkökulmista kuvioissa 2-4.



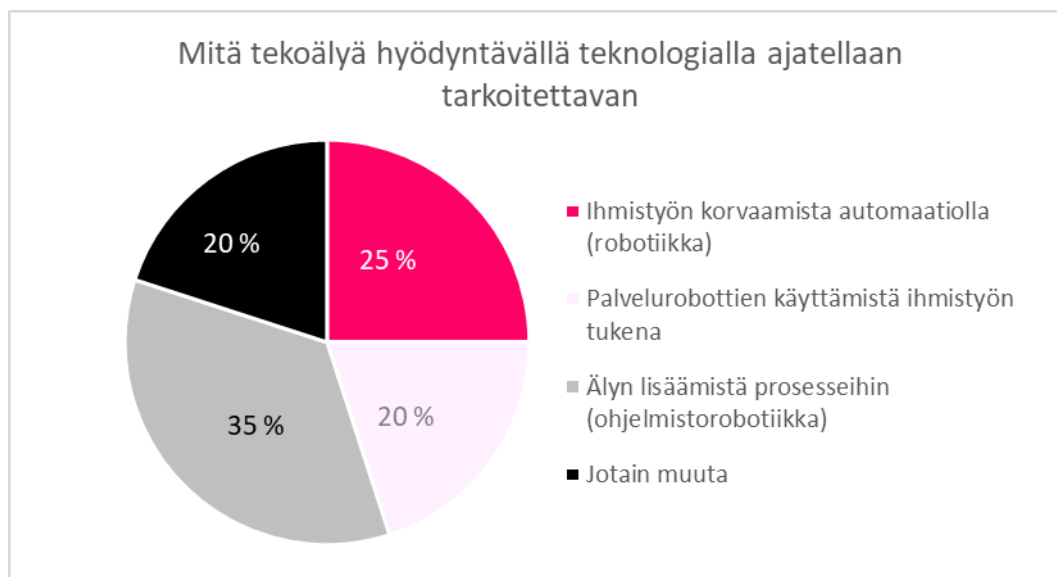
Kuvio 2. Kaikki vastaukset monivalintakysymykseen, mitä tekoälyä hyödyttävä teknologia tarkoittaa vastaajan mielestä.

Seitsemän yhdeksästä vastaajasta oli sitä mieltä, että tekoälyä hyödyntävä teknologia tarkoittaa älyn lisäämistä prosesseihin. Sen lisäksi viisi vastaajaa oli sitä mieltä, että tekoälyä hyödyntävä teknologia tarkoittaa myös ihmistyön korvaamista automaatiolla. Palvelurobottien käyttämisen ihmistyön tukena -vaihtoehdon valitsi 4 vastaajaa, samoin kuin vaihtoehdon jotain muuta. Kun vastaajilta kysyttiin, mitä jotain muuta tarkoittaa, he kuvailivat asiaa seuraavasti:

- *Tekoäly toimii osana kaikkia prosesseja, joissa käsitellään tietoa.*
- *Tiedon louhinnan avulla analyysien rikastamista, ennustamista ja tulevaisuuden mallinnusta.*

- *Koneoppiminen, tekstinlouhinta - robotiikasta puhutaan robotiikkana, joka on mielestäni eri asia.*
- *Datamassan analysointia tekoälyn avulla.*

Vastausmääriin suhteutettuna tekoälyä hyödyntävä teknologia ymmärrettiin vastaajien keskuudessa useimmiten joko älyn lisäämisenä ohjelmistoihin eli ohjelmistorobotiikaksi (35%) tai ihmistyön korvaamisena automaatiolla eli robotiikaksi (25%). Palvelurobottien käyttäminen ihmistyön tukena koettiin tekoälyä hyödyntäväksi teknologiaksi 20 prosentissa vastauksista (kuvio 3).



Kuvio 3. Mitä tekoälyä hyödyntävä teknologia tarkoittaa -monivalintakysymyksen vastaukset suhteellisin osuuksina.

Kun vastauksia tarkastellaan sairaanhoitopiireittäin (satunnaisjärjestys), voidaan nähdä, että vastauksissa on eroavaisuuksia (kuvio 4). Kolme yhdeksästä vastaajasta katsoi tekoälyä hyödyntävän teknologian tarkoittavan sekä ohjelmistorobotiikkaa, robotiikkaa että palvelurobotiikkaa. Kaksi vastaajista oli sitä mieltä, että tekoälyä hyödyntävällä teknologialla tarkoitetaan ohjelmistorobotiikkaa ja robotiikkaa, mutta ei palvelurobotiikkaa. Lisäksi neljä vastaajaa katsoi sen tarkoittavan annettujen vaihtoehtojen lisäksi jotain muuta.

	Kyselyyn vastanneet sairaanhoitopiirit								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Älyn lisäämistä prosesseihin (ohjelmistorobotiikka)									
Ihmistyön korvaamista automaatiolla (robotiikka)									
Palvelurobottien käyttämistä ihmistyön tukena									
Jotain muuta, mitä									

Kuvio 4. Vastaukset kysymykseen, mitä tekoälyä hyödyntävällä teknologialla tarkoitetaan.

Niitä vastaajia, jotka olivat valinneet vaihtoehdon "jotain muuta", pyydettiin kuvailemaan tarkemmin, mitä he tarkoittavat puhuessaan tekoälyä hyödyntävistä teknologioista. Yksi vastasi *tekoälyn*

toimivan osana kaikkia prosesseja, joissa käsitellään tietoa. Loput kolme kertoivat tarkoittavansa tekoälyä hyödyntävällä teknologialla seuraavaa:

- *Tiedon louhinnan avulla analyysien rikastamista, ennustamista ja tulevaisuuden mallinnusta.*
- *Datamassan analysointia tekoälyn avulla.*
- *Koneoppiminen, tekstinlouhinta - robotiikasta puhutaan robotiikkana, joka on mielestäni eri asia.*

Kuviossa 5 saadut vastaukset on ryhmitelty erityisvastuualueittain. Erityisvastuualueella tarkoitetaan Valtioneuvoston asetuksessa (156/2017) säädettyä rakennetta, jolla jotkut erikoissairaanhoidon palvelut järjestetään yliopistosairaaloiden ja niihin liittyvien sairaanhoitopiirien muodostamina kokonaisuuksina. Erityistason sairaanhoidon järjestämistä varten luodut erityisvastuualueet ja niihin kuuluvat sairaanhoitopiirit ovat akkosjärjestyksessä seuraavat:

- 1) Helsingin yliopistollisen keskussairaalan erityisvastuualue (HUS-erva), johon kuuluvat:
 - a) Etelä-Karjalan sairaanhoitopiiri
 - b) Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri
 - c) Kymenlaakson sairaanhoitopiiri
 - d) Päijät-Hämeen sairaanhoitopiiri
- 2) Kuopion yliopistollisen sairaalan erityisvastuualue (KYS-erva), johon kuuluvat:
 - a) Etelä-Savon sairaanhoitopiiri
 - b) Itä-Savon sairaanhoitopiiri
 - c) Keski-Suomen sairaanhoitopiiri
 - d) Pohjois-Karjalan sairaanhoitopiiri
 - e) Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri
- 3) Oulun yliopistollisen sairaalan erityisvastuualue (OYS-erva), johon kuuluvat:
 - a) Kainuun sairaanhoitopiiri
 - b) Keski-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri
 - c) Lapin sairaanhoitopiiri
 - d) Länsi-Pohjan sairaanhoitopiiri
 - e) Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri
- 4) Tampereen yliopistollisen sairaalan erityisvastuualue (TAYS-erva), johon kuuluvat:
 - a) Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri
 - b) Kanta-Hämeen sairaanhoitopiiri
 - c) Pirkanmaan sairaanhoitopiiri
- 5) Turun yliopistollisen sairaalan erityisvastuualue (TYKS-erva), johon kuuluvat:
 - a) Satakunnan sairaanhoitopiiri
 - b) Vaasan sairaanhoitopiiri
 - c) Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri

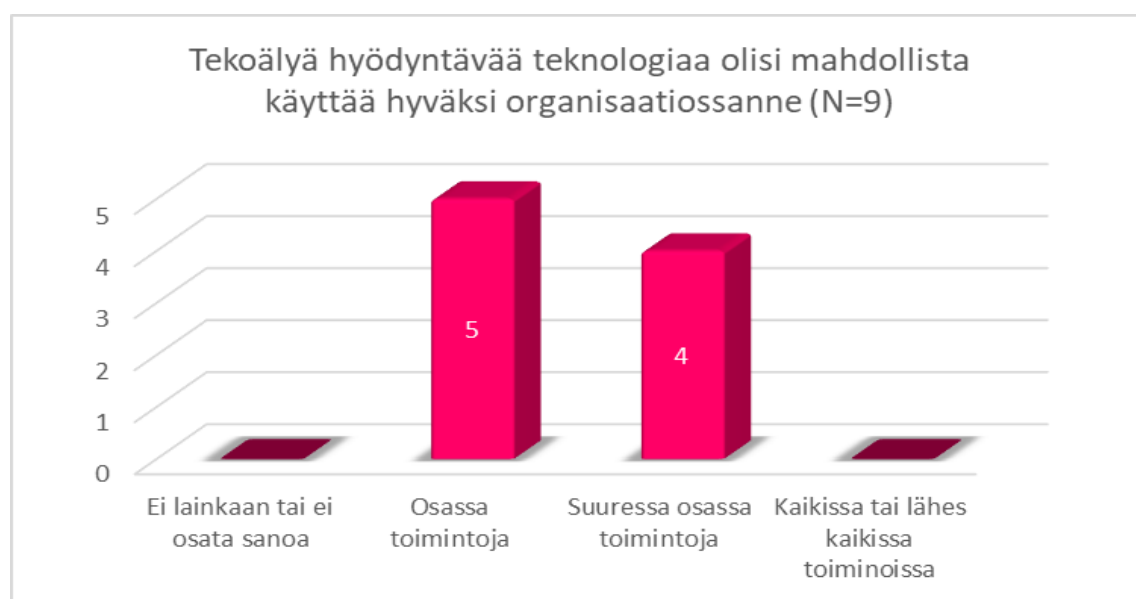
Erityisvastuualueittain ryhmitellyissä vastauksissa tarkastelu kohdistuu ensisijaisesti TAYS-ervaan ja KYS-ervaan, joista molemmista saatiin kolmen eri sairaanhoitopiirin vastaukset. Vastausten perusteella näiden kahden alueen sairaanhoitopiirien käsitykset tekoälyä hyödyntävästä teknologiasta

poikkeavat toisistaan, mikä saattaa osaltaan olla merkki siitä, että sairaanhoitopiirien tekoälyyn liittyviä käsitteitä ja suunnitelmia ei ole yhtenäistetty erityisvastuualueilla.

	HUS- erva	KYS- erva	OYS- erva	TAYS- erva	TYKS- erva
Älyn lisäämistä prosesseihin (ohjelmistorobotiikka)	■	■	■	■	■
Ihmistyön korvaamista automaatiolla (robotiikka)	■	■	■	■	■
Palvelurobottien käyttämistä ihmistyön tukena	■	■	■	■	■
Jotain muuta, mitä	■	■	■	■	■

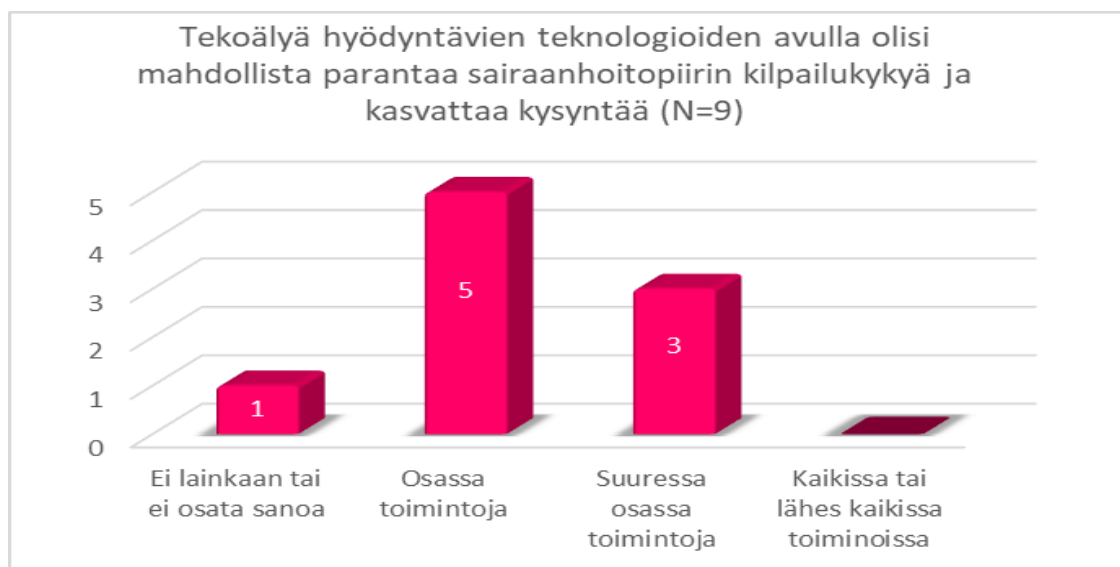
Kuvio 5. Mitä tekoälyä hyödyntävä teknologia tarkoittaa -monivalintakysymykseen saadut vastaukset ryhmiteltyinä erityisvastuualueittain.

Seuraavaksi haluttiin kartoittaa vastaajien näkemyksiä siitä, kuinka laajasti tekoälyä hyödyntävää teknologiaa olisi mahdollista käyttää hyväksi sairaanhoitopiirien eri toiminnoissa. Vastausvaihtoehtoja oli annettu neljä; ei lainkaan, osassa toimintoja, suuressa osassa toimintoja tai kaikissa/lähes kaikissa toiminnoissa, joista vastaajan tuli valita yksi vaihtoehto. Saatujen vastusten mukaan (kuvio 6) neljä yhdeksästä vastaajasta oli sitä mieltä, että tekoälyä hyödyntävää teknologiaa voitaisiin hyödyntää suuressa osassa sairaanhoitopiirin toimintoja. Loput viisi kyselyyn vastanneista näkivät mahdolliseksi hyödyntää tekoälyä vain osassa sairaanhoitopiirin toimintoja.



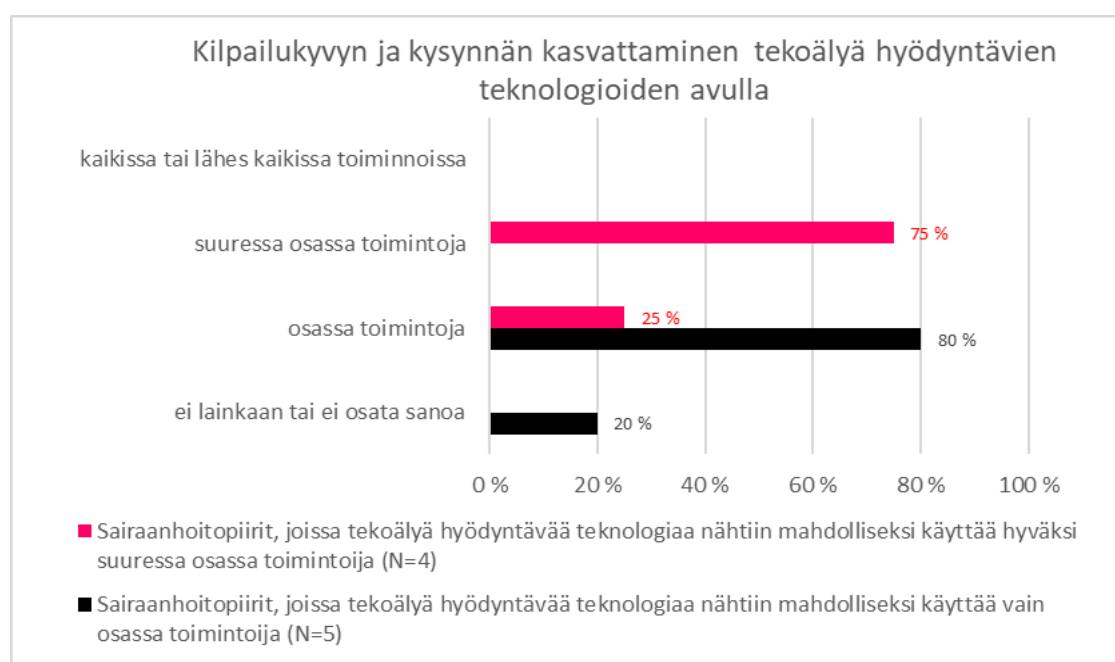
Kuvio 6. Vastaukset kysymykseen, kuinka laajasti tekoälyä hyödyntävää teknologiaa olisi mahdollista käyttää hyväksi sairaanhoitopiirin eri toiminnoissa.

Kun vastaajilta kysyttiin, olisiko tekoälyä hyödyntävän teknologian avulla mahdollista parantaa sairaanhoitopiirin kilpailukykyä ja lisätä kysyntää, viisi yhdeksästä vastaajasta oli sitä mieltä, että tämä olisi mahdollista vain osassa toimintoja. Kolme vastaajista puolestaan arvioi, että kilpailukykyyn ja kysynnän lisääminen tekoälyratkaisujen avulla olisi mahdollista jopa suuressa osassa sairaanhoitopiirin toimintoja. Yksi vastaaja ei osannut sanoa tai ei nähnyt tekoälyä hyödyntävällä teknologialla olevan vaikutusta sairaanhoitopiirin kilpailukykyyn ja kysynnän kasvattamiseen (kuvio 7).



Kuvio 7. Vastaukset kysymykseen, voidaanko tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla parantaa sairaanhoitopiirin kilpailukykyä ja kasvattaa kysyntää.

Kuviossa 8 saatuja vastauksia tarkastellaan siitä näkökulmasta, oliko aiemmin kysytyllä tekoälyteknologioiden hyödynnettävyydellä vaikutusta siihen, millaiseksi vastaajat näkivät tekoälyn mahdollisuudet sairaanhoitopiirin kilpailukykyyn ja kysynnän kasvattamiseen. Niistä neljästä vastaajasta, jotka näkivät mahdolliseksi hyödyntää tekoälyteknologiaa suuressa osassa sairaanhoitopiirin toimintoja, kolme vastaajaa eli 75% oli sitä mieltä, että tekoälyä hyödyntävän teknologian avulla olisi mahdollista parantaa kilpailukykyä ja kysyntää suuressa osassa sairaanhoitopiirin toimintoja. Loput 25% eli yksi vastaaja näki tekoälyteknologian mahdollisuudet parantaa sairaanhoitopiirin kilpailukykyä ja kysyntää vain osassa vastaajaorganisaation toimintoja.

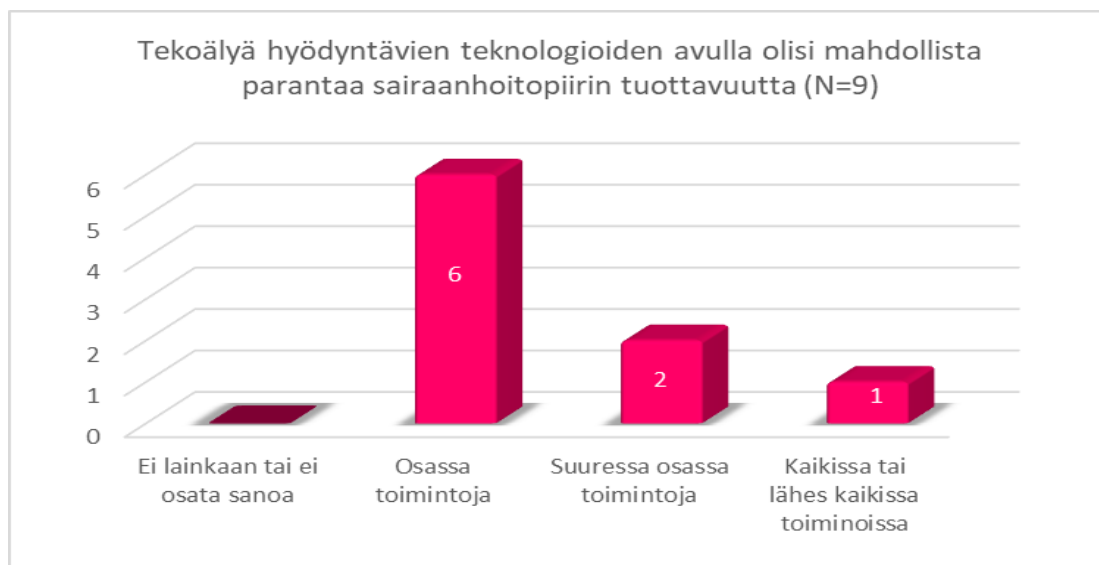


Kuvio 8. Sairaanhoitopiirin kilpailukykyyn ja kysynnän kasvattaminen tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla suhteessa tekoälyteknologioiden hyödynnettävyyteen sairaanhoitopiirien eri toiminoissa.

Vastaavasti ne viisi vastaajaa, jotka olivat edellä arvioineet tekoälyteknologiaa voitavan hyödyntää vain osassa sairaanhoitopiirin toimintoja, olivat kilpailukyvyyn ja kysynnän kasvattamisen osalta samoilla linjoilla. Viidestä vastaajasta neljä eli 80% oli sitä mieltä, että tekoälyteknologioiden avulla voitaisiin parantaa vastaajaorganisaation kilpailukykyä ja kysyntää vain osassa toimintoja. Yksi vastaajista ei osanut sanoa tai oli sitä mieltä, että tekoälyteknologian avulla ei voida lainkaan parantaa sairaanhoitopiirin kilpailukykyä ja kysyntää (kuvio 8).

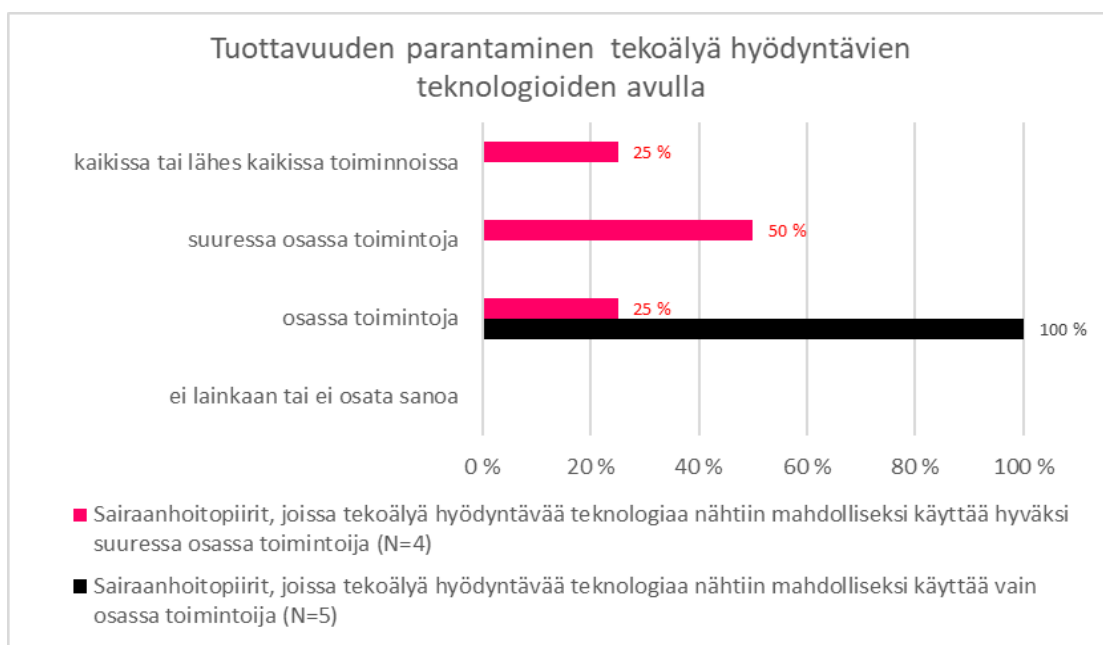
Edellä esitettyjen tulosten perusteella voidaan päätellä, että vastaajien näkemykset tekoälyteknologian hyödynnettävyydestä ja kilpailukyvyyn sekä kysynnän kasvattamisesta olivat samansuuntaisia. Ne vastaaja, jotka näkivät tekoälyteknologiaa voitavan hyödyntää suuressa osassa sairaanhoitopiirin toimintoja, olivat pääsääntöisesti myös sitä mieltä, että tekoälyteknologian avulla voitaisiin parantaa sairaanhoitopiirin kilpailukykyä ja kysyntää suuressa osassa toimintoja. Vastaavasti ne, jotka arvioivat tekoälyteknologiaa voitavan hyödyntää vain osassa sairaanhoitopiirin toimintoja, olivat enimmäkseen sitä mieltä, että kilpailukykyä ja kysyntää voisi kasvattaa tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla vain osassa vastaajaorganisaation toimintoja. Kummassakin tarkasteluryhmässä yksi vastaaja arvioi kilpailukyvyyn ja kysynnän parantamiseen liittyvät mahdollisuudet pienemmäksi kuin tekoälyteknologian hyödynnettävyyden sairaanhoitopiirin eri toiminnoissa.

Seuraavassa kysymyksessä vastaajia pyydettiin arvioimaan tekoälyä hyödyntävien teknologioiden tuottavuusmahdollisuuksia vastaajaorganisaatiossa. Vastausvaihtoehdot olivat samat kuin edeltävässä kilpailukykyä ja kysyntää koskevassa kysymyksessä; ei lainkaan, osassa toimintoja, suuressa osassa toimintoja tai kaikissa/lähes kaikissa toiminnoissa. Kuusi yhdeksästä vastaajasta arvioi, että tekoälyteknologioiden avulla tuottavuutta voitaisiin parantaa vain osassa sairaanhoitopiirin toimintoja. Kaksi vastaajaa näki mahdolliseksi parantaa tuottavuutta suuressa osassa vastaajaorganisaation toimintoja ja yksi oli sitä mieltä, että tekoälyteknologioiden avulla tuottavuutta voitaisiin parantaa kaikissa tai lähes kaikissa sairaanhoitopiirin toiminnoissa (kuvio 9).



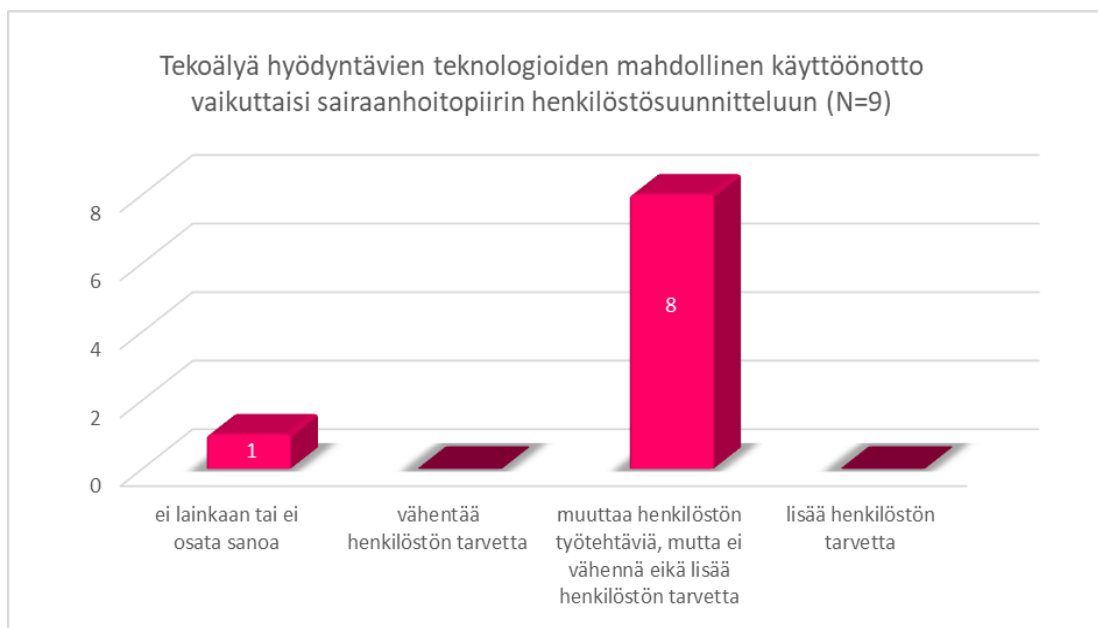
Kuvio 9. Vastaukset kysymykseen, missä laajuudessa tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla voitaisiin parantaa sairaanhoitopiirin tuottavuutta.

Kun tuottavuuden parantamista koskevaan kysymykseen saatuja vastauksia vertaillaan suhteessa vastauksiin tekoälyteknologioiden hyödynnettävyydestä sairaanhoitopiirin eri toiminnoissa, voidaan tehdä seuraavia havaintoja. Ne vastaajat, jotka arvioivat tekoälyteknologiaa voitavan hyödyntää vain sassa organisaation toimintoja, olivat täysin yksimielisiä siitä, että myös tuottavuutta voitaisiin parantaa tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla vain osassa sairaanhoitopiirin toimintoja. Sen sijaan niiden vastaajien, jotka olivat edellä nähneet mahdolliseksi hyödyntää tekoälyteknologiaa suuressa osassa sairaanhoitopiirin toimintoja, käsitykset tuottavuuden kasvattamisesta hajaantuivat. 50% tämän ryhmän neljästä vastaajasta oli sitä mieltä, että mahdollisuudet tuottavuuteen ovat sassa suhteessa kuin tekoälyteknologioiden hyödynnettävyys sairaanhoitopiirien eri toiminnoissa eli tuottavuutta olisi mahdollista parantaa tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla suuressa osassa toimintoja. Yksi vastaajista oli sitä mieltä, että tuottavuutta olisi mahdollista parantaa kaikissa tai lähes kaikissa sairaanhoitopiirin toiminnoissa. Yksi vastaajista arvioi tekoälyteknologioiden parantavan sairaanhoitopiirin tuottavuutta vain osassa toimintoja (kuvio 10).



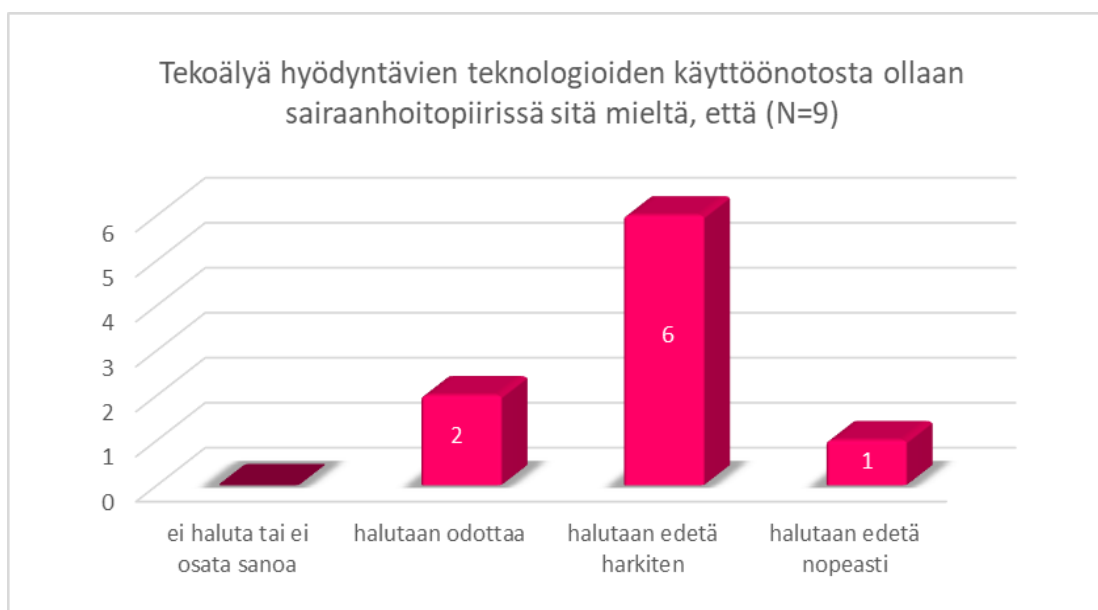
Kuvio 10. Sairaanhoitopiirin tuottavuuden parantaminen tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla suhteessa tekoälyteknologioiden hyödynnettävyyteen sairaanhoitopiirien eri toiminnoissa.

Sairaanhoitopiirien liiketoiminnallista tahtotilaa kuvaavan kysymysosion kahdella viimeisellä kysymyksellä haluttiin selvittää, miten tekoälyä hyödyntävien teknologioiden mahdollinen käyttöönotto vaikuttaisi sairaanhoitopiirien henkilöstösuunnitteluun ja millainen tahtotila sairaanhoitopiireillä on edetä tekoälyteknologioiden käyttöönotossa. Henkilöstösuunnittelua koskevassa kysymyksessä vastaaja pyydettiin arvioimaan vähentääkö, lisääkö vai muuttaako tekoälyteknologian käyttöönotto henkilöstön tarvetta. Neljäs vastausvaihtoehto oli "ei lainkaan tai ei osata sanoa". Kahdeksan yhdeksästä vastaajasta oli sitä mieltä, että tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotto ei vähentäisi eikä lisäisi henkilöstön tarvetta, mutta muuttaisi tehtävien luonnetta. Yksi vastaajista ei osannut sanoa tai arvioi, että tekoälyteknologioiden käyttöönotolla ei olisi lainkaan vaikutusta organisaation henkilöstösuunnitteluun. Kysymystä koskevat vastaukset on esitetty kuviossa 11.



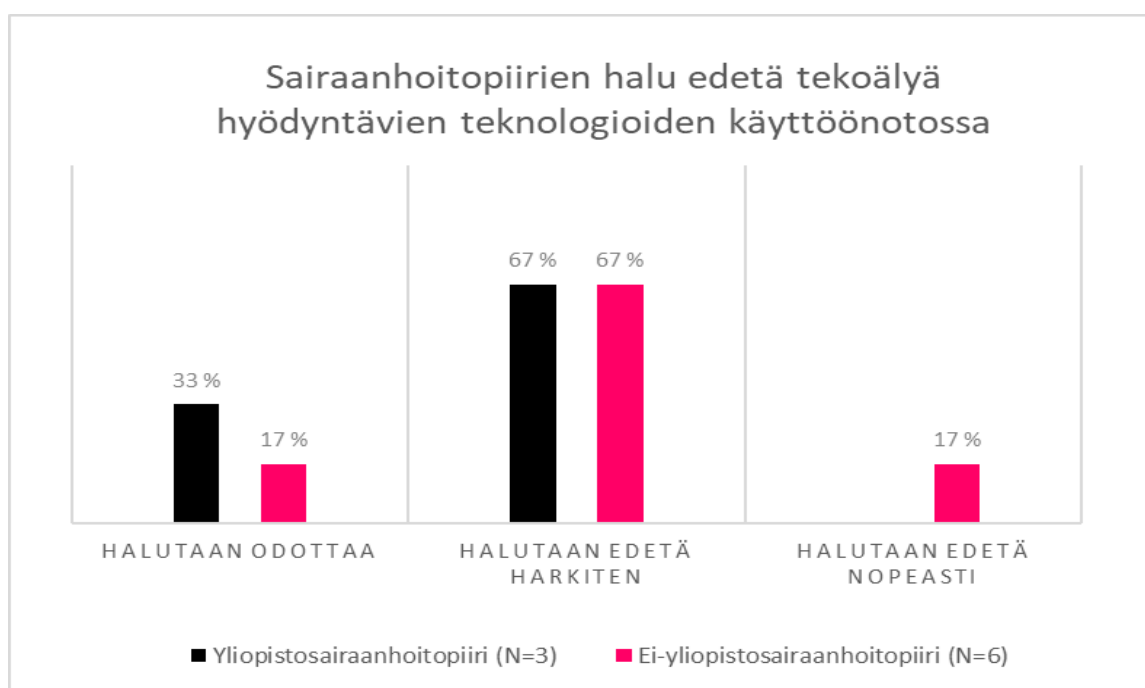
Kuvio 11. Vastaukset kysymykseen, miten tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotto vaikuttaisi vastaajaorganisaation henkilöstösuunnitteluun.

Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönottohalukkuutta kartoitettiin kysymyksellä, johon oli annettu neljä vaihtoehtoista vastausta ja joista vastaajan tuli valita sairaanhoitopiirin tahtotilaa parhaiten kuvaava vaihtoehto. Vaihtoehdot olivat: ei haluta tai ei osata sanoa, halutaan odottaa, halutaan edetä harkiten tai halutaan edetä nopeasti. Enemmistö eli kuusi yhdeksästä vastaajasta ilmoitti, että asiassa halutaan edetä harkiten. Kaksi vastaajaa valitsi vaihtoehdon ”halutaan odottaa” ja yksi vastaaja kertoi, että tekoälyteknologioiden käyttöönotossa halutaan edetä nopeasti (kuvio 12).



Kuvio 12. Vastaukset kysymykseen, millainen tahtotila sairaanhoitopiirissä on tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotolle.

Kuviossa 13 sairaanhoitopiirien vastaukset tekoälyteknologioiden käyttööntöhalukkuudesta on ryhmitelty yliopistosairaanhoitopiireihin (N=3) ja ei-yliopistosairaanhoitopiireihin (N=6). Keskinäisen vertailun mahdollistamiseksi vastausmäärät on muutettu prosenttiosuuksiksi. Vastausten perusteella suurin osa sairaanhoitopiireistä haluaa edetä harkiten tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttööntössä riipumatta siitä, onko kyseessä yliopistosairaanhoitopiiri vai ei-yliopistosairaanhoitopiiri. Yliopistosairaanhoitopiirien vastauksissa halu odottaa on suurempi kuin ei-yliopistosairaanhoitopiirien kohdalla. Yksikään yliopistosairaanhoitopiiri ei myöskään ilmaissut halua edetä tekoälyteknologioiden käyttööntössä nopeasti, kun taas ei-yliopistosairaanhoitopiirejä edustavassa vastausryhmässä osa halusi nopeaa etenemistä asiassa. Tosin pienestä vastausmäärästä johtuen tulokset ovat tältä osin vain suuntaa antavia.

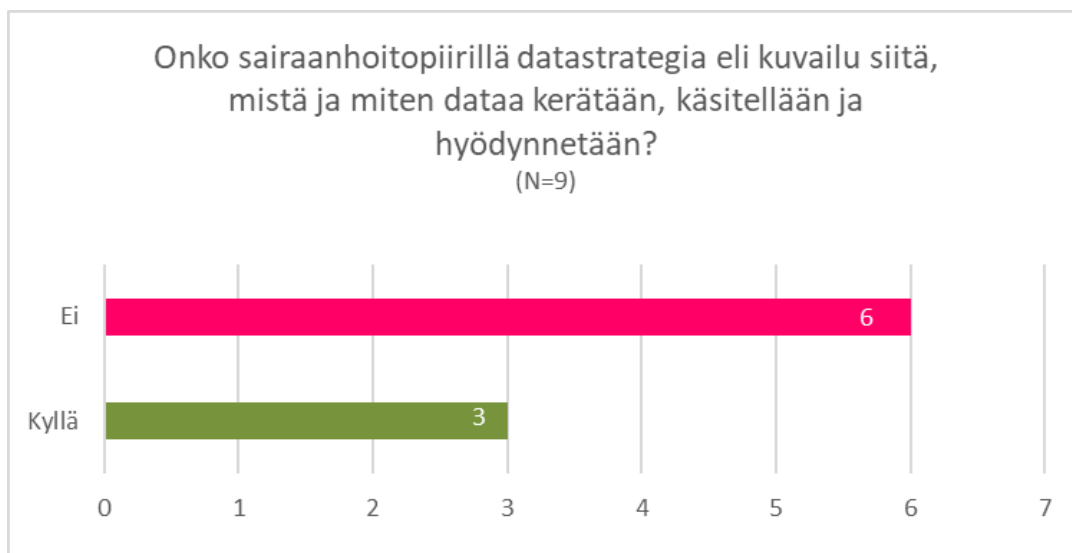


Kuvio 13. Tekoälyteknologioiden käyttööntöhalukkuus yliopistosairaanhoitopiireissä ja ei-yliopistosairaanhoitopiireissä.

4.3 Tekoälyä hyödyntävien ratkaisujen käyttö ja kokeilut sairaanhoitopiireissä

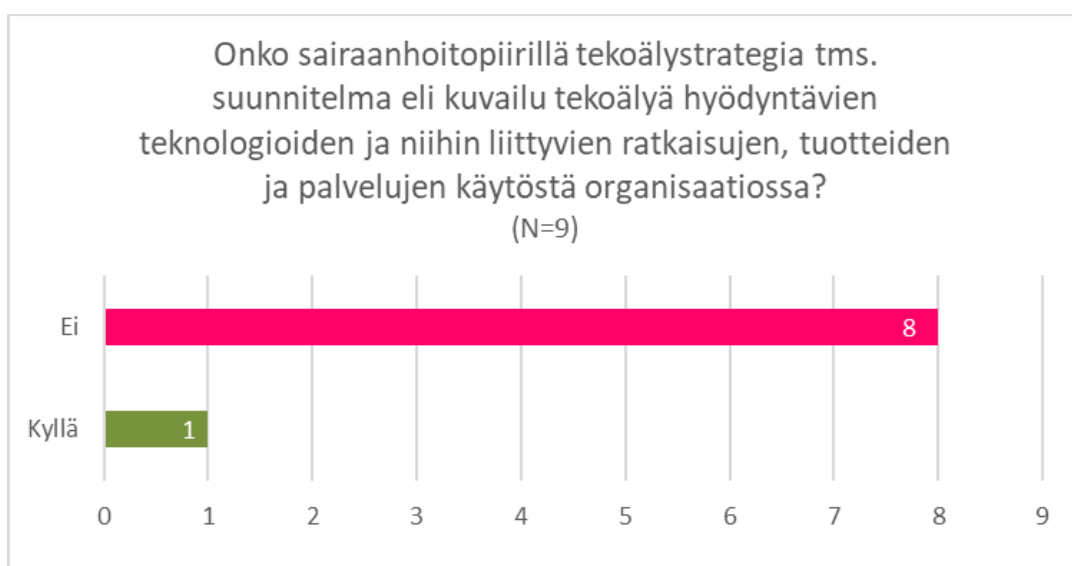
Kyselyn toisessa osiossa haluttiin selvittää sairaanhoitopiirien nykytilaa tekoälyä hyödyntävien teknologioiden osalta. Kysymyksillä haettiin vastauksia muun muassa siihen, onko sairaanhoitopiireillä ollut kokeilussa tai käytössä tekoälyteknologiaa, ja millaisia hyötyodotuksia vastaajaorganisaatioilla on niihin liittyen. Lisäksi vastaajia pyydettiin arvioimaan, miten tekoälyteknologioiden kokeilusta tai käytöstä saadut kokemukset ja hyödyt ovat vastanneet organisaation omiin odotuksiin.

KysymysoSION alussa vastaajilta tiedusteltiin, onko vastaajaorganisaatiolla datastrategia eli kuvailu siitä, mistä ja miten dataa kerätään, miten sitä käsitellään ja hyödynnetään. Vastausvaihtoehtoina oli annettu kyllä tai ei. Yhdeksästä vastaajasta vain kolmasosa (3 vastaajaa) ilmoitti, että heidän edustamallaan organisaatiolla on datastrategia (kuvio 14).



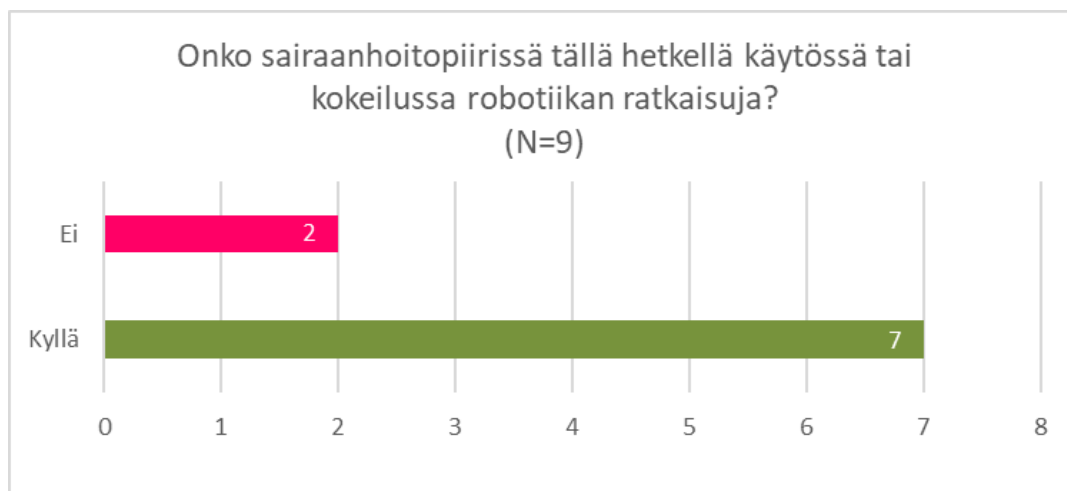
Kuvio 14. Vastaukset kysymykseen, onko sairaanhoitopiirillä datastrategia.

Seuraavaksi vastaajilta kysyttiin, onko heidän edustamassaan sairaanhoitopiirissä laadittu niin kutsuttu tekoälystrategia tai muu vastaava suunnitelma, jonka avulla he ovat kuvailleet tekoälyä hyödyntävien ja niihin liittyvien ratkaisujen, tuotteiden ja palvelujen käyttöä organisaatiossa. Annetut vastausvaihtoehdot olivat tässäkin kysymyksessä kyllä tai ei. Yhdeksästä vastajasta ainoastaan yksi kertoi heillä olevan tekoälystrategia tai muu vastaava suunnitelma (kuvio 15).



Kuvio 15. Vastaukset kysymykseen, onko sairaanhoitopiirillä tekoälystrategia.

Suunnitelmallisuutta taustoittavien kysymysten jälkeen vastaajia pyydettiin kertomaan tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käytöstä tai kokeiluista. Ensiksi haluttiin selvittää, millaisista ihmistyön korvaavista automaatoratkaisuista sairaanhoitopiireillä on kokemuksia. Seitsemän vastaajaa yhdeksästä kertoi, että heillä on tällä hetkellä käytössä tai kokeilussa joku robotiikan ratkaisu (kuvio 16).



Kuvio 16. Vastaukset kysymykseen, onko sairaanhoitopiirissä vastaushetkellä käytössä tai kokeilussa robotiikan ratkaisuja.

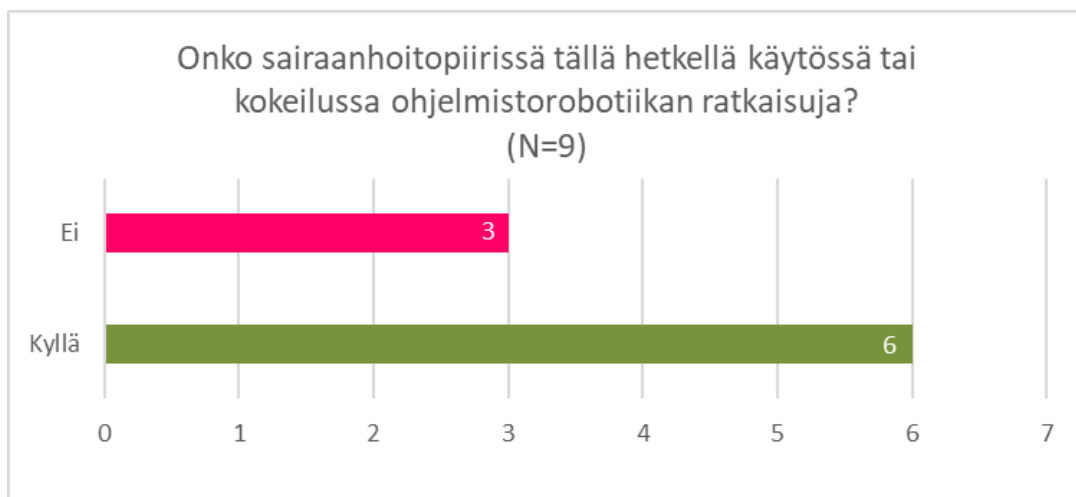
Kyllä-vastauksen antaneita vastaajia pyydettiin tarkentamaan, millaisia ja kenen toimittamia robotiikan ratkaisuja heillä on käytössä tai kokeilussa. Yksi vastasi, että *robottikokeilu oli varastossa*, mutta se ei ollut *toiminut kovin hyvin*. Toinen vastaaja kertoi heidän toteuttaneen *pieniä ohjelmistorobotiikan pilotteja yhdessä oman in-house yhtiön kanssa*. Eräs vastaaja totesi heillä olevan käytössä logistiikkaan liittyvä ratkaisu, jossa *seitsemän Aethon, TUC -merkkistä kuljetusrobotia hoitaa sairaalan sisäisiä kuljetuksia automatisoidusti*. Lisäksi yksi vastaaja kertoi, että heillä *robotiikkaa käytetään apteekissa lääkkeenjakoautomaatiossa* ja sen lisäksi organisaation *käyttövaltuushallintaa toteuttaa organisaation omistama in-house ICT-yhtiö 2M-IT Oy ja heillä on prosessin tukena robotiikkaa*.

Muita kokeilussa tai käytössä olevia robotiikan ratkaisuja vastaaja luettelivat seuraavasti:

- *Digital Force taloushallinnon aputyökalu,*
- *siivousrobotti,*
- *älylääkekaapit,*
- *puheentunnistus.*

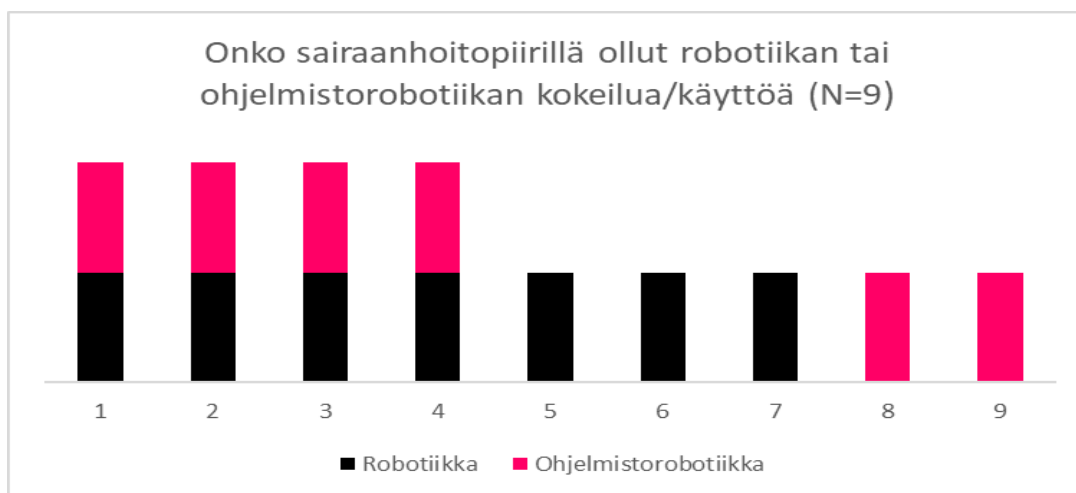
Suuressa osassa avoimia vastauksia ei kuitenkaan tarkemmin eritelty, kenen toimittajan ratkaisuja heillä on kokeilukäytössä. Yksi vastaaja arveli, että heillä on *jotain robotiikan ratkaisuja käytössä*, mutta ei osannut kuvailla asiaa tarkemmin.

Robotiikan käyttökokemuksia kartoittavan kysymyksen lisäksi vastaajia pyydettiin kertomaan, onko heillä käytössä tai kokeilussa ohjelmistorobotiikan ratkaisuja ja jos on, niin millaisia. Kysymyksen yhteydessä vastaajalle tarkennettiin, että ohjelmistorobotiikalla tarkoitetaan tekoälyn lisäämistä prosesseihin. Yhdeksästä vastaajasta kuusi kertoi, että heillä on tällä hetkellä käytössä tai kokeilussa ohjelmistorobotiikan ratkaisuja (kuvio 17).



Kuvio 17. Vastaukset kysymykseen, onko sairaanhoitopiirissä vastaushetkellä käytössä tai kokeilussa ohjelmistorobottiikan ratkaisuja.

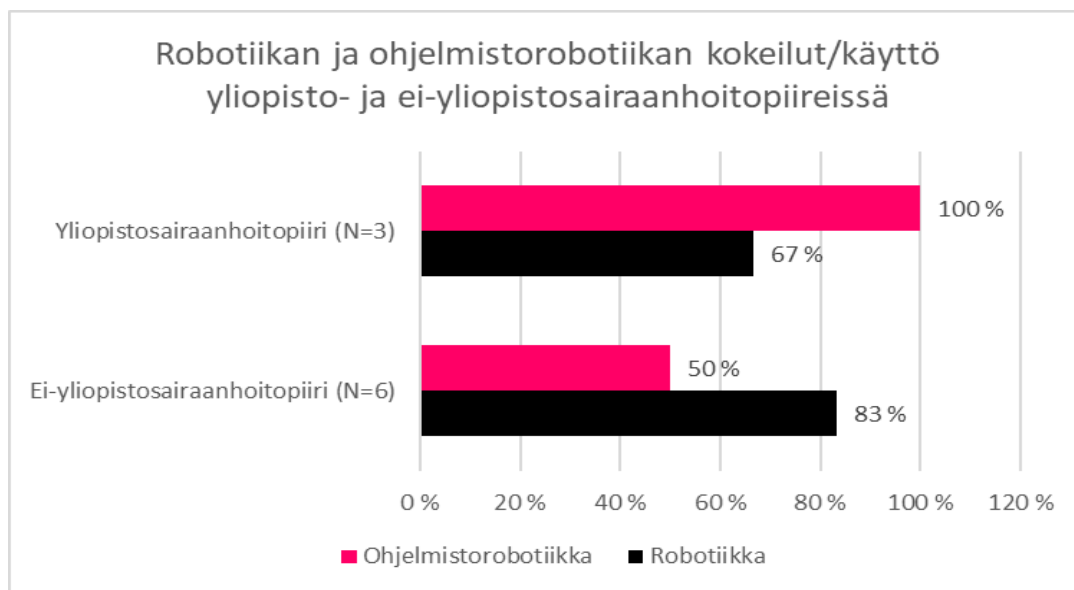
Kuviossa 18 on tarkasteltu, ovatko sairaanhoitopiirit toteuttaneet robotiikan ja ohjelmistorobottiikan kokeiluja vai ainoastaan jompaankumpaan ryhmään kuuluvia tekoälytekniikan kokeiluja. Vastauksen perusteella neljässä sairaanhoitopiirissä on ollut molempiin ryhmiin kuuluvia kokeiluja, kolmessa sairaanhoitopiirissä on toteutettu vain robotiikkaan liittyviä kokeiluja ja kahdessa sairaanhoitopiirissä kokeilut ovat kohdistuneet ohjelmistorobottiikan ratkaisuihin. Kuvion 18 avulla voidaan lisäksi päätellä, että jokainen kyselyyn vastannut sairaanhoitopiiri on toteuttanut vähintään yhden tekoälyteknologiaan perustuvan kokeilun.



Kuvio 18. Kyselyyn vastanneiden sairaanhoitopiirien robotiikkaan ja ohjelmistorobottiikkaan liittyvät kokeilut/käytöt.

Kun tekoälyteknologioiden kokeiluihin tai käyttöön liittyviä vastauksia vertaillaan yliopistosairaanhoitopiirien ja ei-yliopistosairaanhoitopiirien välillä voidaan havaita, että yliopistosairaanhoitopiireissä on toteutettu suhteessa enemmän ohjelmistorobottiikan eli prosesseihin kytketyn tekoälyn kokeiluja, kun taas ei-yliopistosairaanhoitopiireissä kokeilut ovat painottuneet enemmän robotiikkaan eli ihmistyön korvaamiseen automaatiolla. Yliopistosairaanhoitopiireistä kaikki kolme kyselyyn vastannutta kertoivat toteuttaneensa ohjelmistorobottiikan kokeiluja. Robotiikan kokeiluja oli ollut kahdella

yliopistosairaanhoitopiirillä. Ei-yliopistosairaanhoitopiireistä puolet oli toteuttanut ohjelmistorobotiikan kokeiluja ja viidellä kuudesta (83%) oli kokemusta robotiikkaan liittyvistä kokeiluista (kuvio 19).



Kuvio 19. Yliopistosairaanhoitopiirien ja ei-yliopistosairaanhoitopiirien keskinäinen vertailu robotiikan ja ohjelmistorobotiikan kokeiluista/käytöstä.

Kun vastaajia pyydettiin kertomaan tarkemmin, saatiin seuraavanlaisia vastauksia:

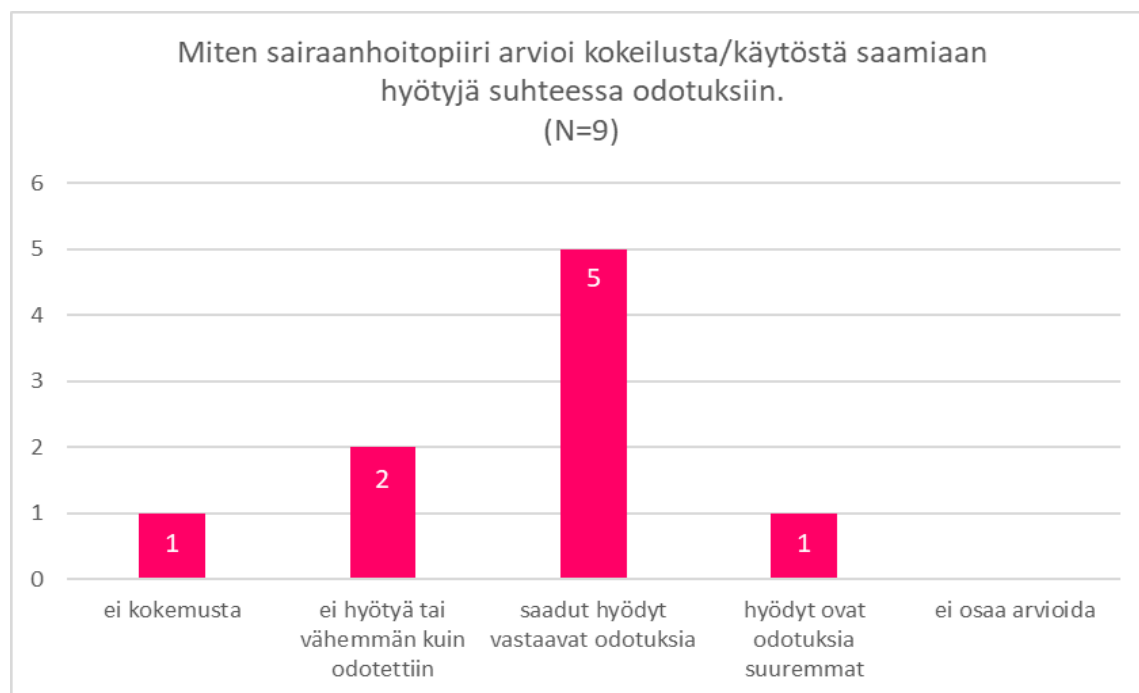
- *Kokeilussa päivystyksessä, automaattiseen tietojen syöttöön.*
- *Tuotantokäytössä käyttövaltuuksien ylläpitoa ohjelmistorobotin avulla.*
- *2M-IT:n toimittamana useita UiPath-tekniikalla toteutettuja automatisoituja prosesseja. Puheentunnistus laajenevassa käytössä.*
- *Toteutettu vuoden kestävä pilotti, jonka jälkeen on kilpailutettu käytettävä teknologia. Valittu UiPath teknologiaan pohjautuva ratkaisu.*
- *Alfame*
- *Istekin toimittamia (Istekillä sopimukset varsinaisen toimittajan kanssa). Ensimmäiset sovellukset ovat tuotantokäytössä.*

Kahdessa vastauksessa mainittu UiPath on maailman nopeimmin kasvava ohjelmistorobotiikan (RPA) teknologiayhtiö, joka tarjoaa avoimen ja laajennettavissa olevan ohjelmistorobotiikka-alustan muun muassa asiakaspalveluprosessien automatisoimiseksi. UiPath teknologiaan perustuva ohjelmistorobotti on ohjelma, joka käyttää määrättyjä ohjelmia käyttöliittymän avulla samaan tapaan kuin ihminen, mutta nopeammin ja tehokkaammin. (UiPath, 2018). Yhdessä vastauksessa mainittu Alfame puolestaan tarkoittaa Kokkolassa vuonna 2004 perustettu Alfame Systems integraatoratkaisujen kehittäjä- ja toimittajayritystä, joka mallintaa, mukauttaa ja automatisoi organisaation prosesseja muuttuvan ympäristön vaatimuksiin (Alfame, 2018.) Vastauksissa mainittiin lisäksi 2M-IT ja Istekki. Nämä ovat sairaanhoitopiirien ja kuntien omistamia osakeyhtiöitä, jotka tuottavat omistaja-asiakkailleen erilaisia informaatioteknologian ja tietotekniikan palveluja in-house periaatteella (2M-IT 2018; Istekki 2018).

Tekoälyteknologioihin liittyvien kokeilu- ja käyttökokemusten jälkeen vastaajille esitettiin avoin kysymys, millaisia hyötyjä he odottavat saavansa tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käytöstä. Kysymykseen vastasi kahdeksan vastaajaa. Saadut vastaukset on lueteltu alla:

- *Potilasturvallisuuden parantaminen, tuottavuuden parantaminen.*
- *Manuaalisen työn, syöttö- ja kirjausvirheiden väheneminen. 24/7 työskentely.*
- *Ihmistyön korvaamista automaatiolla*
- *Tukee ammattilaisen toimintaa operatiivisessa työssä. Auttaa päätöksenteossa asioissa, joissa voidaan hyödyntää datamassoja.*
- *Prosessien sujuvoituminen.*
- *Ennakoivaa hoitoa, potilasturvallisuuden parantamista, kustannusten alentamista. Hoitohenkilöstölle enemmän aikaa hoitotyöhön. Oman toiminnan parempaa ymmärtämistä.*
- *Resurssien kustannustehokkuus. Syötetyn tiedon laadun parannus, jälkikäteen tehtävien korjausten minimointi.*
- *Massiivisen datamäärän analysointi ammattilaisen päätöksenteon tueksi ja robotiikkaa puolestaan rutiininomaisten työtehtävien suorittamiseen.*

Hyötyodotusten jälkeen vastaajilta kysyttiin, kuinka he kokevat tekoälyteknologioiden kokeilusta tai käytöstä saamiaan hyötyjä suhteessa odotuksiin. Enemmistö vastaajista arvioi, että saadut hyödyt ovat olleet odotusten mukaisia. Yksi vastaaja koki, että hyödyt ovat olleet jopa odotuksia suuremmat. Kahden vastaajan mielestä hyötyjä ei saatu lainkaan tai hyödyt olivat odotettua vähäisemmät. Yksi vastaaja ilmoitti, että ei ole kokemusta asiasta.

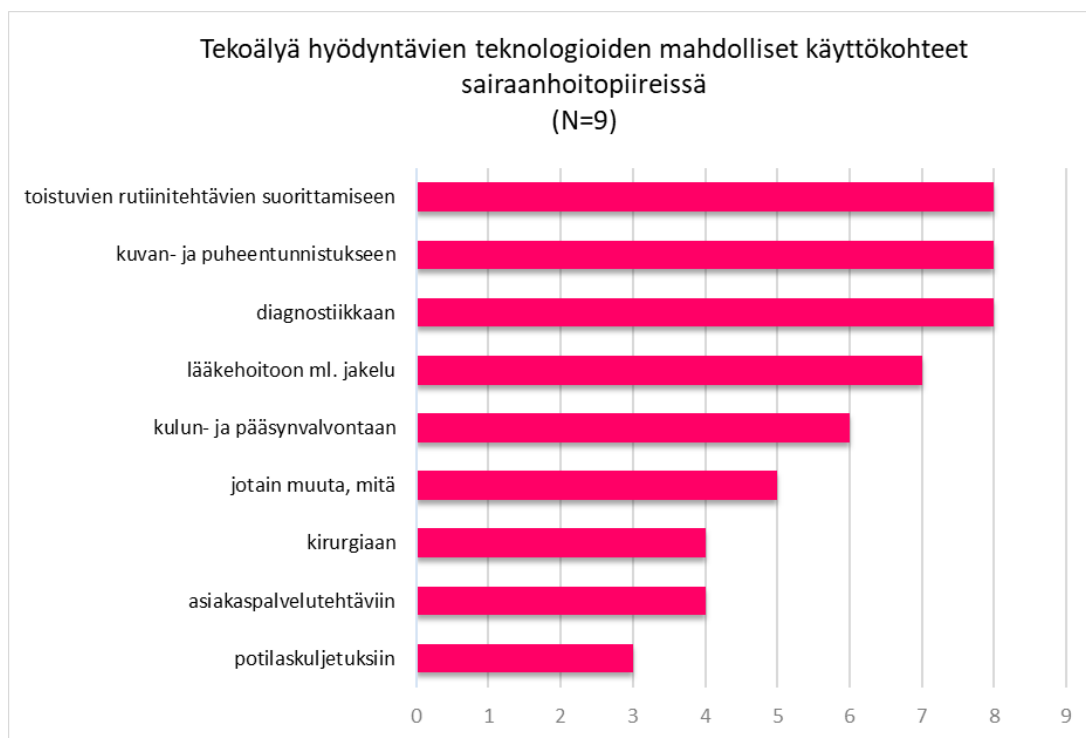


Kuvio 20. Vastaukset kysymykseen, miten vastaaja arvioi robotiikan tai ohjelmistorobotiikan kokeilusta tai käytöstä saamiaan hyötyjä suhteessa odotuksiin.

4.4 Sairaanhoidopiirien tulevaisuuden suunnitelmat ja varautuminen tekoälyteknologioiden käyttöönottoon

Kyselyn kolmannessa osuudessa pyrittiin selvittämään sairaanhoidopiirien tulevaisuuden suunnitelmia ja varautumista tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttööntämiseen. Lisäksi selvitettiin vastaajien suhtautumista ja mielipidettä tekoälyteknologioihin liittyvien väittämien avulla. Osion ensimmäinen kysymys oli monivalintakysymys, jonka avulla haluttiin saada vastaajien käsitys siitä, millaisia käyttökohteita tekoälyä hyödyntävillä teknologioilla voisi olla sairaanhoidopiireissä. Kysymyksessä oli annettu yhdeksän vastausvaihtoehtoa, joista yksi oli ”jotain muuta”. Vastaajalle annettiin ohjeeksi valita hänen mielestään sopivat vaihtoehdot. Mikäli vastaaja valitsi vaihtoehdon ”jotain muuta”, häntä pyydettiin tarkentamaan vastaustaan avoimeen tekstikenttään. Vastauksia saatiin kaikkiaan 53 kappaletta.

Annettujen vastausten perusteella eniten mahdollisia tekoälyteknologian käyttökohteita sairaanhoidopiireissä olisivat toistuvien rutiinitehtävien suorittamiseen, kuvan- ja puheentunnistukseen sekä diagnostiikkaan liittyvät tehtävät. Nämä vaihtoehdot tulivat kukin valituksi kahdeksan vastaajan toimesta. Seuraavaksi eniten vastauksia saanut käyttökohde oli lääkehoito ja siihen liittyvä lääkejakelu. Seitsemän vastaajaa valitsi tämän vaihtoehdon. Kulun- ja pääsynvalvonnan oli valinnut kuusi vastaajaa (kuvio 21).



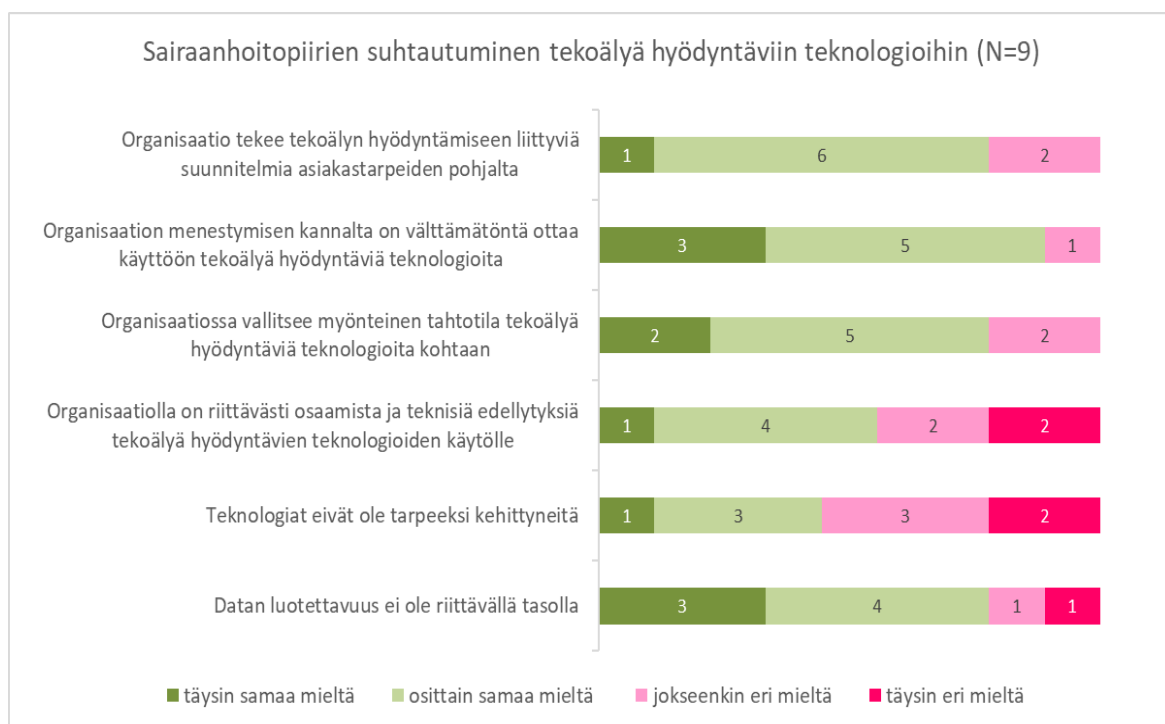
Kuvio 21. Vastaukset kysymykseen, millaisten ongelmien ja asiakastarpeiden ratkaisemiseen sairaanhoidopiiri voisi ajatella käyttävänsä tekoälyä hyödyntäviä teknologioita nyt ja/tai tulevaisuudessa.

”Jotain muuta” -vaihtoehdon valitsi viisi eli yli puolet vastaajista. He tarkensivat valintansa tarkoittavan seuraavia asioita:

- suurten datamassojen käsittely, esim. valvontamonitorien/vitaalien pitkäaikaisseuranta,

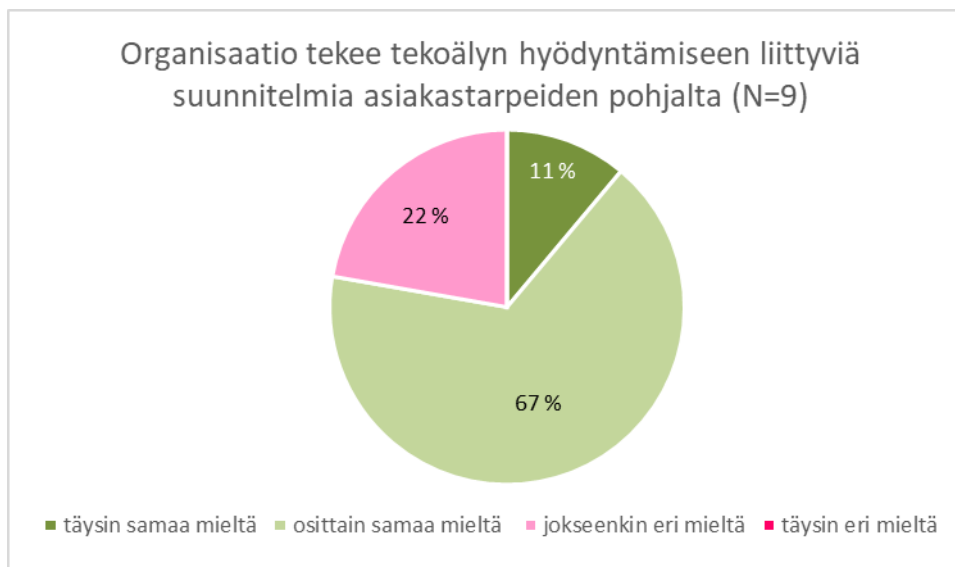
- *logistiikkaan,*
- *asiakasohjaukseen, potilaiden segmentointiin ja potilasvirtojen ennustamiseen,*
- *sovellusten käyttöliittymien parantamiseen ja*
- *data-analyysin hyödyntämiseen ennakoivassa suunnittelussa (esim. palvelurakenne, kustannukset, yms.).*

Kuviossa 22 on esitetty yhteenveto, miten sairaanhoitopiirien vastaajat arvioivat esitettyjä kuutta väittämää, jotka liittyivät eri tavoin tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin. Väittämäkohtaisten vastausten tarkempi tarkastelu käydään läpi myöhemmin tässä luvussa (katso kuviot 23-28). Yhteenvetodon avulla voidaan nähdä, että vastaajien kannanotot asioihin olivat suurelta osin samansuuntaisia. Eniten samaa mieltä oltiin tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönoton välttämättömyydestä. Vain yksi oli selvästi eri mieltä muiden vastaajien kanssa. Eniten erimielisyyttä vastaajissa herätti väittämät teknologioiden kehittyneisyydestä sekä organisaation osaamisen ja teknisten edellytysten riittävydestä.



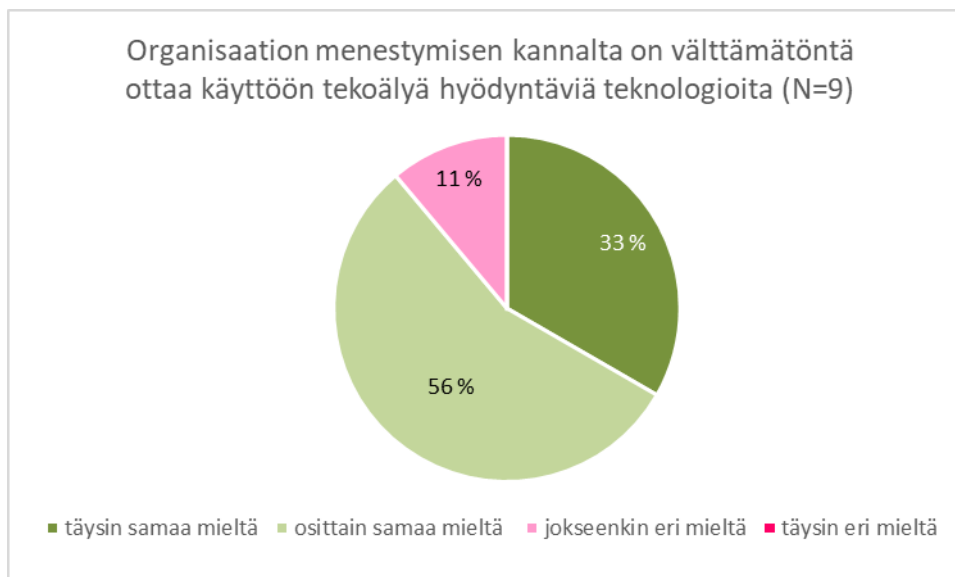
Kuvio 22. Vastaukset kysymykseen, jossa väittämien avulla kartoitettiin sairaanhoitopiirien suhtautumista tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin.

Väittämässä yksi vastaaja pyydettiin arvioimaan, tekevätkö sairaanhoitopiirit tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä suunnitelmia asiakastarpeiden pohjalta. Vastaukset on esitetty suhteellisina osuuksina kuviossa 23. Tulosten perusteella 11% sairaanhoitopiirien vastaajista oli sitä mieltä, että suunnitelmat perustuvat täysin asiakastarpeisiin. Valtaosa vastaajista (67%) oli osittain sitä mieltä, että tekoälyn hyödyntämiseen liittyvät suunnitelmat pohjautuvat asiakastarpeisiin. Loput kysymykseen vastanneista (22%) olivat jokseenkin eri mieltä siitä, tehdäänkö sairaanhoitopiirin tekoälyn hyödyntämiseen liittyvät suunnitelmat asiakastarpeiden pohjalta.



Kuvio 23. Vastaukset väittämään, sairaanhoitopiiri tekee tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä suunnitelmia asiakastarpeiden pohjalta.

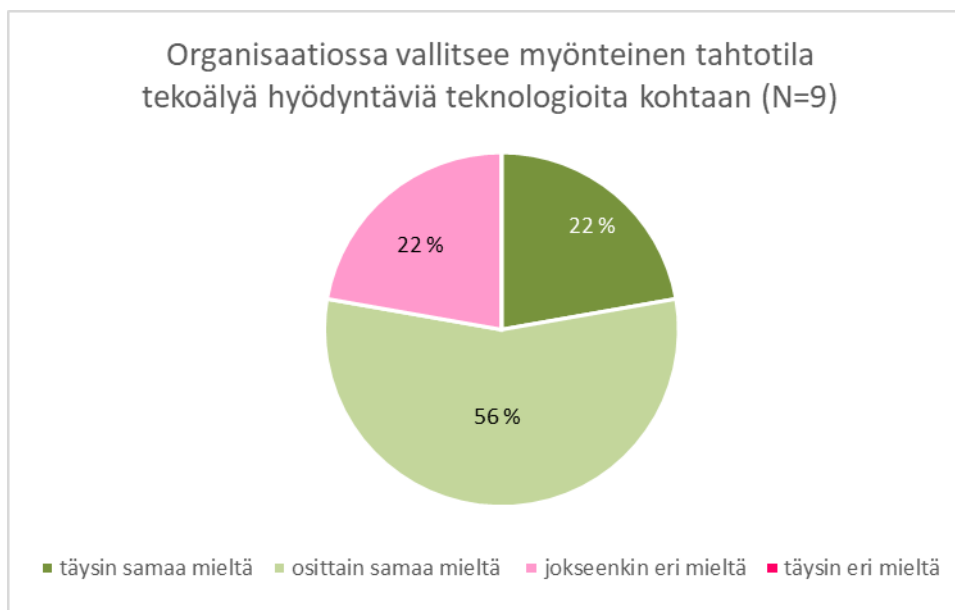
Kun vastaajilta kysyttiin, onko tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotto välttämätöntä sairaanhoitopiirin menestymisen kannalta, vastaajat olivat hyvin yksimielisiä asiasta (kuvio 24). 33% vastaajista oli väittämän kanssa täysin samaa mieltä ja lisäksi 56% vastaajista oli osittain samaa mieltä. Ainoastaan yksi vastaaja, joka edusti 11% kyselyyn vastanneista, oli jokseenkin eri mieltä siitä, tarvitseeko sairaanhoitopiiriin ottaa käyttöön tekoälyteknologiaa varmistakseen menestymisensä.



Kuvio 24. Vastaukset väittämään, sairaanhoitopiirin menestymisen kannalta on välttämätöntä ottaa käyttöön tekoälyä hyödyntäviä teknologioita.

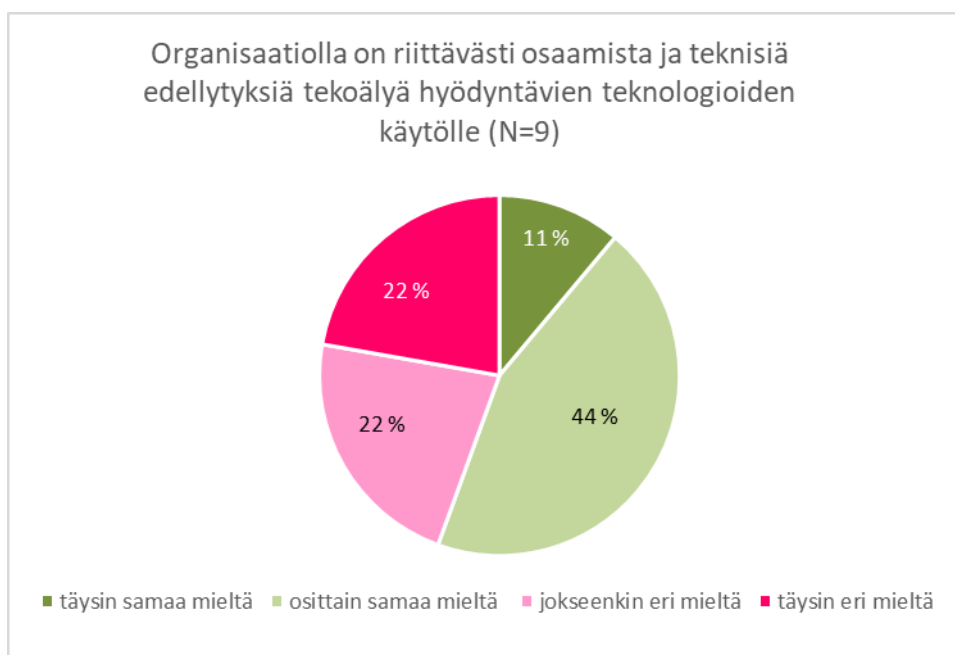
Seuraavalla väittämällä haluttiin selvittää, vallitseeko sairaanhoitopiireissä myönteinen tahtotila tekoälyä hyödyntäviä teknologioita kohtaan (kuvio 25). 78% vastaajista piti organisaationsa tahtotilaa myönteisenä; 22% vastaajista kertoi olevansa täysin samaa mieltä ja 56% oli osittain samaa mieltä.

Loput vastaajista (22%) olivat jokseenkin eri mieltä siitä, onko sairaanhoitopiirin tahtotila tekoälyteknologioita kohtaan myönteinen.



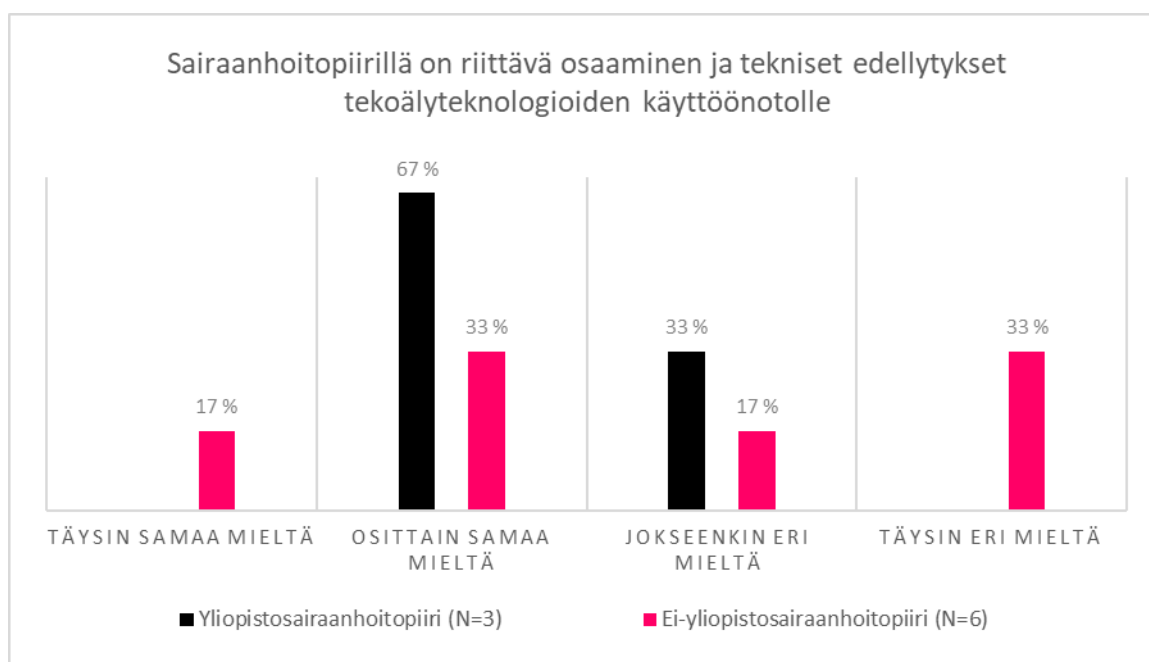
Kuvio 25. Vastaukset väittämään, sairaanhoitopiirissä vallitsee myönteinen tahtotila tekoälyä hyödyntäviä teknologioita kohtaan.

Seuraavaksi vastaajia pyydettiin arvioimaan, onko sairaanhoitopiireillä riittävästi osaamista ja teknisiä edellytyksiä tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttööntolle ja käytölle (kuvio 26). Ainoastaan yksi vastaajista (11%) oli täysin sitä mieltä, että sairaanhoitopiirin osaaminen ja tekniset edellytykset ovat riittävällä tasolla. 44% vastaajista oli jokseenkin samaa mieltä osaamisen ja teknisten edellytysten riittävydestä.



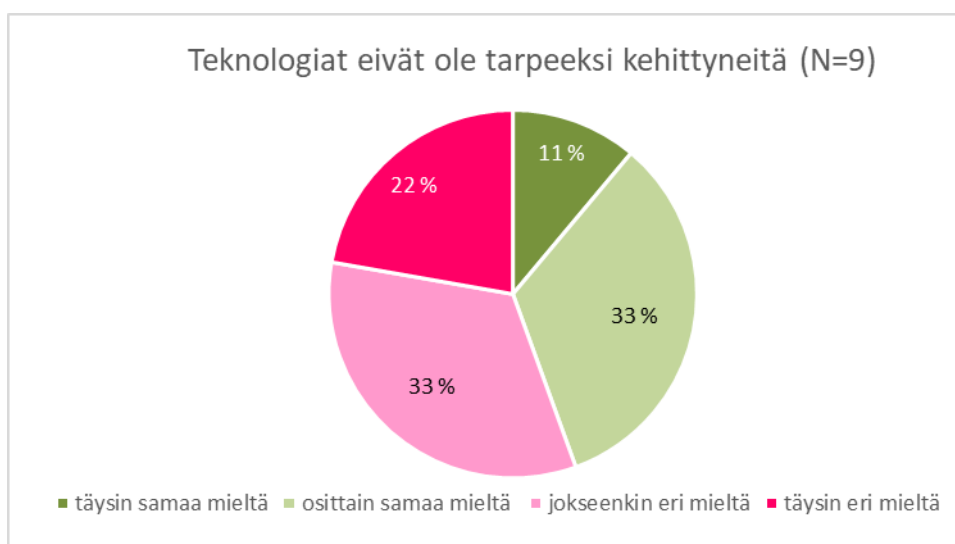
Kuvio 26. Kaikki vastaukset väittämään sairaanhoitopiirillä on riittävästi osaamista ja teknisiä edellytyksiä ottaa tekoälyä hyödyntäviä teknologioita käyttöön.

Koska osaamista ja teknisten edellytysten riittävyyttä koskevan väittämän kohdalla vastauksissa oli havaittavissa selvää hajontaa, haluttiin selvittää, onko väittämään annetuissa vastauksissa eroja sen suhteen, vastasiko vastaaja yliopistosairaanhoidopiiriin vai ei-yliopistosairaanhoidopiiriin edustajana (kuvio 27). Tuloksista on pääteltävissä, että ei-yliopistosairaanhoidopiiriin edustajana vastanneiden arviot oman organisaation tekoälyteknologiaan liittyvästä osaamisesta ja teknisistä edellytyksistä hajaantuivat kahtia. Puolet ryhmän vastaajista oli sitä mieltä, että osaaminen ja tekniset edellytykset ovat täysin riittävät (17%) tai osittain riittävät (33%). Toinen puolikas vastaajista taas piti sairaanhoidopiiriin osaamista ja teknisiä edellytyksiä täysin (33%) tai osittain (17%) riittämättöminä. Yliopistosairaanhoidopiiriin vastaajaryhmässä enemmistö vastaajista (67%) oli osittain sitä mieltä, että organisaation osaaminen ja tekniset edellytykset ovat riittävät tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotolle. Yksi vastaajista (33%) oli jokseenkin eri mieltä asiasta.



Kuvio 27. Erot yliopisto- ja ei-yliopistosairaanhoidopiirien vastaajien näkemyksissä koskien tekoälyteknologioiden tarvitsemaa osaamista ja teknisten edellytysten riittävyyttä.

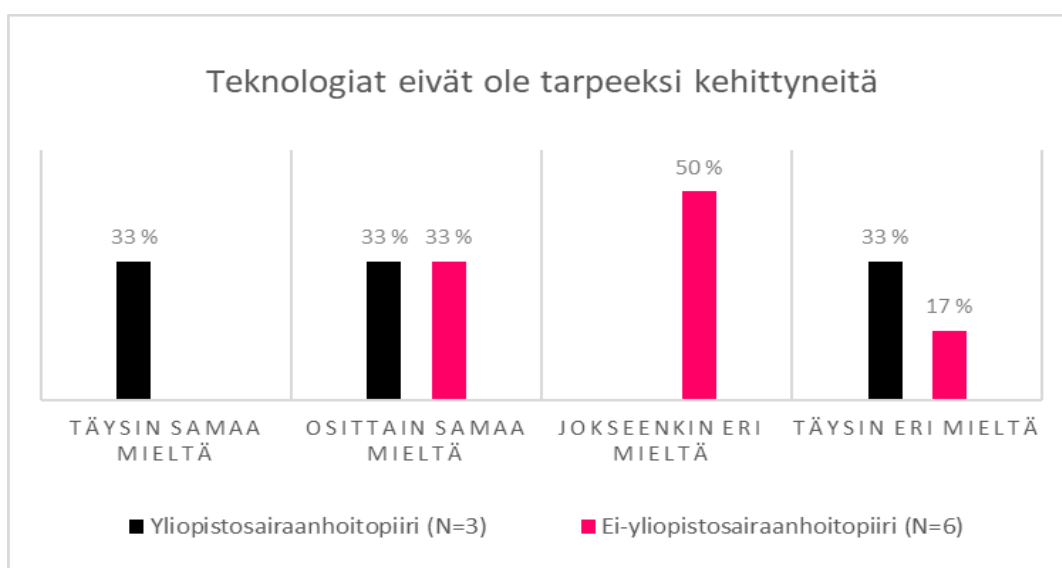
Seuraavan väittämän kohdalla vastaajat arvioivat, ovatko tekoälyyn liittyvät teknologiat tarpeeksi kehittyneitä (kuvio 28). Vastauksissa oli nähtävissä selvää hajontaa. Lisäksi väittämän ”teknologiat eivät ole tarpeeksi kehittyneitä” kohdalla vastaajat olivat eniten eri mieltä, kun vastauksia verrataan muihin kysymyksessä esitettyihin väittämiin. Yli puolet vastaajista arvioi, että väittämä teknologioiden riittämättömyydestä ei pidä paikkaansa. 22% vastaajista oli täysin sitä mieltä, että väittämä on väärin ja teknologiat ovat tarpeeksi kehittyneitä. 33% arvioi, että väittämä ei jokseenkaan pidä paikkaansa ja teknologioiden kehittyneisyys on riittävää. Sen sijaan 11% vastaajista oli täysin samaa mieltä siitä, että väittämä pitää paikkansa ja teknologiat eivät ole tarpeeksi kehittyneitä. Loput 33% vastaajista arvioi, että väittämä teknologioiden kehittämättömyydestä pitää osittain paikkansa ja teknologioissa on vielä kehittymisen varaa.



Kuvio 28. Kaikki vastaukset väittämään, teknologiat eivät ole tarpeeksi kehittyneitä.

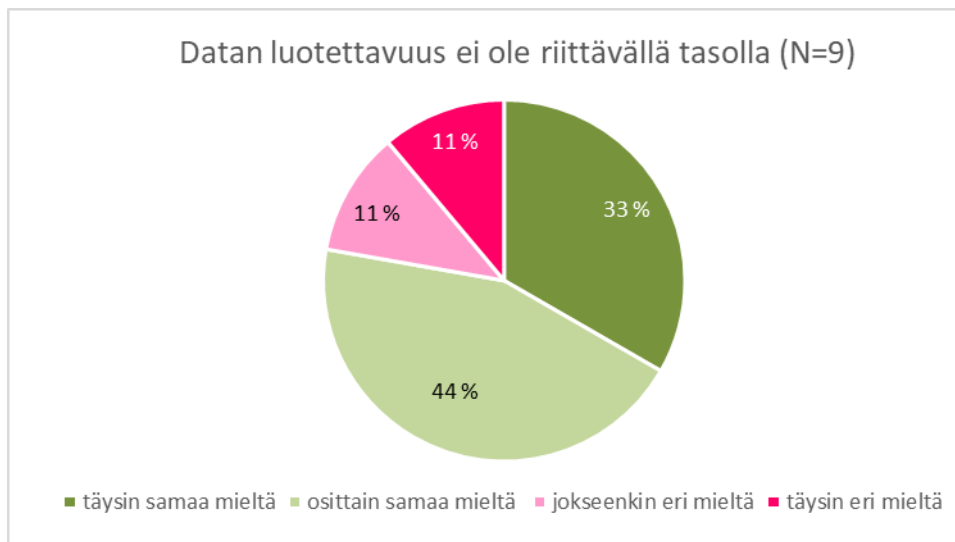
Teknologioiden kehittyneisyyttä koskevien tulosten ryhmittely yliopistosairaanhoidopiirien ja ei-yliopistosairaanhoidopiirien vastauksiin osoittaa, että yliopistosairaanhoidopiirien vastaajat olivat vahvemmin sitä mieltä, että teknologiat eivät ole tarpeeksi kehittyneitä (kuvio 29). Poikkeuksena yksi yliopistosairaanhoidopiirin vastaaja, joka arvioi teknologiat riittävän kehittyneiksi. Kaikilla kyselyyn vastanneilla yliopistosairaanhoidopiireillä oli kertomansa mukaan (kuvio 19, s. 44) ollut tekoälyteknologioihin liittyviä kokeiluja, joten näkemysten hajaantuminen teknologioiden kehittyneisyyttä koskevassa kysymyksessä saatta olla seurausta kokeiluista saaduista kokemuksista.

Ei-yliopistosairaanhoidopiirien vastaajista selvä enemmistö (67%) oli sitä mieltä, että väittämä ei pidä paikkaansa ja teknologiat ovat riittävän kehittyneitä. 33% ei-yliopistosairaanhoidopiiri -ryhmään kuuluneista vastaajista kuitenkin arvioi, että väittämä pitää osittain paikkansa eivätkä teknologiat vielä ole tarpeeksi kehittyneitä.



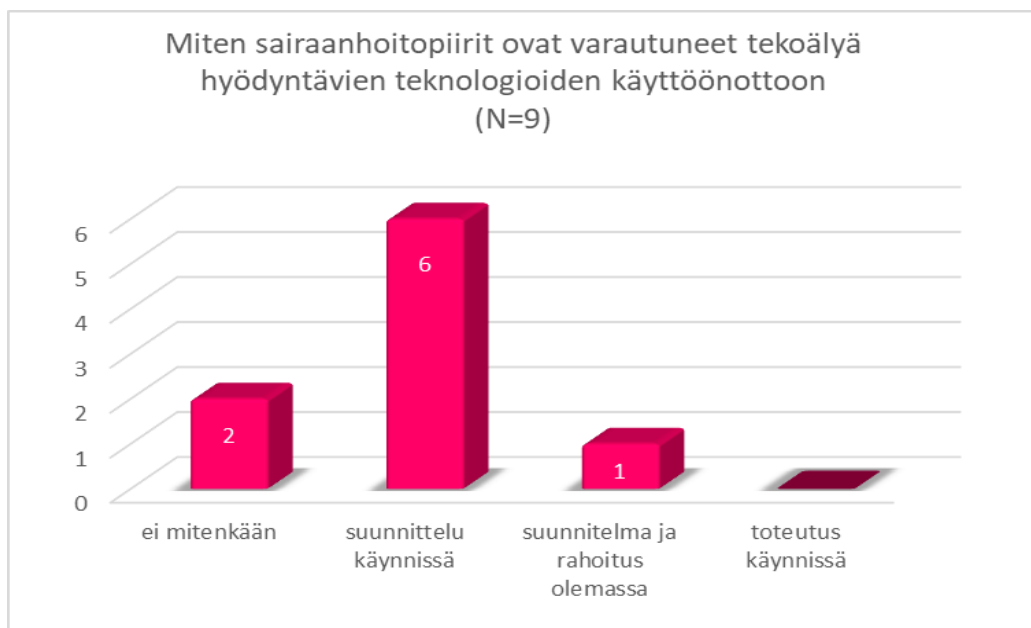
Kuvio 29. Erot yliopisto- ja ei-yliopistosairaanhoidopiirien vastaajien näkemyksissä koskien väittämää teknologiat eivät ole tarpeeksi kehittyneitä.

Vastaajia pyydettiin seuraavaksi arvioimaan datan luotettavuutta (kuvio 30). Heille esitettiin väittämä ”datan luotettavuus ei ole riittävällä tasolla”. Vastaajista 77% oli sitä mieltä, että väittämä pitää paikkansa; 33% vastaajista oli täysin samaa mieltä ja 44% osittain samaa mieltä. Loput 22% vastaajista arvioivat, että väittämä ei pidä paikkaansa, ja että datan luotettavuus on riittävällä tai jokseenkin riittävällä tasolla.



Kuvio 30. Vastaukset väittämään datan luotettavuus ei ole riittävällä tasolla.

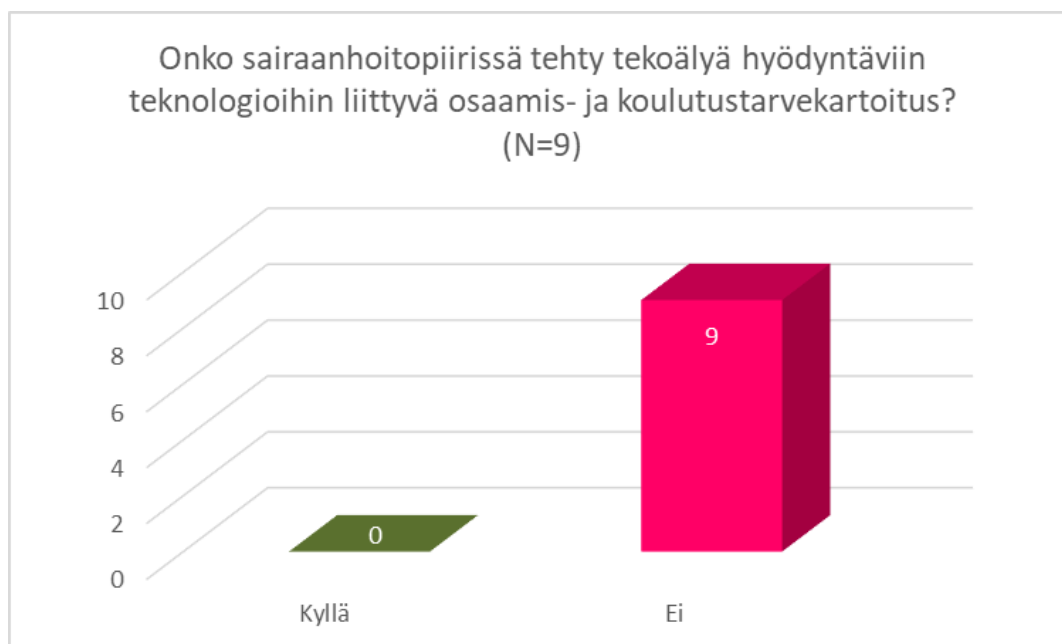
KysymysoSION kolme lopuksi vastaajia pyydettiin kertomaan, miten he ovat sairaanhoitopiireissä varautuneet tekoälyä hyödyntävien teknologioiden hankkimiseen, kehittämiseen ja käyttöönottoon. Aluksi haluttiin selvittää, kuinka sairaanhoitopiirit aikovat tekoälyteknologioiden käyttöönottoissa edetä. Vastaajille annettiin neljä vaihtoehtoista vastausta: ei mitenkään, suunnittelu käynnissä, suunnitelma ja rahoitus olemassa tai toteutus käynnissä, joista vastaajan tuli valita sopivin. Vastaukset on esitetty kuviossa 31.



Kuvio 31. Vastaukset kysymykseen, miten sairaanhoitopiirit ovat varautuneet keinoälyn/hyvinvointirobotiikan käyttöönottoon.

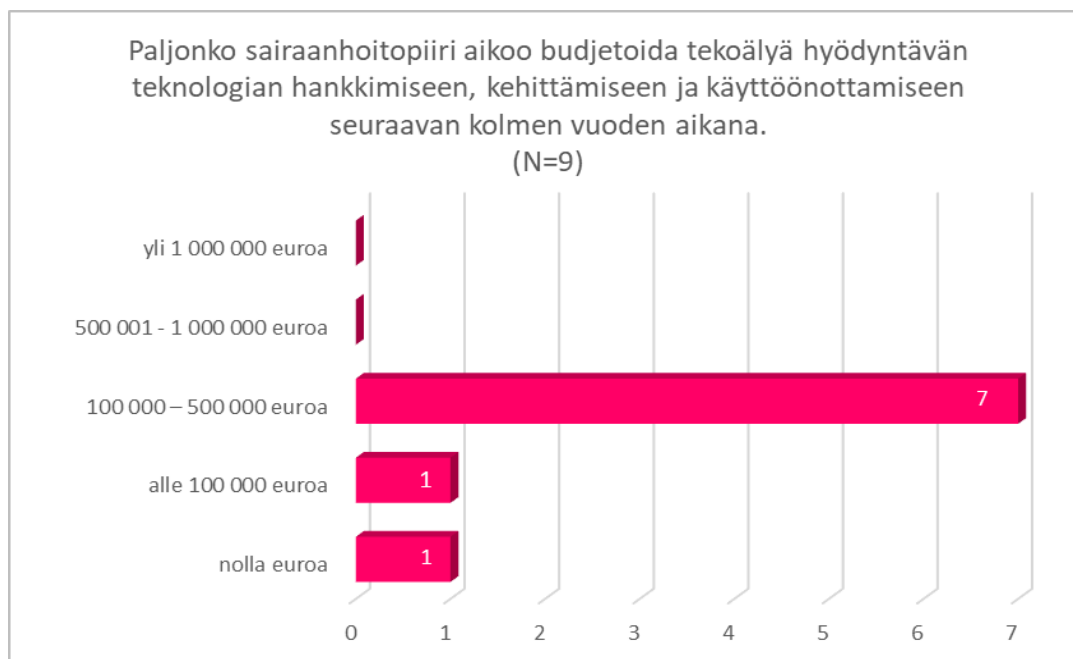
Vastausten perusteella yhdeksästä kyselyyn vastanneesta sairaanhoitopiiristä kuudella oli suunnittelu käynnissä. Yksi kertoi, että heillä on suunnitelma ja rahoitus olemassa. Loput kaksi vastasivat, että eivät varsinaisesti ole mitenkään varautuneet tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönottoon.

Koska tekoälyteknologioiden käyttöönottoon saattaa liittyä uudenlaisia osaamisvaatimuksia ja koulutustarpeita, haluttiin tietää, ovatko sairaanhoitopiirit selvittäneet, millaisia osaamis- ja koulutustarpeita he ovat tunnistaneeet. Vastaajilta kysyttiin ensin, onko heidän edustamissaan sairaanhoitopiirissä tehty tekoälyteknologioihin liittyviä osaamis- ja koulutustarvekartoituksia. Annetut vastausvaihtoehdot olivat kyllä tai ei. Kyllä-vastauksen antavia pyydettiin lisäksi tarkentamaan vastaustaan avoimeen tekstikenttään. Kaikki yhdeksän kyselyyn osallistunutta sairaanhoitopiiriä vastasivat osaamis- ja koulutustarvekartoitusta koskevaan kysymykseen ”ei”, joten tarkempaa tietoa asiaan liittyvistä tarpeista ei tämän kyselyn avulla saatu (kuvio 32).



Kuvio 32. Vastaukset kysymykseen, onko sairaanhoitopiirissä tehty tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin liittyvä osaamis- ja koulutustarvekartoitus.

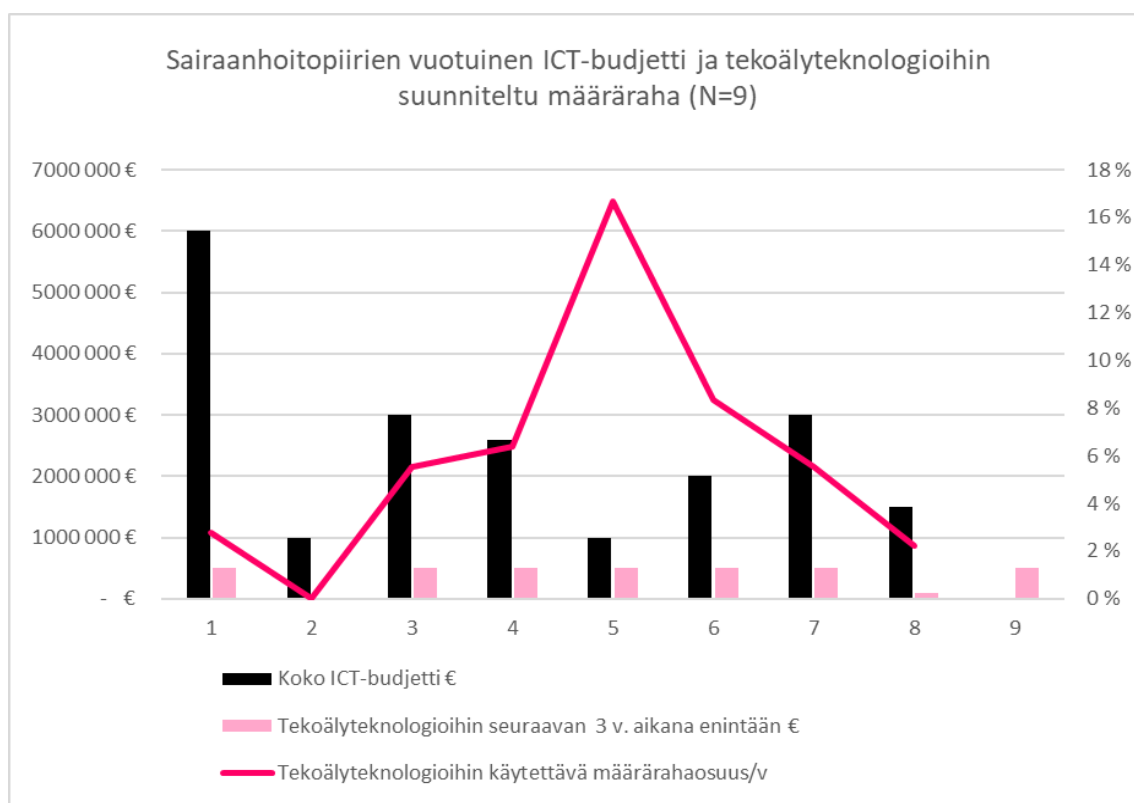
Seuraavaksi mielenkiinto kohdistui siihen, miten sairaanhoitopiirit ovat varautuneet budjeteissaan tekoälyä hyödyttävän teknologian hankkimiseen, kehittämiseen ja käyttöönottamiseen seuraavien kolmen vuoden aikana. Kysymyksessä vastaajille annettiin viisi vastausvaihtoehtoa, joita tämän tuli valita sopivin. Annetut vastausvaihtoehdot ja saadut vastaukset on esitetty kuviossa 33. Seitsemän yhdeksästä vastaajasta valitsi vaihtoehdon 100 000 – 500 000 euroa. Vuositasolle laskettuna se tarkoittaisi keskimäärin reilut 80 000 euroa/vuosi. Yksi vastaaja kertoi, että he ovat varautuneet käyttämään tekoälyteknologioihin yhteensä alle 100 000 euroa seuraavien kolmen vuoden aikana ja yksi vastaaja totesi, että heidän sairaanhoitopiirissään tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin ei olla lähivuosina investoimassa lainkaan.



Kuvio 33. Vastaukset kysymykseen, paljonko sairaanhoitopiiri aikoo budjetoida tekoälyä hyödyntävän teknologian hankkimiseen, kehittämiseen ja käyttöönottamiseen seuraavan kolmen vuoden aikana.

Jotta edellisen kysymyksen vastauksissa ilmoitettuja lukuja voidaan arvioida, tuli ne suhteuttaa kyselyyn vastanneiden sairaanhoitopiirien vuotuisen teknologia- ja ICT-budjettiin. ICT-budjetin suuruutta koskavaan kysymykseen vastasi kahdeksan yhdeksästä vastaajasta. Vastausten perusteella vuotuinen teknologiaan ja ICT:n kehittämiseen suunnattu budjetti vaihtelee yhdestä kuuteen miljoonaan (kuvio 34). Kuuden miljonan budjetti oli vastaajajoukossa selkeä poikkeus. Yliopistosairaanhoitopiirien vuosibudjetit vaikuttaisivat ilmoitetun perusteella kaksi kertaa suuremmilta kuin ei-yliopistosairaanhoitopiireillä keskimäärin, mutta pienen vastaajamäärän ja molemmissa ryhmissä esiintyneiden poikkeamien takia tehtyä havaintoa ei voida yleistää.

Kun vastaajien ilmoittamat, tekoälyratkaisujen hankkimiseen, kehittämiseen ja käyttöönottoon seuraavan kolmen vuoden aikana suunnitellut määrärahat suhteutetaan vuotuisen teknologia- ja ICT-budjettiin, saadaan laskennallinen tulos, jonka mukaan sairaanhoitopiirit käyttävät keskimäärin enintään kuusi prosenttia koko organisaation teknologia- ja ICT-budjetista tekoälyteknologioiden hyödyntämiseen. Enintään siksi, että vastausvaihtoehdot oli annettu kokoluokkina ja edellä mainitun tuloksen antaneessa laskelmassa on käytetty valitun vastausvaihtoehdon suurinta lukua. Näin ollen todellinen osuus voi myös olla merkittävästi pienempi. Vastaajakohtaiset tulokset on esitetty kuviossa 34. Myös tässä osuuden laskennassa on käytetty vastausvälin suurinta lukua. Keskiarvosta poiketen yksi sairaanhoitopiiri ilmoitti varautuneensa huomattavasti muita sairaanhoitopiirejä suurempiin tekoälyteknologioiden investointeihin suhteessa organisaation ICT-budjettiin. Sen lisäksi yksi sairaanhoitopiiri ei ilmoittanut vuosibudjettiaan lainkaan, joten heidän vastaamaansa 100 000 – 500 000 euron panostusta tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin ei voitu suhteuttaa sairaanhoitopiirin teknologia- ja ICT-budjettiin.



Kuvio 34. Vastaajien ilmoittama tekoälyteknologioihin varattu määräraha suhteutettuna sairaanhoitopiirien vuotuisen ICT-budjettiin.

4.5 HyvinRobo-hanketta ja mahdollista yhteistyötä koskeva kysymysosio

Kyselyn viimeisessä osiossa haluttiin selvittää, ovatko sairaanhoitopiirit kuulleet vastaajilta tiedusteltiin, ovatko he kuulleet Itä-Suomen yliopiston, Savonia-ammattikorkeakoulun ja Savon aikuisopiston vuoden 2018 keväällä käynnistyneestä HyvinRobo-yhteishankkeesta, ja olisiko sairaanhoitopiireillä halukkuutta tehdä yhteistyötä hankkeen kanssa. Kävi ilmi, että yksikään kyselyyn vastanneista sairaanhoitopiireistä ei ollut aiemmin kuullut HyvinRobo-hankkeesta. Kuusi yhdeksästä vastaajasta kuitenkin ilmaisi halukkuutensa saada lisätietoa hankkeesta ja liittyä hankkeen jakelulistalle. Halukkaiden sairaanhoitopiirien yhtystiedot on toimitettu hankkeen projektipäällikölle Tiina Arpolalle.

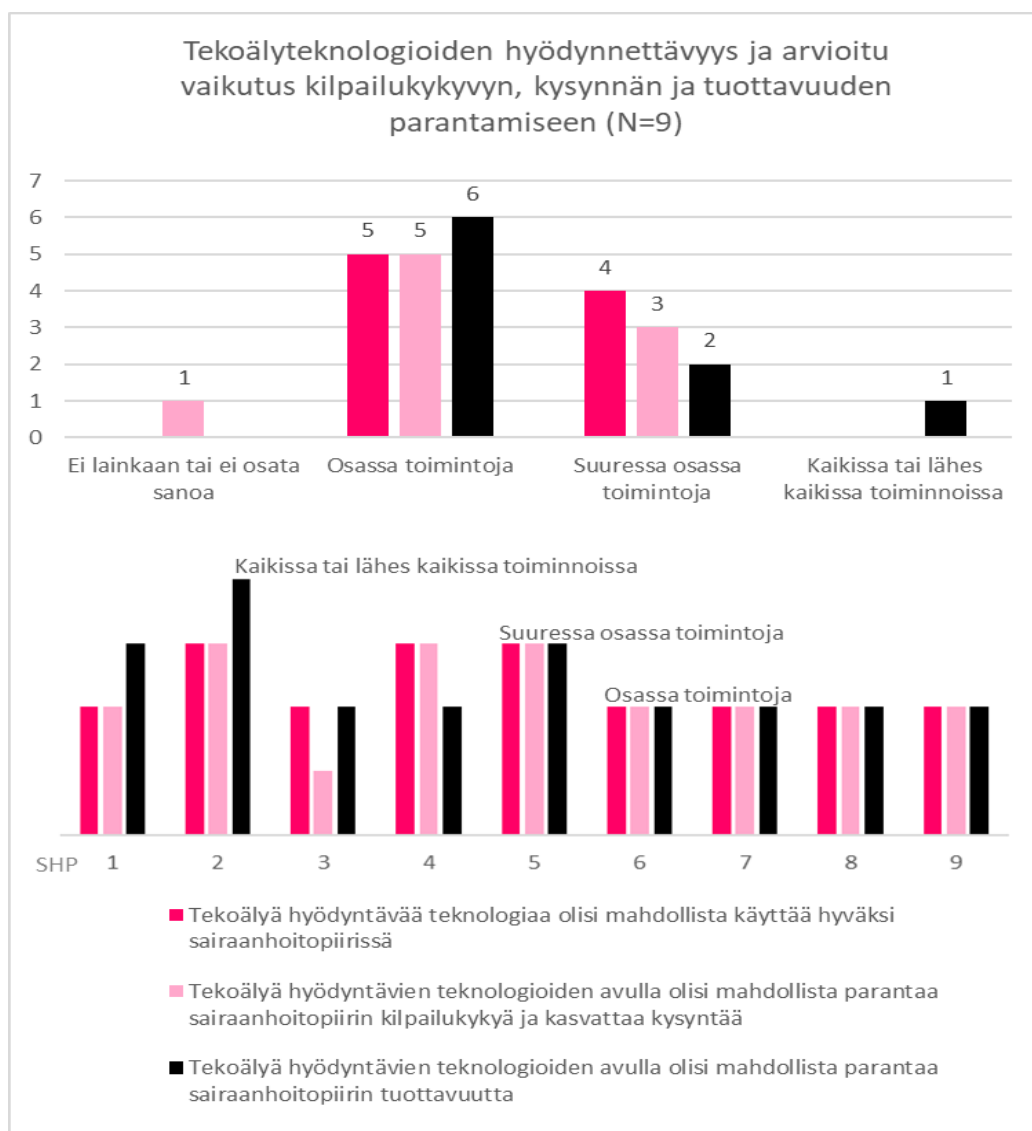
Vastaajilta tiedusteltiin lisäksi, olisiko heidän edustamansa sairaanhoitopiiri kiinnostunut keskustelemaan HyvinRobo-hankkeesta toteutettavaksi suunniteltuihin pilotteihin. Kolme vastaajaa, joista yksi sijaitsee hankkeen kanssa samalla maantieteellisellä alueella, ilmoitti, että he haluaisivat keskustella asiasta ja pyysivät hanketta esittelemään asiaan liittyviä mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja. Myös nämä tiedot on toimitettu hankkeen projektipäällikölle jatkokäsittelyä ja toimenpiteitä varten.

4.6 Havainnot ja johtopäätökset

Tarkasteltaessa kyselyn vastauksia kokonaisuutena, voidaan todeta, että vastaukset edustavat noin puolta kaikista Suomen sairaanhoitopiireistä. Yliopistosairanhoitopiireistä kyselyyn osallistui kolme viidestä eli vastausprosentti ylsi 60 prosenttiin. Ei-yliopistosairanhoitopiireistä vastauksia saatiin kuusi, mikä tarkoittaa 40 prosentin vastauskattavuutta. Erityisvastuualueittain paras

vastauksettavuus saatiin TAYS:in alueelta, jolta kyselyyn osallistui kolme neljästä sairaanhoitopiiristä. Toiseksi paras kattavuus vastauksissa saatiin KYS:in alueelta, jolta kyselyyn vastasi kolme viidestä sairaanhoitopiiristä. Tosin kaikki vastanneet olivat ei-yliopistosairaanhoitopiirejä. Lopuilta kolmelta erityisvastuualueelta saatiin ainoastaan yksi vastaus kultakin, joten vastausten alueellista vertailua ei ollut mahdollista tehdä.

Sairaanhoitopiirien liiketoiminnallista tahtotilaa kuvaavassa kysymysoiossa selvitettiin tekoälyteknologioiden hyödynnettävyyttä ja arvioitiin, missä laajuudessa niiden avulla voitaisiin parantaa sairaanhoitopiirin kilpailukykyä ja kysyntää sekä tuottavuutta. Saatujen vastausten perusteella arviot tekoälyteknologioiden hyödynnettävyydestä ovat vielä varovaisia (kuvio 35). Reilu puolet vastaajista näki hyödyt mahdollisiksi vain osassa sairaanhoitopiirin toimintoja. Noin kolmasosa vastaajista piti mahdollisena saada hyötyjä suuressa osassa sairaanhoitopiirin toimintoja. Kahta poikkeusta lukuun ottamatta vastaukset olivat keskenään samansuuntaisia. Myöskin sairaanhoitopiirikohteisesti tarkasteltuna annetut vastaukset olivat pääsääntöisesti keskenään linjassa. Vastaajien arviointiin saattaa oletettavasti vaikuttaa tekoälyteknologioihin liittyvä ymmärrys sekä robotiikan ja ohjelmistorobotiikan kokeiluista saadut kokemukset.



Kuvio 35. Yhteenveto tekoälyteknologioiden hyödynnettävyydestä sairaanhoitopiireissä.

Varovaisuudesta viestivät myös sairaanhoitopiirien vastaukset etenemistä ja henkilöstösuunnittelua koskeviin kysymyksiin. Yhtä kyselyyn vastannutta sairaanhoitopiiriä lukuun ottamatta kaikki muut haluavat edetä tekoälyteknologioiden käyttöönotossa harkiten tai odottaa. Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotto muuttaisi vastaajien mielestä henkilöstön tehtäviä, mutta ei vähentäisi eikä lisäisi ihmisten tarvetta. Oletettavasti henkilöstön vähentämiseen liittyvät toimenpiteet nähdään hankalina, sillä esimerkiksi robotiikan määritelmässä puhutaan ihmistyön korvaamisesta automaation avulla ja sen pohjalta voisi olettaa, että tekoälyteknologian käyttö vapauttaa henkilöresursseja. Kysymys kuuluukin, mihin nämä vapautuvat resurssit voitaisiin ohjata. Tulosten käsittely jää tässä kohtaa kuitenkin vajaaksi, sillä vastaajilta ei pyydetty kyselyssä tarkempaa kuvausta siitä, miten henkilöstön tehtävien luonne heidän mielestään muuttuisi tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönottamisen myötä.

Tekoälyä hyödyntävä teknologia tarkoittaa vastaajien mielestä ensisijaisesti älyn lisäämistä prosesseihin eli ohjelmistorobotiikkaa, niin kuin se oli tässä työssä määritelty, sekä ihmistyön korvaamista automaatiolla, jota tässä työssä robotiikaksi kutsutaan. Neljä vastaajaa nosti esille myös palvelurobotiikan yhtenä tekoälyä hyödyntävänä teknologiana, mutta tekoälykokeiluihin liittyvissä kuvailuosuuksissa palvelurobotiikkaan ei suoranaisesti viitannut kukaan. Palvelurobotiikaksi tässä työssä ymmärretään ei-teollinen robotiikan osa-alue, jossa ihminen ja robotti ovat keskenään vuorovaikutuksessa. Palvelurobotti kykenee toimimaan täysin tai osittain itsenäisesti ja sen tehtävänä on suorittaa erilaisia palveluja ihmisen hyväksi.

Datastrategian tai tekoälystrategian olemassaoloa kysyttäessä saatiin vastaukseksi, että vain kolmella kyselyyn vastanneella sairaanhoitopiirillä oli datastrategia eli kuvailu siitä, mistä ja miten dataa kerätään sekä miten sitä käsitellään ja hyödynnetään. Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden ja niihin liittyvien erilaisten ratkaisujen ja palvelujen käyttämiseen liittyvä suunnitelma eli niin kutsuttu tekoälystrategia oli vastausten mukaan vain yhdellä sairaanhoitopiirillä. Tätä voitaneen pitää osoituksena siitä, että tekoälyn tarjoamat mahdollisuudet ovat verrattain uusi asia sairaanhoitopiirien toimintaympäristössä ja niiden osalta ollaan vielä tutustumis- ja selvittelyvaiheessa. Kaikki kyselyyn vastanneet sairaanhoitopiirit olivat kuitenkin jo toteuttaneet tekoälyteknologioihin perustuvia kokeiluja ja suurin osa oli sitä mieltä, että kokeiluista saadut hyödyt ovat vastanneet odotuksia. Edellä kuvattun perusteella voidaan olettaa, että tekoälyteknologioihin liittyvät kokeilut ja kokemukset lisäävät ymmärrystä asiaa kohtaan ja suunnitelmallisen etenemisen vaihe saattaa olla hiljalleen käynnistymässä.

Arvioidessaan tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttökohteita sairaanhoitopiireissä vastaajat olivat melko yksimielisiä siitä, missä toiminnoissa tekoälyteknologiaa olisi mahdollista käyttää (taulukko 2). Ensisijaiset käyttökohteet liittyivät toistuvien rutiinitehtävien suorittamiseen, kuvan- ja puheen tunnistamiseen sekä diagnostiikkaan. Selkeitä käyttökohteita olivat myös lääkehoito mukaan lukien lääkkeiden jakelu ja kulun- ja pääsynvalvonta. Jotain muuta kohdassa vastaajat nostivat esille datamassojen käsittelyyn ja ennustamiseen liittyviä tehtäviä. Palvelurobotiikan mahdollisina käyttökohteina annetut asiakaspalvelutehtävät ja potilaskuljetus saivat vähiten kannatusta kyselyyn

osallistuneilta vastaajilta, mikä saattaa olla yhteydessä aikaisempaan havaintoon siitä, että vain osa vastaajista mielsi palvelurobotiikan tekoälyä hyödyntäväksi teknologian muodoksi.

Taulukko 2. Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden mahdolliset käyttökohteet sairaanhoitopiireissä

	Yliopistosairaanhoitopiirit			Ei-yliopistosairaanhoitopiirit					
	PPSHP	PSHP	VSSHP	Carea	EPSHP	KHSHP	KSSH	Sosteri	Siun Sote
toistuvien rutiinitehtävien suorittamiseen	x	x	x	x	x		x	x	x
kuvan- ja puheentunnistukseen	x	x	x	x	x	x	x		x
diagnostiikkaan	x	x	x	x	x		x	x	x
lääkehoitoon ml. jakelu	x	x		x	x		x	x	x
kulun- ja pääsynvalvontaan	x	x		x			x	x	x
jotain muuta, mitä			x			x	x	x	x
kirurgiaan	x			x	x		x		
asiakaspalvelutehtäviin	x	x			x	x			
potilaskuljetuksiin	x	x					x		

Sairaanhoitopiirien suhtautumista tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin selvitettiin erilaisten väittämien avulla. Tulosten perusteella on selvää, että sairaanhoitopiirit tekevät tekoälyteknologioihin kohdistuvia suunnitelmia ja valintoja enimmäkseen asiakastarpeiden pohjalta. Toisaalta, kuten aiemmin todettiin, on suunnitelmallinen eteneminen monissa kyselyyn osallistuneissa sairaanhoitopiireissä vielä varsin vähäistä, joten asiakastarpeisiin pohjautuvaa etenemistä voitaneen pitää tahtotilana. Tekoälyteknologian vahva esillä olo mediassa ja erilaiset kokeilut lupaavine tuloksineen ovat oletettavasti vaikuttaneet siihen, että kahdeksan yhdeksästä vastaajasta piti tekoälyteknologioiden käyttöönottoa sairaanhoitopiirin menestymisen kannalta välttämättömänä. Asiaan saattaa liittyä myös toimintaympäristössä vallitsevat muutospaineet ja tuottavuushaasteet muun muassa tekeillä oleva soteuudistus ja suunniteltu valinnanvapaus, jonka myötä sairaanhoitopiirit joutuisivat jatkossa kilpailemaan asiakkaistaan.

Kun vastaajia pyydettiin arvioimaan teknologioiden kehittyneisyyttä, jakaantuivat käsitykset kahtia. Viisi yhdeksästä vastaajasta piti teknologioita riittävän kehittyneinä, kun loput neljä olivat sitä mieltä, että teknologinen kehitys ei ole vielä riittävän pitkällä. Tämän kysymyksen kohdalla vastaukset hajaantuivat riippumatta siitä, edustiko vastaaja yliopistosairaanhoitopiiriä tai ei-yliopistosairaanhoitopiiriä. Koska vastaajilta ei pyydetty perusteluja näkemyksilleen, voidaan ainoastaan olettaa, että vastaajan ymmärrys ja aiemmat kokemukset tekoälyteknologioista ovat vaikuttaneet vastausvaihtoehdon valintaan. Tämä osaltaan tukee aiempaa havaintoa siitä, että tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotossa halutaan edetä harkiten.

Datan luotettavuus vaikuttaisi vastausten perusteella olevan yksi mahdollinen este tekoälyteknologioiden käyttöönotolle. Peräti seitsemän yhdeksästä vastaajasta oli sitä mieltä, että datan luotettavuus ei ole riittävällä tasolla. Vastausten taustalla saattaa piillä ajatus siitä, että sähköiset asiakas- ja potilaskertomusjärjestelmät ja erityisesti rakenteellinen kirjaaminen ovat sairaanhoitopiireissä vielä suhteellisen nuoria ja tietojen kirjaamisessa on tunnistettu erilaisia käyntöjä sekä monin paikoin puutteita. Koska tekoälyn hyödyntämisen keskeisinä lähtökohtina ovat suuret datamassat ja tietokoneiden kasvanut laskentateho, on perusteltua, että datan oikeellisuuteen ja luotettavuuteen liittyvät kysymykset nousevat esiin tekoälyteknologioiden hyödynnettävyyttä arvioitaessa.

Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönottoon varautumisessa mielenkiinto kohdistui osaamisen ja teknisten edellytysten lisäksi taloudellisia edellytyksiä selvittäneisiin kysymyksiin. Annettujen vastausten näkökulmasta taloudellinen varautuminen tuleviin tekoälyhankintoihin, kehittämiseen ja käyttöönottoon ovat jokseenkin maltillisia, keskimäärin noin kuuden prosentin suuruisia panostuksia suhteutettuna sairaanhoitopiirin vuotuisiin ICT-budjetteihin. Tulkinta perustuu suoraan annettuihin vastauksiin, joskin virheen mahdollisuus on olemassa siinä, jos vastaajat eivät huomioineet sitä, että kysymyksessä pyydettiin tekoälyteknologioihin suunnattua budjettia seuraaville kolmelle vuodelle. Toisaalta aiempien vastausten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että tekoälyteknologioihin liittyvä taloudellinen varautuminen on linjassa tehtyihin tai oikeammin vielä tekemättä oleviin suunnitelmiin.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tekoälytutkimusta on tehty jo 1930-luvulta lähtien. Matkan varrelle on mahtunut odotuksia ja suuria lupauksia ihmisen kaltaisesta koneälystä, mutta lupaukset ovat kuitenkin yksi toisensa jälkeen syystä tai toisesta kariutuneet. Viimeisen vuosikymmenen aikana kehityksessä on kuitenkin tapahtunut merkittävä käänne. Koneiden laskentatehon kehittyminen ja samanaikaisesti digitaalisen datan lisääntyminen ovat ruokkineet tekoälyn eksponentiaalista kasvua ja kehitystä. Tekoälystä on tullut osa ihmisten arkea. Kehitys tuottaa jatkuvasti syntyä tuotteita ja palveluja, joiden kanssa ihmiset ovat päivittäin vuorovaikutuksessa niin työssä kuin vapaa-ajalla.

Tämän työn lähtökohtaisena kiinnostuksen kohteena oli selvittää, miten tekoälyn kehitys ja siitä saatava hyötypotentiaali on tiedostettu Suomen sosiaali- ja terveydenhuollossa. Sosiaali- ja terveydenhuolto on yksi merkittävimmistä julkisen talouden kulueristä ja siihen on liitetty valtionhallinnon taholta huomattavia tuottavuus- ja säästötavoitteita. Sosiaali- ja terveydenhuollon kulurakenteesta mielenkiintoisen tekee se, että kustannukset eivät suinkaan kerry tasaisesti koko väestöstä, vaan pieni osa ihmistä kerryttää suurimman osan sosiaali- ja terveydenhuollon kustannuksista. Ilmiö ei koske pelkästään suomalaista sosiaali- ja terveydenhuoltoa, vaan tutkimukset ovat osoittaneet samansuuntaisia havaintoja eri puolilla maailmaa. Tyypillisesti näillä paljon palveluja käyttävillä henkilöillä on ongelmia monilla elämän osa-alueilla.

Suomen sosiaali- ja terveydenhuolto ovat eläneet digitalisaation murroksessa viimeiset kymmenen vuotta. Sinä aikana paperisista sairauskertomuksista on siirrytty sähköiseen potilaskertomukseen, otettu käyttöön sähköinen resepti, opeteltu kirjaamaan tietoja rakenteisessa muodossa ja siirrytty arkistomaan potilasdataa kansalliseen terveystiedon arkistoon, Kantaan. Sosiaalihuollon puolella on tehty vastaavaa uudistamista ja tiedon digitointia. Samanaikaisesti käydään jatkuvaa keskustelua resurssien niukkuudesta ja suurten ikäluokkien mukanaan tuomasta kasvaneesta palvelutarpeesta. Resurssien oikeaan kohdistamiseen liittyvä paine on läsnä koko ajan ja se pakottaa päättäjät miettimään ratkaisuja asiaan. Yksi mahdollinen ratkaisu voi olla tekoäly. Digitaalisessa muodossa oleva tieto yhdistettynä toimialalla massoittain tuotettavaan uuteen dataan ovat omiaan luomaan hyvät lähtökohdat tekoälyn hyödyntämiselle sosiaali- ja terveydenhuollossa.

5.1 Koneiden älykkyys

Useat tutkijat ovat määritelleet tekoälyä. Määrittelyt eivät ole täysin yksiselitteisiä, mutta niitä yhdistää koneiden kyky tunnistaa toistuvuuksia ja yhdistää uutta tietoa aikaisempiin havaintoihin ja kokemuksiin, ja näiden pohjalta tehdä päätelmiä tai tilanteeseen sopivia valintoja. Tekoälyyn liittyy myös erittäin keskeisesti se ajatus, että kone jäljittelee ongelmaratkaisuussaan ihmisälyä. Koneeksi voidaan tässä yhteydessä käsittää erilaiset laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja myös koneiden avulla tuotetut palvelut. Ja vaikka tekoälyyn liitetään ajatus ihmisen kaltaisesta älykkästä ajattelusta, niin viimekädessä kyse on tietokoneelle ohjelmoiduista algoritmeista. Tekoäly eroaa kuitenkin perinteisestä ohjelmoinnista siinä, että ihminen ei olen määrittänyt ratkaisua valmiiksi, vaan kone pystyy käsittelemänsä datan avulla itsenäisesti soveltamaan ja jopa kehittämään soveltamaansa mallia.

Todellista koneiden älykkyyttä eli tilaa, jossa koneen älykkyys ylittää ihmisen älykkyyden, ei toistaiseksi ole saavutettu. Osa tutkijoista usko, että tämä singulariteetiksi kutsuttu hetki koittaa jo ennen vuotta 2060. Osa on sitä mieltä, että koneet eivät voi koskaan saavuttaa ihmisen kaltaista älykkyyttä. Joidenkin mielestä koneiden kyvykkyyttä ja ihmisälyä ei tulisi lainkaan verrata keskenään, sillä ihmisäly on pohjimmiltaan sosiaalista älyä, johon liittyy keskenään kommunikoivia ja tuntevia ihmisiä tai ihmisryhmiä. Koneilla tällaista sosiaalista tunneälyä ei ole.

Tekoälyksi kutsuttu koneiden kyvykkyys on kuitenkin monin tavoin yliverstaista ihmiseen nähden. Koneoppimisen ja neuroverkkoteknologian avulla olemme onnistuneet ihmisinä luomaan tavan käsitellä tietoa ja ratkaista ongelmia monta kertaa nopeammin, tehokkaammin ja väsymättä kuin mitä kykenisimme itse tekemään. Ja vaikka tekoälyn saralla todennäköisesti on vielä paljon luvassa uusia merkittäviä aluevaltauksia, ja vaikka laskentatehon kehitys edelleen jatkuisi ekponentiaalisesti, niin kehitys tuskin yksinään takaa sitä, että koneet tulisivat jotenkin tietoisiksi itsestään ja saavuttaisivat ihmistä korkeamman älykkyyden. Tai että ne alkaisivat luomaan itse itseään älykkäämpiä koneita eli supertekoälyä.

5.2 Tekoäly on uusi sähkö

Joissakin keskusteluissa tekoälyä on verrattu sähkөөn. Kun Alessandro Volta vuonna 1800 keksi ensimmäisen laitteen, jolla voitiin tuottaa sähkövirtaa, oli hämmästys yleisön keskuudessa suuri. Luultavasti asiaan liittyi kiinnostuksen lisäksi paljon ennakkoluuloja ja huolta – osa johtuen siitä, että asiaa ei riittävästi ymmärretty. Melko pian tuli kuitenkin sähkömoottori, valaistus ja monta muuta päivittäistä arkea helpottavaa keksintöä. Kehitys on jatkunut vauhdikkaana ja tänä päivänä emme osaa enää kuvitella elävämme ilman sähköä. Lyhenkin sähkökatkon aikana meillä on edessämme monta hankalaa tilannetta valaistuksesta, elektoniikkaan tai esimerkiksi ruoan säilyttämiseen ja valmistamiseen. Yhtä lailla voidaan ajatella, että tekoäly on tulevaisuuden yleiskäyttöinen teknologia, joka tulee ennen pitkää olemaan läsnä kaikkialla ja kaiken aikaa.

Tekoälyn läpimurto tulee todennäköisesti muuttamaan työtä ja yhteiskuntaa yhtä merkittävästi kuin sähkö aikoinaan. Oletettavaa on, että valtaosa yksittäisistä ihmisistä kokee tekoälyn pääsääntöisesti hyödyllisenä, kun elämää helpottavien ja mukavuutta lisäävien - mahdollisesti jopa nykyistä edullisempien palvelujen ja tuotteiden tarjonta lisääntyy. Tämä ei kuitenkaan ole ainut näkökulma asiaan. Tekoälyyn liittyy uhka työpaikkojen menetyksestä ja yhteiskunnallisesta eriarvoitumisesta. Helposti automatisoitavissa olevat, rutiininomaiset työpaikat ovat ensimmäisenä vaarassa kadota, mutta ei erityistä asiantuntemusta ja korkeaa koulutusta vaativat tehtävätkään ole suojatussa asemassa. Tekoälyn aiheuttamien muutosten vaikutukset työmarkkinoihin ovat pitkälti kiinni siitä, kuinka nopeasti tekoäly kykenee ottamaan haltuun nykyisiä työtehtäviä ja kuinka innovatiivisesti ihmiset pystyvät kohdistamaan omaa osaamistaan ja tekemistään sellaisille osa-alueille, joille koneet eivät ainakaan toistaiseksi vielä pysty. Tämä luonnollisestikin vahvistaa vaatimusta elinikäisestä oppimisesta, mutta toisaalta tekoälyn kehittämisessä ja käyttöönotossa on kysymys myös siitä, kuinka kyvykkäitä olemme jatkossa reagoimaan toimintaympäristön muutoksiin ja tapaan tehdä töitä uudella tavalla yhdessä älykkäiden koneiden kanssa.

5.3 Tunnustelua tulevista mahdollisuuksista

On arvioitu, että seuraavan kahden vuosikymmenen aikana meille kehittyy asetelma, jossa henkilökohtaiset, tekoälyteknologiaan perustuvat avustajat ennakoivat tarpeitamme, auttavat hallitsemaan aikataulumme ja valmistautumaan kokouksiin, suunnittelemaan sosiaalista elämäämme, vastaamaan ja reitittämään viestintäämme sekä ajamaan autoja puolestamme. Näin ennustavat Microsoftin toimitusjohtaja ja lakiasiaain johtaja Brad Smith ja Artificial Intelligence tutkimusryhmän johtaja Harry Shum Microsoft AI: n ja tutkimusryhmän johtaja vuonna 2018 julkaisemassaan tutkimusraportissa. Osa ennusteesta mainituista asioista alkaa olla jo lähellä toteutumistaan. Henkilökohtaisten tarpeiden lisäksi tekoäly mahdollistaa läpimurron monilla aloilla kuten esimerkiksi maataloudessa, koulutuksessa, terveydenhuollossa ja logistiikassa.

Suomen sosiaali- ja terveydenhuollon toimintayksiköt ovat jo ottaneet tuntumaa tekoölyyn erilaisten kehitysprojektien ja kokeilujen muodossa. Tässä työssä tutustuttiin kolmeen case-tapaukseen. Kaikissa tarkastelluissa kokeiluissa mielenkiinto kohdistui siihen, kuinka tekoälyä voitaisiin hyödyntää ennakoimaan jotain tarvetta. Tampereen kokeilussa haettiin kyvykkyyttä siihen, miten monisairauden riski voitaisiin tunnistaa etukäteen ja sen avulla kohdentaa niukat resurssit ennaltaehkäisevään hoitoon ennen vakavien ja monitahoisten ongelmien syntyä. Espoon kokeilussa oli vastaava asetelma – monisairausriskin sijaan etsittiin ennakoivia merkkejä kasvaneesta lastensuojelun tarpeesta. HUSin yhdessä kokeiluissa huomio kohdistui keskoslasten hengenvaarallisen bakteeritulehduksen ennakoimiseen. Syy siihen, miksi kokeiluissa oltiin kiinnostuneita juuri näistä potilas- ja asiakasryhmistä, on suoraan seurausta siitä, että näihin ryhmiin liittyy runsas resurssien käyttö ja korkeat kustannukset. Ennakoiva ongelmien tunnistaminen mahdollistaisi yksilöllisen tarkastelun, hoito- tai palveluketjun tehostamisen ja sitä myöten varhaisen puuttumisen ja kustannusten hillitsemisen.

Vuosien 2016 ja 2017 aikana toteutetuissa kokeiluissa saatiin rohkaisevia tuloksia tekoölyn toimivuudesta ja hyödyntämismahdollisuuksista. HUSin keskoslasten hoitoon kohdistuva kokeilu on saamassa jatkoa ja palvelu ollaan ottamassa tuotantokäyttöön. Kaksi muuta HUSissa tehtyä kokeilua eivät tuottaneet ihan samanlaista läpimurtoa, mutta teknologian kehittämiseen liittyvä työ jatkuu tavoitteellisesti ja HUS on perustanut työryhmän pohtimaan ja selvittämään uuden teknologian jatkokehittämiseen ja käyttöönottoon liittyviä mahdollisuuksia. Myös Pirkanmaan ja Espoon kokeilujen perusteella ollaan luottavaisia siihen, että perinteistä menetelmistä poikkeavilla, tekoälyä hyödyntävillä menetelmillä saataisiin tuotettua uutta, asiantuntijoiden osaamista tukevaa ja täydentävää tietoa, vaikka kokeiluista ei tässä vaiheessa tuotantokäyttöä syntyntykään.

5.4 Sairaanhoidopiirien valmius tekoölyn käyttöönottoon

Sairaanhoidopiireille suunnattuun selvitykseen vastasi lähes puolet kaikista Suomen 20 sairaanhoidopiiristä. Vastausten perusteella tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin suhtaudutaan sairaanhoidopiireissä paria poikkeusta lukuun ottamatta myönteisesti. Yli puolet vastaajista piti organisaationsa osaamista ja teknisiä edellytyksiä riittävinä tekoälyteknologioiden käyttöönotolle. Tässä kohtaa vastauksissa toisin oli havaittavissa selvää hajontaa yliopistosairaanhoidopiirien ja ei-yliopistosairaanhoidopiirien välillä.

hoitopiirien vastaajien välillä. Yliopisosairaanhoitopiirien edustajat arvioivat tilanteen myönteisemmin, kun ei-yliopistosairaanhoitopiirien vastaajien näkemykset asiaan jakaantuivat kahtia. Huomattavaa asiassa oli myös se, että yksikään vastanneista sairaanhoitopiireistä ei ollut tehnyt asiaan liittyvää osaamis- ja koulutustarvekartoitusta, joten vastauksiin osaamisen ja teknisten valmiuksien riittävyydestä tulee suhtautua varovaisesti, varsinkin kun vastaajat edellä kertomansa mukaan olivat todenneet, että tekoälyteknologioiden käyttöönoton myötä ihmisten tehtävät muuttuvat. Tähän kyselyyn tulleiden vastausten perusteella mahdollista muutosta ei kuitenkaan olisi systemaattisesti huomioitu sairaanhoitopiireissä ja siltä osin varautuminen näyttäisi olevan vielä alkutekijöissään.

Sosiaali- ja terveydenhuollon tiedossa olevia suuria ongelmia tuskin voidaan ratkaista ilman uudenlaisia tekoälyteknologioita. Yksi kasvavista ryhmistä ovat yksinasuvat vanhuskeskukset, joiden itsenäistä elämää voitaisiin tukea ja kotona asumista jatkaa erilaisten tekoälytuettujen teknologisten ratkaisujen avulla. Sairaalan toimintaympäristössä erilaiset robotit ja hoivarobotit voisivat auttaa potilaita osallistumaan omaan hoitoonsa ja sen avulla nopeuttamaan paranemista. Robottien ansiosta hoitohenkilökunta voisi jättää päivittäin toistuvat rutiinitehtävät koneille ja keskittyä entistä enemmän potilaan yksilöllisiin tarpeisiin ja tämän kokonaisvaltaisesta hyvinvoinnistaan huolehtimiseen. Lisäksi robotit voisivat auttaa henkilökuntaa jaksamaan paremmin työssään esimerkiksi auttamalla raskaissa töissä ja näin auttaa vähentämään työperäisiä vaivoja ja sairauksia.

Ohjelmistorobotiikan avulla puolestaan voitaisiin tehostaa laajamittaisesti koko sairaalan toimintaa ja prosesseja ja näin saada valmiuksia siihen, että niukat resurssit voidaan kohdistaa tuottavampaan työhön. Tuottavuutta ei tässä yhteydessä tulisi laskea pelkkinä euroina vaan itsenäisenä pärjäämisenä, kotona asumisena, parempana terveytenä ja hyvinvointina, nopeampana hoitopääsynä, täsmällisempänä hoitona ja paranemisena sekä työssäjaksamisena ja tyytyväisyytenä - kaiken kaikkiaan onnellisempänä ihmisenä.

5.5 Loppusanat

Keskeinen teema tekoälyn tulevaisuudessa on se, miten tietokoneiden valmiudet onnistutaan yhdistämään ihmisten valmiuksiin, jotta ihmiset voisivat saavuttaa enemmän. Tulevaisuuden teknologian odotetaan luovan meille sosiaalista hyvinvointia ja taloudellista menestystä. Teknologian odotetaan kehittyvän sellaiseksi, jossa ihmiset eivät enää kerro tietokoneille, mitä niiden pitää tehdä, vaan tietokoneet tutkivat ja selvittävät itse, mitä niiden pitäisi ja kannattaisi tehdä. Tekoälyn tulisi kuitenkin säilyttää ihmiskeskeisyys ja varmistaa, että ihmisen olemassaolo ei vaarannu missään tilanteessa. Ihmiskeskeisen tekoälyn luomiseksi tarvitaan järjestelmä, jossa poliittiset päättäjät, hallitukset ja muut päättävissä asemassa olevat sitoutuvat kehittämään tekoälyn pohjautuvia teknologioita ja sovellutuksia läpinäkyvästi, vastuullisesti ja laajaa yhteiskunnallista hyötyä tavoitellen.

Tekoälyteknologia voi parhaimmillaan olla yhteistyötä, tuottavuutta ja turvallisuutta edistävä ja mahdollistava voima. Se kuitenkin vaatii meiltä ihmisiltä rohkeutta kohdata ja ymmärtää digitaalista maailmaa. Halua ymmärtää, millainen työkalu tekoälyn pohjautuva teknologia on. Tekoäly itsessään ei ole sen enempää hyvä kuin pahakaan. Ajatuksellisesti sitä voi verrata puukkoon, joka oikein

käsiteltynä on oivallinen apu esimerkiksi metsässä liikuttaessa. Sen avulla voi vuolla pajupillejä tai perata kalaa, mutta väärin käytettynä sillä voi riistää ihmishengen. Ensimmäinen askel liikkeelle lähdössä on tärkein, sillä se lopulta ratkaisee liikkeellä olemisen ja paikallaan pysymisen eron. Ja se, mikä ei ole totta vielä tänään, voi olla arkea huomenna.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AILISTO, H., HELAAKOSKI, H., DUFVA, M. ja TULKKA, T. 2017. Tuottoa ja tehokkuutta Suomeen tekoälyllä. VTT – Policy Brief No. 1/2017. [Viitattu 11.7.2018]. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/policybrief/2017/PB1-2017.pdf>
- AKAGI, D. 2014. A Primer on Deep Learning. [Viitattu 12.8.2018]. Saatavissa: <https://www.datarobot.com/blog/a-primer-on-deep-learning>
- ALASOINI, T., KOIVULA, A. JA KURKI, L. 2018. Tekoälyteknologian hyvä soveltaminen ja etiikka. Raportissa Tekoällyajan työ. [Viitattu 4.9.2018.] Saatavissa: <https://www.tekoalyaika.fi/raportit/tekoalyajan-tyo/5-tekoalyteknologian-hyva-soveltaminen-ja-etiikka/>
- ALFAME. 2018. Prosessien mallintaminen ja automatisointi mahdollistavat liiketoiminnan kehityksen. [Viitattu 22.10.2018]. Saatavissa: <https://www.alfame.com/palvelut/digitalisaatiorkaisut>
- ANDERSON, C. 2018. Työllä on tulevaisuus, kuka on tekijä? Verkkajulkaisussa Työn Tuuli 1/2018. [Viitattu 30.8.2018]. Saatavissa: https://www.henry.fi/media/ajankohtaista/tyon-tuuli/tyon-tuuli_012018_20180521_1.pdf
- BATES, D. W., SARIA, S., OHNO-MACHADO, L., SHAH, A. ja ESCOBAR, G. 2014. Big data in health care: using analytics to identify and manage high-risk and high-cost patients. Julkaisussa Health Affairs 33(7). [Viitattu 10.6.2018]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/263776704_Big_Data_in_Health_Care_Using_Analytics_to_Identify_and_Manage_High-Risk_and_High-Cost_Patients
- BELL, K. 2017. Rythm Unveils AI Platform Morpheo to Help Diagnose Sleep Disorders. [Viitattu 13.8.2018]. Saatavissa: http://www.firstwordmedtech.com/node/995566?region_id=3
- BRIGGS, H. 2008. Machines 'to match man by 2029'. [Viitattu 19.9.2018]. Saatavissa: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/7248875.stm>
- BRYNJOLFSSON, E. 2013. The key to growth? Race with the machines. Puheenvuoro TED2013 konferenssissa. [Viitattu 26.9.2018]. Saatavissa: https://www.ted.com/talks/erik_brynjolfsson_the_key_to_growth_race_em_with_em_the_machines
- CHILDS, M. 2011. John McCarthy: Computer scientist known as the father of AI. [Viitattu 28.6.2018]. Saatavissa: <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/john-mccarthy-computer-scientist-known-as-the-father-of-ai-6255307.html>
- DALLY, B. 2010. Life After Moore's Law. Forbes. [Viitattu 26.9.2018]. Saatavissa: <https://www.forbes.com/2010/04/29/moores-law-computing-processing-opinions-contributors-bill-dally.html#fba20ef2a868>

FREY & OSBORNE 2013. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? [Viitattu 19.9.2018]. Saatavissa: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

HANLON, M. 2007. 10 Questions science can't answer yet. A guide to the Scientific wilderness. 1st edition. Macmillan. New York.

HAWKING, S. 5/2014. Transcendence looks at the implications of artificial intelligence - but are we taking AI seriously enough? [Viitattu: 13.6.2018.] Saatavissa: <https://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-9313474.html>

HAWKING, S. 12/2014. Hawking warns on rise of the machines. Financial Times. [Viitattu 30.9.2018]. Saatavissa: <https://www.ft.com/content/9943bee8-7a25-11e4-8958-00144feabdc0>

HUJANEN, M. & ÅKMAN, E. 2017. Suomalaistutkijoilta maailmanlopun visio: Supertekoäly syntyy ennen vuotta 2060 ja tuhoaa meidät kaikki. Ilta-Sanomat. Tiede. [Viitattu 19.6.2018.] Saatavissa: <https://www.is.fi/tiede/art-2000005417655.html>

HUS. 2016. HUS:n ja IBM:n yhteistyö tuo oppivan tekoälyn erikoissairaanhoidon. [Viitattu 16.10.2018]. Saatavissa: [http://www.hus.fi/hus-tietoa/uutishuone/Sivut/HUSn-ja-IBMn-yhteistyö-tuo-oppivan-tekoälyn-erikoissairaanhoidon-.aspx](http://www.hus.fi/hus-tietoa/ uutishuone/Sivut/HUSn-ja-IBMn-yhteistyö-tuo-oppivan-tekoälyn-erikoissairaanhoidon-.aspx)

ILTA-SANOMAT. 2018. Espoo pestasi tekoälyn sote-työntekijäksi – millaisin tuloksin? [Viitattu 17.8.2018]. Saatavissa: <https://www.is.fi/kotimaa/art-2000005654424.html>

ISTEKKI, 2018. Istekki yrityksenä. [Viitattu 22.10.2018]. Saatavissa: <https://www.istekki.fi/fi/istekki-yrityksena>

KAPITANOVA, K., SON, S.H. 2012. Machine learning basics. Teoksessa Intelligent Sensor Networks: The Integration of Sensor Networks, Signal Processing and Machine Learning. CRC Press. Boca Raton.

KOLEHMAINEN, A. 2017. HUS kokeili tekoälyä – yksi kolmesta hankkeesta onnistui. Viitattu [21.10.2018]. Saatavissa: https://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/hus-kokeili-tekoalya-yksi-kolmesta-hankkeesta-onnistui-6688671

KOTILAINEN, S. 2017. Tekoälyn vallankumous on alkanut – tätä kaikkea se tarkoittaa. [Viitattu 6.6.2018.] Saatavissa: https://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/tekoalyn-vallankumous-on-alkanut-tata-kaikkea-se-tarkoittaa-6702465

KUJANSUU, E. 22.8.2017. Hallintoylilääkäri PSHP 2011-2015, evp. [Haastattelu.] Tampere: Pirkanmaan sairaanhoitopiiri.

KURZWEIL, R. 2005. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Penguin Group. New York.

KÄHKÖNEN, H. 2017. Tekoäly jalkautuu sairaaloihin – ”Tulevaisuudessa pidetään algoritmi-miitingejä”. [Viitattu 21.10.2018]. Saatavissa: https://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/tekoaly-jalkautuu-sairaaloihin-tulevaisuudessa-pidetaan-algoritmi-miitingeja-6639070

LAAKASUO, M., PALOMÄKI, J. ja KOVEROLA, M. 2017. Supertekoälyn syntyyn liittyy todellisia riskejä. Helsingin Sanomat. MieliPide. 19.10.2017.

LEHTINEN, T. 2018. Tekoälykokeilun vaihe 2: Testit ohitse, tekoäly toimii. [Viitattu 16.8.2018]. Saatavissa [https://www.espooli.fi/fi-FI/Tyo_ ja_yrittaminen/Elinvoimainen_Espoo/Kurkistuksia_tulevaisuuteen/Tekoalykokeilun_vaihe_2_Testit_ohitse_te\(133970\)](https://www.espooli.fi/fi-FI/Tyo_ ja_yrittaminen/Elinvoimainen_Espoo/Kurkistuksia_tulevaisuuteen/Tekoalykokeilun_vaihe_2_Testit_ohitse_te(133970))

LEHTONEN, A. 2016. Itseajava Tesla joutui ensimmäiseen kuolonkolariin. Ilta-Sanomat. [Viitattu 12.10.2018.] Saatavissa: <https://www.is.fi/digitoday/art-2000001915292.html>

LESKELÄ, R.-L., KOMSSI, V., SANDSTRÖM, S., PIKKUJÄMSÄ, S., HAVERINEN, A., OLLI, S.L., YLITALO-KATAJISTO, K. 2013. Paljon sosiaali- ja terveystalvija käyttävät asukkaat Oulussa. [Viitattu 9.6.2018]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/3294713-Paljon-sosiaali-ja-terveyspalveluja-kayttavat-asukkaat-oulussa.html>

MARTELA, F. 2016. Miksi supertekoäly ei tapa ihmiskuntaa? Tivi-verkkolehdestä. [Viitattu 9.10.2018]. Saatavissa: <https://www.tivi.fi/blogit/miksi-supertekoaly-ei-tapa-ihmiskuntaa-6582180>

MATTILA, J., PAJARINEN, M. ROUVINEN, P. & SEPPÄLÄ, T. 2017. Tekoälyn voitto. Julkaisussa Digibarometri 2017. [Viitattu 2.6.2018]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/47931479-Digibarometri-julkaisuvapaa-klo-09-00.html>

McCORDUCK, P. 1988. *Artificial Intelligence: An Apercu*. Vol. 117, No. 1. [Viitattu 14.6.2018.] Saatavissa: https://www.jstor.org/stable/20025139?seq=1#page_scan_tab_contents

MERILEHTO, A. 2018. Tekoäly matkaopas johtajalle. Helsinki. Alma Talent.

MÜLLER, V.C. & BOSTROM, N. 2014. Future progress in artificial intelligence: A Survey of Expert Opinion. [Viitattu 11.9.2018]. Saatavissa: <https://nickbostrom.com/papers/survey.pdf>

NEITTAANMÄKI, P. ja KAASALAINEN, K. 2018. SOTE-toimintojen tehostaminen IT:n avulla - kehittämispotentiaali ja toimenpideohjelma. [Viitattu 12.6.2018.] Saatavissa: https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/sote_toimintojen_tehostaminen_verkkojulkaisu.pdf

NILSSON, N.J. 2010. [Viitattu 5.8.2018]. The quest for artificial intelligence - a history of ideas and achievements. Saatavissa: <https://ai.stanford.edu/~nilsson/QAI/qai.pdf>

RND WORKS. 2018. Pieni tekoälyn sanakirja. [Viitattu 20.8.2018]. Saatavissa: <https://rnd.works/blog/pieni-tekoalysanakirja/>

REEDY, C. 2017. Kurzweil Claims That the Singularity Will Happen by 2045. Get ready for humanity 2.0. [Viitattu 1.10.2018]. Saatavissa: <https://futurism.com/kurzweil-claims-that-the-singularity-will-happen-by-2045>

ROVIOMAA, J. 2018. Kymmenen tapaa, joilla tekoäly muuttaa tulevaisuuden työn. [Viitattu 4.9.2018]. Saatavissa: <https://duunitori.fi/tyoelama/kymmenen-tapaa-joilla-tekoaly-muuttaa-tulevaisuuden-tyon/>

ROWLEY, C. 2018. Tekoäly on turvallisuusriski, mutta juuri kukaan ei ymmärrä miten se toimii. The Ulkopolitist. Konfliktit ja turvallisuus. [Viitattu 21.10.2018]. Saatavissa: <https://www.ulkopolitist.fi/2018/02/07/tekoaly-on-turvallisuusriski-mutta-juuri-kukaan-ei-ymmarra-miten-se-toimii/>

RUSSEL, S.J. & NORVIG, P. 2010. Artificial Intelligence - A Modern Approach. Third Edition. [Viitattu 8.8.2018]. Saatavissa: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjwi86s85feAhVHLsAKHcwQCQgQFjADegQICBAC&url=https%3A%2F%2Ffaculty.psau.edu.sa%2Ffiledownload%2Fdoc-7-pdf-a154ffbcec538a4161a406abf62f5b76-original.pdf&usq=AOvVaw0i7pLrIBs9LMW296xeV6b0>

SALMI, T. 2014. Robotit – monien mahdollisuuksien tekniikkaa ja keskeinen tuottavuuden kehittämisen väline. Valmistustekniikan kerhon, Insinööritieteiden korkeakoulun ja Aalto-yliopiston julkaisussa Valmistustekniikka 2016. Vol. 1000. [Viitattu 9.6.2018]. Saatavissa: <https://vtk.ayy.fi/julkaisut/2016.pdf>

SCHOENMAN, J.A. & CHOCKLEY, N. 2011. Understanding U.S. health care spending. [Viitattu 10.6.2018]. Saatavissa: <http://www.nihcm.org/images/stories/NIHCM-CostBrief-Email.pdf>

U.S. Department of Health & Human Services, 2008. Medical Expenditure Panel Survey. [Viitattu 10.6.2018]. Saatavissa: <https://meps.ahrq.gov/mepsweb/>

SIILASMAA, R. 2018. Miksi johtajan täytyy ymmärtää tekoälyä? [Viitattu: 4.8.2018]. Saatavissa: https://www.cgi.fi/sites/default/files/files_fi/ratkaisu_2_18_final.pdf

SIPILÄ, J. 2015. Ratkaisujen Suomi. Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma. [Viitattu 15.6.2108.] Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_FI_YHDISTETTY_netti.pdf

SMITH, B. & SHUM, H. 2018. The Future Computed: Artificial Intelligence and its role in society. [Viitattu 18.9.2018.] Saatavissa: <https://blogs.microsoft.com/blog/2018/01/17/future-computed-artificial-intelligence-role-society/>

STT 2017. Espoo ja Tieto testaavat tekoälyä palvelupolkujen tunnistamiseen. [Viitattu 13.8.2018]. Saatavissa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/espoo-ja-tieto-testaavat-tekoalya-palvelupolkujen-tunnistamiseen?publisherId=3385&releaseId=61991000>

STT 2018. Espoon kokeilu todisti: Tekoäly tunnistaa tukea tarvitsevia. [Viitattu 14.8.2018]. Saatavissa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/espoo-kokeilu-todisti-tekoaly-tunnistaa-tukea-tarvitsevia?publisherId=3385&releaseId=68401520>

SUVILEHTO, J. 2017. Syvät neuroverkot. [Viitattu 1.8.2018]. Saatavissa: <https://www.csc.fi/web/blog/post/-/blogs/syvät-neuroverk-1>

TASSI, P. 2017. Get Sucked Into The Black Hole Of 'Paperclips,' A Hopelessly Addicting Browser Game. Forbes. [Viitattu 12.10.2018]. Saatavissa: <https://www.forbes.com/sites/insert-coin/2017/10/17/get-sucked-into-the-black-hole-of-paperclips-a-hopelessly-addicting-browser-game/#4f485e8f4f9b>

TECHOPEDIA. 2018. Dictionary. [Viitattu 19.8.2018]. Saatavissa: <https://www.techopedia.com/dictionary>

UIPATH. 2018. UiPath Enterprise RPA Platform. [Viitattu 22.10.2018]. Saatavissa: <https://www.uipath.com/product/platform>

VAISTE, J. 2017. Koneoppimisen muodot ja niiden eettiset näkökulmat. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <https://juhovaiste.fi/fi/koneoppimisen-muodot-ja-niiden-eettiset-n%C3%A4k%C3%B6kulmat>

VALTIONEUVOSTON asetus erityistason sairaanhoidon erityisvastuualueista. 156/2017. [Viitattu 12.10.2018]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170156>

VÄHÄKAINU, P. & NEITTAANMÄKI, P. 2018. Tekoäly terveydenhuollossa. [Viitattu 14.10.2018]. Saatavissa: <https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/tekoaly-terveydenhuollossa.pdf>

WISSKIRCHEN, G., THIBAUT BIACABE, B., BORMANN, U., MUNZ, A., NIEHAUS, G., JIMÉNEZ SOLER, G. & VON BRAUCHITSCH, B. 2017. Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace. IBA Global Employment Institute.

2M-IT, 2018. Yritys. [Viitattu 22.10.2018]. Saatavissa: <https://2m-it.fi/yritys/>

LIITE 1: SAIRAANHOITOPIIREILLE SUUNNATTU KYSELY TEKOÄLYÄ HYÖDYNTÄVIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTÖSTÄ

Tekoälyn avulla digiloikasta tuottavuusloikkaan -

Kysely sairaanhoitopiireille tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käytöstä

Vastaajan tiedot

1. Organisaatio, jota vastajana edustatte *

2. Rooli/Tehtäväalue organisaatiossa

3. Jos haluatte vastaanottaa tutkimusraportin, kun se valmistuu, ilmoittakaa tässä mihin osoitteeseen raportti toimitetaan (mieluiten s-postiosoite)

Organisaation liiketoiminnallista tahtotilaa kuvaava kysymysosio

4. Tekoälyä hyödyntävää teknologiaa olisi mahdollista käyttää hyväksi organisaatiossanne. *

- ei lainkaan tai ei osata sanoa
- osassa toimintoja
- suuressa osassa toimintoja
- kaikissa tai lähes kaikissa toiminnoissa

5. Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla olisi mahdollista parantaa organisaationne kilpailukykyä ja kasvattaa kysyntää *

- ei lainkaan tai ei osata sanoa
- osassa toimintoja
- suuressa osassa toimintoja
- kaikissa tai lähes kaikissa toiminnoissa

6. Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden avulla olisi mahdollista parantaa organisaationne tuottavuutta *

- ei lainkaan tai ei osata sanoa
- osassa toimintoja
- suuressa osassa toimintoja
- kaikissa tai lähes kaikissa toiminnoissa

7. Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden mahdollinen käyttöönotto vaikuttaisi organisaationne henkilöstösuunnitteluun *

- ei lainkaan tai ei osata sanoa
- vähentää henkilöstön tarvetta
- muuttaa henkilöstön työtehtäviä, mutta ei vähennä eikä lisää henkilöstön tarvetta
- lisää henkilöstön tarvetta

8. Tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käyttöönotosta organisaatiossanne ollaan sitä mieltä, että *

- ei haluta tai ei osata sanoa
- halutaan odottaa
- halutaan edetä harkiten
- halutaan edetä nopeasti

9. Kun organisaatiossanne puhutaan tekoälyä hyödyntävistä teknologioista, sillä tarkoitetaan *

Valitse sopivat vaihtoehdot

- ihmistyön korvaamista automaatiolla (robotiikka)
- palvelurobottien käyttämistä ihmistyön tukena
- älyn lisäämistä prosesseihin (ohjelmistorobotiikka)
- jotain muuta, mitä

Organisaation tilannetta kuvaavat kysymykset

10. Onko organisaatiollanne datastrategia (kuvailu siitä, mistä ja miten dataa kerätään, käsitellään ja hyödynnetään)? *

- kyllä
- ei

11. Onko organisaatiollanne tekoälystrategia tms. suunnitelma (kuvailu tekoälyä hyödyntävien teknologioiden ja niihin liittyvien ratkaisujen, tuotteiden ja palvelujen käytöstä organisaatiossa)? *

- kyllä
- ei

12. Onko organisaatiossanne tällä hetkellä käytössä tai kokeilussa **robotiikan** ratkaisuja? *

- kyllä
- ei

13. Jos vastasitte kysymykseen 12 kyllä, niin tarkentakaa mitä ja kenen toimittamia ratkaisuja, onko ratkaisu kokeilussa vai käytössä?

14. Onko organisaatiossanne tällä hetkellä käytössä tai kokeilussa **ohjelmistorobotiikan** ratkaisuja? *

- kyllä
- ei

15. Jos vastasitte kysymykseen 14 kyllä, niin tarkentakaa mitä ja kenen toimittamia ratkaisuja, onko ratkaisu kokeilussa vai käytössä?

16. Millaisia hyötyjä organisaationne odottaa saavansa tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käytöstä?

17. Miten organisaationne arvioi kokeilusta/käytöstä saamiaan hyötyjä suhteessa odotuksiin. Jos organisaatiollanne ei ole kokeilua tai käyttöä, valitkaa vaihtoehto "ei kokemusta" *

- ei kokemusta
 ei hyötyä tai vähemmän kuin odotettiin
 saadut hyödyt vastaavat odotuksia
 hyödyt ovat odotuksia suuremmat
 ei osaa arvioida

Organisaation tulevaisuuden suunnitelmia kartoittava kysymysosio

18. Millaisten ongelmien/asiakastarpeiden ratkaisemiseen organisaationne voisi ajatella käyttävänsä tekoälyä hyödyntäviä teknologioita nyt ja/tai tulevaisuudessa? *

Valitse sopivat vaihtoehdot

- toistuvien rutiinitehtävien suorittamiseen
 kuvan- ja puheentunnistukseen
 kulun- ja pääsynvalvontaan
 diagnostiikkaan
 lääkehoitoon ml. jakelu
 kirurgiaan
 potilaskuljetuksiin
 asiakaspalvelutehtäviin
 jotain muuta, mitä

19. Arvioikaa, miten seuraavat väittämät pitävät paikkansa organisaationne suhtautumisessa tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin. *

	täysin samaa mieltä	osittain samaa mieltä	jokseenkin eri mieltä	täysin eri mieltä
datan luotettavuus ei ole riittävällä tasolla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
teknologiat eivät ole tarpeeksi kehittyneitä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
organisaatiolla on riittävästi osaamista ja teknisiä edellytyksiä tekoälyä hyödyntävien teknologioiden käytölle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
organisaatiossa vallitsee myönteinen tahtotila tekoälyä hyödyntäviä teknologioita kohtaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
organisaation menestymisen kannalta on välttämätöntä ottaa käyttöön tekoälyä hyödyntäviä teknologioita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
organisaatio tekee tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä suunnitelmia asiakastarpeiden pohjalta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Miten olette varautuneet keinoälyn/hyvinvointirobotiikan käyttöönottoon organisaatiossanne? *

- ei mitenkään
 suunnittelu käynnissä
 suunnitelma ja rahoitus olemassa
 toteutus käynnissä

21. Onko organisaatiossanne tehty tekoälyä hyödyntäviin teknologioihin liittyvä osaamis- ja koulutustarvekartoitus? *

- kyllä
 ei

22. Jos vastasitte kysymykseen 21 kyllä, niin millaisia osaamistarpeita olette tunnistaneet asiaan liittyen?

23. Paljonko organisaationne aikoo budjetoida tekoälyä hyödyttävän teknologian hankkimiseen, kehittämiseen ja käyttöönottamiseen seuraavan 3 vuoden aikana. *

- nolla euroa
 alle 100 000 euroa
 100 000 - 500 000 euroa
 500 001 - 1 000 000 euroa
 yli 1 000 000 euroa

24. Paljonko on organisaationne vuotuinen teknologian ja ICT:n kehittämiseen ja investointeihin suunnattu määräraha (€)?

HyvinRobo-hanketta ja mahdollista yhteistyötä koskeva kysymysosio

25. Onko organisaationne kuullut Itä-Suomen yliopiston, Savonia-ammattikorkeakoulun ja Savon aikuisopiston HyvinRobo 2018-2020 yhteishankkeesta? *

- kyllä
 ei

26. Haluaisiko organisaationne saada lisää tietoa hankkeesta ja liittyä hankkeen jakelulistalle? *

- kyllä
 ei

27. Jos vastasitte kysymykseen 26 kyllä, antakaa vastaanottajan nimi ja s-postiosoite.

28. Onko organisaationne kiinnostunut keskustelemaan HyvinRobo-hankkeen pilotointeihin osallistumisesta? *

- kyllä
 ei

29. Jos vastasitte kysymykseen 28 kyllä, niin onko organisaatiollanne ehdotusta, mitä ratkaisuja voisi tai pitäisi ensi vaiheessa pilotoida?

Kiitos vastauksestanne.