



## **DIGITAALISEN KAKSOSEN HYÖDYNTÄMINEN SOSIAALI- JA TERVEYDEN- HUOLLOSSA**

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalous, digitaalisen palvelutuotannon DI-ohjelma diplomityö

2023

Mirka Parkkinen

Tarkastajat: Dosentti Jouni Koivuniemi

Professori Timo Kärri

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

School of Engineering Science

Tuotantotalous, digitaalisen palvelutuotannon DI-ohjelma

Mirka Parkkinen

### **Digitaalisen kaksosen hyödyntäminen sosiaali- ja terveydenhuollossa**

Diplomityö

2023

112 sivua, 35 kuvaa, 4 taulukkoa ja 4 liitettä

Tarkastajat: Dosentti Jouni Koivuniemi

Professori Timo Kärri

Avainsanat: digitaalinen kaksosen, datapohjainen arvonluonti, digitaalinen palvelullistaminen, sosiaali- ja terveydenhuolto, hyvinvointialue, pelastustoimi

Tutkimuksen tavoite oli tuottaa uutta tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä sosiaali- ja terveydenhuollossa. Digitaalisella kaksosella on monipuolisia mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Dataa keräämällä, jakamalla, yhdistämällä, ja analysoimalla on mahdollista kehittää toimintaa, tuottaa organisaatiolle lisäarvoa, ja edistää taloudellista kasvua.

Tutkimus koostui kahdesta osatutkimuksesta. Integroivan kirjallisuuskatsauksen aineisto koottiin LUT Primo -tietokannasta ja induktiivisen sisällönanalyysin tuloksena aineistosta muodostui viisi digitaalisen kaksosen hyödyntämistä koskevaa teemaa. Teemojen pohjalta luotiin väittämät toiseen osatutkimukseen, jonka aineisto kerättiin Delfoi-menetelmällä hyvinvointialueiden aluevaltuustojen jäsenistä koostuvalta asiantuntijapaneelilta eDelphi-ohjelmassa. Ensimmäisen Delfoi-kierroksen kiistanalaiset väittämät sekä asiantuntijoiden näkemykset vietiin paneelin uudelleenarvioitavaksi toiselle Delfoi-kierrokselle.

Tutkimus osoitti digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuuksiksi hoidon kehittämisen, palvelupolun suunnittelun, tiedon kumuloitumisen, asiantuntijoiden tuen ja yhteiskehittämisen. Digitaalisen kaksosen simulaatio voi selventää potilaan palvelukäyttäytymistä, vähentää häiriökysyntää, ja auttaa ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa. Hyödyntäminen edellyttää osaavaa johtamista, riittäviä resursseja, sekä asiantuntijoiden, että muun henkilökunnan kouluttamista. Tulosten mukaan resurssien rajallisuutta voidaan ratkaista esimerkiksi liittoutumalla ekosysteemiverkoston kumppaneiden kanssa ja kouluttamalla teknologisia asiantuntijoita yhteisiin osaamiskeskuksiin. Keskeisiksi digitaalisen kaksosen tulevaisuuden skenaarioiksi muodostuivat tiedon kumuloituminen, tiedon ja palveluiden skaalautuvuus verkostoissa sekä organisaatioiden yhteiskehittäminen.

## ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology

LUT School of Engineering Science

Industrial Engineering and Management

Mirka Parkkinen

### **The utilization of digital twin in social- and healthcare**

Master's thesis

2023

112 pages, 35 figures, 4 tables, 4 appendices

Examiners: Title of docent Jouni Koivuniemi

Professor Timo Kärrri

**Keywords:** digital twin, data-based value creation, digital servitization, healthcare and social welfare services, wellbeing services county, emergence service

The goal of the study was to produce new information on the use of the digital twin in social and healthcare. The digital twin has versatile opportunities in future. By collecting, sharing, combining, and analyzing data, operations can be developed, organizations can generate added value, and economic growth can be increased.

The study consisted of two sub-studies. The material of the integrative literature review was compiled from the LUT Primo database, and as a result of the inductive content analysis, five themes related to the utilization of the digital twin were formed. Based on the themes, statements were created for the second sub-study. The material was collected using the Delfoi method from an expert panel consisting of members of the regional councils of the welfare areas. The views of the experts were collected in the eDelphi program. The disputed claims of the first Delfoi round and the views of the experts were taken to the second Delfoi round to be re-evaluated by the experts.

The study showed the possibilities of utilizing the digital twin for patient care, service path planning, knowledge accumulation, expert support and joint development. The simulation of the digital twin can clarify the patient's service behavior, reduces the demand for interference, and helps in preventive decision-making. According to results the limited resources can be solved, for example, by allying with ecosystem network partners and training technological experts in common competence centers. The key future scenarios of the digital twin were the accumulation of information, the scalability of information and services in networks, and the joint development of organizations.

## ALKUSANAT

Tuotantotalouden diplomi-insinööriopintoni tapahtuivat poikkeuksellisen, epävakaan maailmantilanteen aikana, jolloin monet itsestäänselvyytenä pidetyt asiat muuttuivat. Opiskeluni LUT-yliopistossa toivat kuitenkin positiivista sisältöä elämään ja ajatuksen jatkuvuudesta, tulevaisuuden tavoitteista, sekä työelämän uusista mahdollisuuksista.

Päämäärätietoisuus, onnistumisen tahto, ja ympäröivän yhteiskunnan digitalisaatio ovat tuoneet minut tähän pisteeseen, missä nyt olen. On syytä kiittää heitä, jotka ovat tukeneet ja mahdollistaneet tämän taipaleen. Olen kiitollinen saadessani todeta, että kiitettäviä henkilöitä on useita. Se tarkoittaa, etten ole ollut opintojeni ja tutkimukseni kanssa yksin.

Kiitokset tutkimustyön ohjaajalle dosentti Jouni Koivuniemelle. Kiitokset viralliselle esitarkastajalle professori Timo Kärrille. Lisäksi kiitokset koko LUT-yliopiston tutkimuslaitoksen henkilökunnalle ja akateemiselle yhteisölle.

Kiitokset vanhemmilleni Hilalle ja Reinolle, ystävilleni, ja opiskelutovereilleni eri puolille Suomea rohkaisusta, kannustuksesta ja vertaistuesta.

Erityiset kiitokset perheelleni: Aki, Valtteri, Elina ja Jonne.

Lappeenrannassa 12.4.2023

Mirka Parkkinen

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Kiitokset

1 Johdanto .....	10
1.1 Tutkimuksen tausta .....	10
1.2 Työn tavoite ja rajaus .....	12
1.3 Tutkimuksen toteutus .....	13
1.4 Tutkimuksen rakenne .....	14
2 Tutkimuksen teoreettinen viitekehys .....	16
2.1 Datapohjainen arvonluonti .....	16
2.2 Digitaalinen palvelullistaminen .....	18
2.3 Digitaalinen kaksosen .....	21
2.4 Sosiaali- ja terveydenhuolto, hyvinvointialue .....	23
3 Tutkimusprosessi ja -menetelmät .....	28
3.1 Integroiva kirjallisuuskatsaus .....	28
3.2 Sisällönanalyysi .....	31
3.3 Delfoi-menetelmä .....	32
3.4 Delfoi-tutkimuksen eteneminen .....	33
3.5 Delfoi-tutkimuksen aineiston analyysi .....	34
4 Integroidun kirjallisuuskatsauksen tulokset .....	37
4.1 Potilaan hoito .....	37
4.2 Palvelupolun suunnittelu .....	39
4.3 Tiedon kumuloituminen .....	40
4.4 Asiantuntijoiden tuki .....	41
4.5 Yhteiskehittäminen .....	42
4.6 Digitaalisen kaksosen hyödyntämisen haasteita .....	43
5 Delfoi-tutkimuksen tulokset .....	47

5.1 Yleistä .....	47
5.2 Potilaan hoito .....	51
5.3 palvelupolun suunnittelu .....	54
5.4 Tiedon kumuloituminen .....	57
5.5 Asiantuntijoiden tuki .....	58
5.6 Yhteiskehittäminen .....	62
5.7 Digitalisaation hyödyntämisen mahdollisuudet ja haasteet .....	70
5.8 Yhteenveto keskeisistä tuloksista.....	72
6 Johtopäätökset.....	74
6.1 Tutkimuskysymys yksi: Mitä käyttötarkoituksia digitaalisella kaksosella on sosiaali- ja terveydenhuollossa? .....	74
6.2 Tutkimuskysymys kaksi: Miten digitaalista kaksosta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa sosiaali- ja terveydenhuollossa?.....	74
6.3 Tutkimuskysymys kolme: Mitä haasteita digitaalisen kaksosen hyödyntämiselle nähdään sosiaali- ja terveydenhuollossa?.....	80
6.4 Tutkimuksen arviointi ja luotettavuus.....	81
6.5 Jatkotutkimus .....	85
7 Yhteenveto .....	87
Lähteet .....	89

## Liitteet

Liite 1. Kirjallisuuskatsauksen teemojen muodostaminen

Liite 2. Kutsukirje Delfoi-paneeliin

Liite 3. Delfoi -kyselyn väittämät ensimmäisellä kierroksella

Liite 4. Delfoi-paneelin väittämät toisella kierroksella

## Taulukkuuettelo

Taulukko 1. Tutkimuksen eteneminen, aineistot ja menetelmät

Taulukko 2. Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Taulukko 3. Yhteenveto mahdollisuuksista ja haasteista

#### Taulukko 4. Yhteenvedo tutkimuksen keskeisistä tuloksista

##### Kuvaluettelo

Kuva 1. Tutkimuksen keskeiset elementit

Kuva 2. Panos-tuotoskaavio tutkimuksen rakentumisesta

Kuva 3. Digitaalinen kaksosen ja lähikäsitteet

Kuva 4. Yhteiskehittäminen ekosysteemissä

Kuva 5. Kirjallisuushaun toteuttaminen

Kuva 6. Väittämän uudelleenmuotoilu toiselle Delfoi-kierrokselle

Kuva 7. Väittämä: hyvinvointialueiden taloudelliset resurssit riittävät digitaalisen kaksosen täysimittaiseen hyödyntämiseen

Kuva 8. Väittämä: hyvinvointialueet investoivat tulevaisuudessa dataperusteisen arvonluonnin kehittämiseen ja ratkaisujen käyttöönottoon

Kuva 9. Väittämä: kyky jalostaa ja analysoida dataa systemaattisesti useiden henkilöiden toimesta, myös asiakkaiden, on keskeinen hyvinvointialueiden tuottavuutta ja kilpailukykyä voimistava tekijä

Kuva 10. Väittämä: hyvinvointialueiden toiminta tulee olemaan erilaisin kustannus- ja tulostimittarein mitattuna eritasoista, koska alueilla on käytössään erilaiset teknologiset resurssit ja toimintamallit

Kuva 11. Väittämä: osa hyvinvointialueista on edelläkävijöitä liittyen teknologiseen kehitykseen ja datan hyödyntämiseen

Kuva 12. Väittämä: digitaalisen kaksosen avulla voidaan hyvinvointialueen palveluprosesseja simuloimalla löytää potilaalle optimaalinen toimintasuunnitelma ja hoitopolku

Kuva 13. Väittämä: digitaalisen kaksosen tärkeä käyttökohde olisi kotihoidon toiminnan optimointi, esimerkiksi kotihoitajien päivittäisten reittien suunnittelu

Kuva 14. Väittämä: digitaalisen kaksosen simulaatio voi selventää potilaan palvelukäyttäytymistä, vähentää häiriökysyntää, ja auttaa ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa

Kuva 15. Väittämä: digitaalisen kaksosen avulla voidaan hyvinvointialueen palveluprosesseja simuloimalla löytää potilaalle optimaalinen toimintasuunnitelma ja hoitopolku

Kuva 16. Väittämä: hätätilanteiden hoitoketjut voidaan tulevaisuudessa järjestää nopeammin digitaalisen kaksosen avulla

Kuva 17. Väittämä: hyödyntämällä tulevaisuudessa digitaalisen kaksosen keräämää ja analysoimaa dataa, hyvinvointialueen päätöksenteko onnistuu luotettavammin

Kuva 18. Väittämä: alueiden, kaupunkien ja organisaatioiden reaaliaikaiseen dataan perustuva digitaalinen kaksonen auttaa päättäjiä ennakoimaan ja tekemään päätöksiä. Esimerkiksi pandemian leviämisen ennustaminen ja mallintaminen

Kuva 19. Väittämä: digitaalinen kaksonen auttaa tulevaisuudessa hyvinvointialueiden toiminnan reaaliaikaisessa seurannassa, tietojen analysoinnissa, ja jakamisessa

Kuva 20. Väittämä: digitaalinen kaksonen muodostaa tulevaisuudessa avustajan asiantuntijoille, kuten erikoislääkäreille, auttaen heitä keräämään ja käsittelemään erilaista tietoa työsään

Kuva 21. Väittämä: hyödyntämällä tulevaisuudessa digitaalisen kaksosen keräämää ja analysoimaa dataa, hyvinvointialueen päätöksenteko onnistuu luotettavammin

Kuva 22. Väittämä: hyvinvointialueen asiantuntijoiden työtehtäviä korvataan tulevaisuudessa teknologian, kuten digitaalisen kaksosen avulla

Kuva 23. Väittämä: digitaalinen kaksonen voi korvata rutiinimaisia työtehtäviä, mutta se ei tule korvaamaan ihmisten välistä kanssakäymistä ja vuorovaikutusta.

Kuva 24. Väittämä: hyvinvointialueiden palvelutuotannossa on riittävästi tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksista

Kuva 25. Väittämä: tieto dataan pohjautuvasta arvonluonnista, digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikuttavuudesta on vähäistä päättäjien keskuudessa

Kuva 26. Väittämä: hyvinvointialueiden johtamisessa ei ole tarpeeksi osaamista hyödyntää datapohjaista arvonluontia, eikä digitaalisen kaksosen teknologioita

Kuva 27. Väittämä: hyvinvointialueiden teknologista strategiaa ei ole laadittu pitkäjänteisesti. Lyhytjänteisen panostuotos ajattelun vuoksi hyvinvointialueet eivät kehity

Kuva 28. Väittämä: asiakaskokemuksen kehittämiseksi harjoitellaan digitaalisen kaksosen simulaation avulla erilaisia asiakaspalvelutilanteita ja -tyyppisiä

Kuva 29. Väittämä: tulevaisuudessa on syytä perustaa alueellisia digiosaamiskeskuksia, jotka auttavat yksittäisiä organisaatioita digitaalisessa palvelullistamisessa

Kuva 30. Väittämä: hyvinvointialueen teknologisen osaamisen ja muiden resurssien rajallisuus voidaan ratkaista liittoutumalla verkostokumppaneiden kanssa



Kuva 31. Väittämä: taloutta niukempi resurssi hyvinvointialueilla ovat teknologiset asiantuntijat ja teknisesti kyvykkäät soteammattilaiset

Kuva 32. Väittämä: asiantuntijat, tutkijat sekä tuote- ja palvelukehitystä tekevät yritykset tarvitsevat tulevaisuudessa virtuaalisen, tietoturvallisen, online-tilan, jossa he voivat kommunikoida, kehittää ja simuloida dataan perustuvia ratkaisuja

Kuva 33. Väittämä: Suomen lainsäädäntö salassapidosta ja tietoturvasta estää yhteiset virtuaaliset online-tilat, joissa asiantuntijat voivat keskustella ja kehittää dataan perustuvia ratkaisuja

Kuva 34. Digitaalisen kaksosen mahdollisuudet ja haasteet

Kuva 35. Malli digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä sosiaali- ja terveydenhuollossa

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa digitaalisen kaksosen (digital twin, DT) hyödyntämisestä sosiaali- ja terveydenhuollossa. Toimintaympäristön nopeat muutokset kasvattavat sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioiden uudistumisen painetta. Sosiaali- ja terveydenhuoltoon kohdistuu uusia haasteita ja reformeja kuten teknologian monipuolinen käyttö, tuottavuuden lisääminen, sekä palvelujärjestelmän uudistus. Teknologiasta toivotaan ratkaisua kustannusten nousuun, tasa-arvoiseen palvelujen tuottamiseen, saavuttamiseen, laadun ja potilasturvallisuuden parantamiseen. Teknologiset edistysaskeleet, kuten digitaalisen kaksosen hyödyntäminen, tarjoavat mahdollisuuksia uusille tuotteille ja palveluille (Itkonen 2004; Ge, Zhou & Li 2020; Molling & Klein 2022). Teknologian kehityksestä ja sosiaali- ja terveydenhuollon vaativista muutoshasteista huolimatta Suomessa ei juuri ole tutkittu digitaalisen kaksosen hyödyntämistä sosiaali- ja terveydenhuollossa, eikä keskeisiä tekijöitä ymmärretä tarpeeksi syvällisesti.

Digitaalisen kaksosen avulla voidaan yhdistää fyysisen ja digitaalisen laitteen tai prosessin tuottama data. Tulevaisuuden kilpailukyky nojaa dataan, jota keräämällä, yhdistämällä, jakamalla, ja analysoimalla toiminnasta saadaan tietoa. Datapohjaisen arvonluonnin (data based value creation) tutkimus osoittaa datan arvon olevan kiistatonta, ja datapohjaisen arvonluonnin toimintamallien mullistavan myös sosiaali- ja terveydenhuollon palvelut. (Lim, Zheng & Chen 2020; Altman, Nagle & Tushman 2022; Pocol, Stanca, Dabija, Pop & Miscoiu 2022.) Vielä ei juuri ole sosiaali- ja terveydenhuollossa palveluja, joissa data liikkuu eri toimijoiden välillä tietoturvalisesti ja esteettömästi luoden arvoa niin asiakkaille kuin palveluntuottajille (Huhtala 2022). Digitaalisten palvelujen, kuten digitaalisen kaksosen, toimintamallien tarkastelu tulee siirtää organisaation sisäisistä prosesseista koko ekosysteemin näkökulmaan (esimerkiksi Kohtamäki, Parida, Oghazi, Gebauer & Baines 2019). Asiakaslähtöistä, jatkuvasti kehittyvää julkisen sektorin kulttuuria on pitkään pidetty epätodennäköisenä, ja byrokraattisen organisaatiomuodon on tunnistettu estävän tiedon tehokkaan

liikkumisen (Palomäki & Hyyryläinen 2022, 150). Moninäkökulmainen tutkimus toiminnan kehittämiseksi on perusteltua.

Yhteiskuntaan ja organisaatioihin vaikuttavat lukuisat muutkin asiat kuin teknologia, ja niiden erottaminen tutkimuksessa on hankalaa (myös Orlikowski 2000, 2010; Boulus & Bjorn 2010, 98). Sosiaali- ja terveydenhuollon teknologioita on tutkittu vähän huolimatta siitä, että sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatiot ovat jatkuvassa muutostilassa (myös Kinnunen & Vuori 2005, 192). Vaikka keskustelun ytimessä on yleensä teknologia, digitaalisen kaksosen vaikutus organisaatioihin ei ole pelkästään tekninen, vaan samanaikaisesti sosiaali- ja terveydenhuoltoon myös kytkeytyvät taloudelliset, sosiaaliset sekä kulttuuriset tekijät. Digitaalisen kaksosen käyttö datapohjaisessa arvonluonnissa ja digitaalisessa palvelullistamisessa (digital servitization) ilmenee digitaalisina palveluina, muuttuneina rooleina, toimintaja työprosesseina, sekä tiedonhallintana. Digitaalinen palvelullistaminen aiheuttaa muutoksia organisaatioiden rakenteeseen, prosesseihin, kulttuuriin ja toimintaympäristöön sekä luohaasteen muutoksen johtamiselle. (Sklyar, Kowalkowski, Tronvoll & Sörhammar 2019; Gregory, Henfridsson, Kaganer & Kyriakou 2022; Schilling & Seuring 2022.) Digitaalisen kaksosen teknologiat itsessään eivät saa digitaalista palvelullistamista aikaiseksi yksilöiden, ryhmien, tai organisaatioiden tasolla, vaan digitaalisen kaksosen kokonaisvaltainen hyödyntäminen tarvitsee tuekseen toimintatapojen muutoksen (Ilmarinen & Koskela 2015; Kane, Palmer, Phillips, Kiron & Buckley 2015; Marcolino, Oliveira, D'Agostino, Ribeiro, Alkmim & Novillo-Ortiz 2018; Naik, Schroeder, Kapoor, Ziaee, & Baines 2020).

Tuotantotalouden sekä sosiaali- ja terveydenhuollon tutkimuksen yhdistäminen, uudistaminen ja erilaisten vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen on välttämätöntä, koska yhteiskunnan muutokset ovat tehneet monet aikaisemmista käsityksistä vanhentuneiksi. Digitaaliseen kaksoseen liittyvästä tutkimus- ja kehittämistyöstä huolimatta siihen liittyvä tieto on hajanaista, eikä asiantuntijoiden mielipiteitä juuri ole kerätty huolimatta viime vuosikymmenien laajoista ja syvällisistä palvelurakenteen muutoksista. Digitaalisen kaksosen vaikutukset organisaatioihin ja yhteiskuntaan ovat suhteellisen tuoreita, monimutkaisia, ja osa vaikutuksista voidaan osoittaa vasta viiveellä. (Alasoini 2019; Lim, Zheng, & Chen 2020; Juárez-Juárez, Botti, & Giret Boggino 2021.) Tutkimus lisää tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä

ja dataan pohjautuvasta arvonluonnista sosiaali- ja terveydenhuollossa. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää tutkimuksessa, koulutuksessa, palveluiden ja teknologioiden kehittämisessä sekä sosiaali- ja terveydenhuollon päätöksenteossa.

## 1.2 Työn tavoite ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä sosiaali- ja terveydenhuollossa. Tutkimuskysymykset olivat:

- Mitä käyttötarkoituksia digitaalisella kaksosella on sosiaali- ja terveydenhuollossa?
- Miten digitaalista kaksosta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa sosiaali- ja terveydenhuollossa?
- Millaisia haasteita digitaalisen kaksosen käytöllä nähdään sosiaali- ja terveydenhuollossa?

Tuotantotaloudessa olemassa oleva tieto ja tieteenalan sisäinen logiikka vaikuttivat tutkimusaiheen valintaan. Tutkimusta ohjasivat tuotantotaloudessa hyväksytyt oletukset siitä, minkä tyyppisiä asioita maailmassa on, mitä teorioissa oletetaan, millaisia menetelmiä käytetään, ja millaiset tutkimuskysymykset ovat mielekkäitä. Tämä tutkimus yhdisti tuotantotalouden, sosiaali- ja terveydenhuollon sekä tulevaisuudentutkimuksen tutkimusparadigmoja, eri tieteenalojen vakiintuneita käsityksiä tutkimuskohteista, -menetelmistä sekä yleisesti toimintaa ohjaavista lähtökohdista. Tulevaisuudentutkimus on poikkitieteellinen tiedonala, jossa tuotetaan eri tieteenaloille tutkimustuloksia ja pyritään muodostamaan niiden perusteella johtopäätöksiä sekä näkemyksiä mahdollisista tulevaisuudenskenaarioista. (Kuhn 1962; Putnam 1975; Niiniluoto 1997; Linturi, Linturi & Rubin 2013.)

Tutkimus kohdistui digitaalisen kaksosen hyödyntämiseen sosiaali- ja terveydenhuollossa. Pelastustoimen yhdistäminen sosiaali- ja terveydenhuollon toimintaan tapahtui vuoden 2023 alussa, ja tutkimus digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä keskittyi sinänsä laajaan alueeseen sosiaali- ja terveydenhuoltoon. Pelastustoimen näkökulma rajautui tutkimuksessa ohuemmaksi ja korostui sairaaloihin linkittyvään onnettomuuksien hoitoon ja ensiapuun. Tutkimuksessa pidettiin tärkeänä yhdistää digitaalinen kaksonen laajempaan teoreettiseen

viitekehukseen digitaaliseen arvonluontiin ja palvelullistamiseen, koska ne palvelivat tutkimusongelman ymmärtämistä.

### 1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen toteutus alkoi tutkimusprosessin hahmottamisella ja tutkittavaan ilmiöön sopivan tutkimusasetelman laatimisella. Kokonaiskuvan saamiseksi ilmiöstä kerättiin tietoa aiemmin tehdyistä suomen- ja englanninkielisistä tutkimuksista. Aineistohakuja tehtiin esimerkiksi Scopus ja LUT Primo -tietokannoista käyttämällä työn keskeisiä käsitteitä digitaalinen kaksonen (digital twin), dataan perustuva arvonluonti (data based value creation), digitaalinen palvelullistaminen (digital servitization), sosiaali- ja terveydenhuolto (social welfare and healthcare service), hyvinvointialue (wellbeing services county, welfare regions) ja pelastustoimi (emergency, rescue service). Kuviossa 1 on esitetty tutkimuksen keskeiset elementit.



Kuva 1. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys muodosti pohjan tutkimusasetelmalle, antoi tutkimukselle tieteellisen perustan, määritteli keskeiset elementit ja käsitteet sekä linkittyi aiheesta koskevaan tieteelliseen teoriaan. Ilmiön laaja-alaisuuden vuoksi oli aiheellista käyttää tutkimuksessa erilaisia aineistoja (aineistotriangulaatio) ja tiedonhankintamenetelmiä (menetelmätriangulaatio). Triangulaatio ilmeni tutkimuksessa eri aineistojen ja tutkimusmenetelmien yhdistämisenä ja mahdollisti monipuolisen ymmärryksen tutkittavasta ilmiöstä. (Denzin 1989; Teddlie & Tashakkori 2006; Creswell & Plano Clark 2011, 5; Mengshoel 2012.)

Tutkimus sijoittui laadullisen metodologian paradigmaan ja korosti tiedon käytännöllistä luonnetta. Tutkimusprosessi eteni kokonaisuudessaan taulukon 1 mukaisesti (Kuusi 1996; Uusitalo 2001; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007).

Taulukko 1. Tutkimusprosessin eteneminen

Tutkimusprosessin vaihe	Tutkimusaineisto	Analyysimenetelmä	Tulos
Perehtyminen aikaisempaan aihetta koskevaan tutkimuskirjallisuuteen	-Keskeiset käsitteet -Aikaisemmat tutkimusmenetelmät ja -tulokset	-Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	-Tutkimuksen teoreettinen viitekehys -Tutkimusaukkojen löytyminen -Tutkimusongelman rajaus, tavoitteen määrittely
Kirjallisuuskatsaus teemojen rakentamiseksi	-Tutkimukset aiheesta (n=33)	-Integroitu kirjallisuuskatsaus -Induktiivinen sisällönanalyysi	-Väittämien laatiminen, esitestaaminen
Asiantuntijapaneelin valinta ja kutsuminen	-Ensimmäinen Delfoi-kysely eDelphi-ohjelmassa (n=12)	-Delfoi-tutkimus -Sisällönanalyysi	-Asiantuntijoiden näkemykset -Toisen kierroksen väittämien laatiminen
Toisen kyselykierroksen toteuttaminen	-Asiantuntijapaneeli eDelphi-ohjelmassa (n=9)	-Delfoi-tutkimus -Sisällönanalyysi	-Asiantuntijoiden näkemykset
Raportointi tutkimuksen tuloksista	-Koko tutkimuksen materiaali		-Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksessa sovellettiin yhtä tulevaisuudentutkimuksen menetelmää, Delfoi-menetelmää, joka toteutettiin eDelphi-ohjelmistolla. Tutkimuksessa arvioitiin vaihtoehtoisia kehityskulkuja ja tulevaisuudenskenaarioita, sekä tunnistettiin uusien löydösten suhteet aiempaan teoriaan.

#### 1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus koostuu seitsemästä luvusta, joista ensimmäisessä esitetään tutkimuksen tausta, tarkoitus, tutkimuskysymykset ja tutkimuksen rajaus. Toisessa pääluvussa käsitellään teoria tutkimuksen keskeisistä käsitteistä datapohjaisesta arvonluonnista, digitaalisesta palvelullistamisesta, digitaalisesta kaksosesta ja sosiaali- ja terveydenhuollon erityispiirteistä tutkimuksen näkökulmasta. Luvussa kolme kuvataan tutkimusprosessi ja -menetelmät. Lukuun neljä koottiin integroivan kirjallisuuskatsauksen tulokset digitaalisen kaksosen

hyödyntämisestä sosiaali- ja terveydenhuollossa. Viides luku sisältää Delfoi-tutkimuksen tulokset. Luvussa kuusi esitetään tutkimuksen johtopäätökset, arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta ja eettisyyttä sekä esitetään jatkotutkimusehdotuksia. Viimeisessä luvussa seitsemän on yhteenveto koko tutkimuksesta. Kuviossa 2 esitetään panos-tuotoskaaviolla tutkimuksen rakentuminen.



Kuva 2. Panos-tuotoskaavio tutkimuksen rakentumisesta

Tavoitteena oli muodostaa tutkimuksesta eheä, looginen kokonaisuus, jossa tutkimuksen luvut nivELYIVÄT kiinteästi yhteen ja tutkimusprosessi eteni selkeästi.

## 2 Tutkimuksen teoreettinen viitekehys

Kappaleessa tiivistetään aikaisempien tutkimusten keskeiset tulokset datapohjaisen arvonluonnin, digitaalisen palvelullistamisen, digitaalisen kaksosen sekä sosiaali- ja terveydenhuollon tutkimuksista. Digitaalisen kaksosen hyödyntämistä tarkasteltiin erityisesti Kohtamäki et al. 2019 esittämän teorian kautta, jonka mukaan yritysten digitaalisen palvelumallin arvon luominen ulottuu yrityksen rajojen ulkopuolelle ekosysteemiin eri teknologioiden ja verkostojen avulla.

### 2.1 Datapohjainen arvonluonti

Datapohjaisella arvonluonnilla tarkoitetaan dataan perustuvan arvon tuottamista eri toimijoille. Esimerkiksi Lim, Kim, Kim, Heo, Kim & Maglio (2018) tunnistivat yhdeksän tekijää, jotka määrittivät dataan pohjautuvaa arvonluontia: 1) tietolähde, 2) tiedonkeruu, 3) tieto tietolähteestä, 4) data, 5) data-analyysi, 6) tiedon toimitus, 7) tiedon käyttäjä, 8) tiedonkäytön arvo ja 9) toimittajaverkosto. Huhtala (2022) kuvaa datapohjaista arvonluontia iteratiivisena, monipaikkaisena ja kollaboratiivisena prosessina eri palveluverkostoissa.

Digitaalisen kaksosen mahdollistamaan palvelutoimintaan siirtyminen edellyttää siirtymistä resurssien hallinnasta resurssien ohjaamiseen, sisäisistä prosesseista ulkoiseen vuorovaikutukseen ja asiakkaan kokemasta arvosta ekosysteemin rajat ylittäviin arvoverkostoihin (Watanabe & Ilmola 2018, 5). Digitaalisen kaksosen eri teknologiat muodostavat arvoketjun, jonka toimijat sekä tuottavat että käyttävät yhteisesti kerättyä dataa. Verrattuna aiempiin tapoihin toimia erillisissä siloissa, ekosysteemit luovat mahdollisuuksia tuottaa jaetusta datasta ekosysteemin toimijoille enemmän arvoa kuin ne luovat ilman ekosysteemiä. Ekosysteemin toimijoiden riippuvaisuus muista lisääntyy ja yksittäisen organisaation näkökulma laajenee koko ekosysteemiä koskevaksi. (Van Alstyne, Parker & Choudary 2016, 3.) Kommunikaatioverkoston arvo on verrannollinen verkoston käyttäjien lukumäärän neliöön ( $n^2$ ),



ja jokainen palvelun tai tuotteen uusi käyttäjä kyseessä olevassa verkossa tuottaa lisäarvoa myös muille (Metcalfen laki) (Yoo 2015; Zhang, Liu & Xu 2015).

Digitaalisen kaksosen onnistunut soveltaminen auttaa datapohjaisen arvonluonnin kehittymistä. Aiemman tutkimuksen perusteella datapohjaisen arvonluonnin hyötyjä ovat kustannusten väheneminen, operatiivisen ja organisatorisen tehokkuuden lisääntyminen, teknologisten taitojen edistäminen, uudet innovaatiot ja liiketoimintamallien lisääntyminen. Yhteiset teknologiat mahdollistavat toimijoiden oman resurssisidonnaisuuden vähenemisen. Muutos datapohjaiseen arvonluontiin edellyttää arvojen, organisaatiokulttuurin, johtamisen ja kannusteiden kehittämistä. (Evans & Gawer 2016, 20; Khademi 2020.)

Datapohjaisen arvonluonnin kehitys etenee tutkimusten mukaan vaiheittaisesti ja kehittäminen tapahtuu edelleen pääosin yritysten sisällä sekä rajatuissa verkostoissa. Menestyminen edellyttää verkostovaikutusta edistävää, skaalautuvaa ja eri teknologioita yhdistävää mallia, jossa teknologisen ekosysteemin hallinta yhdistyy liiketoimintaan. Datan jakaminen ekosysteemin toimijoiden kesken edellyttää luottamusta, yhteisiä sääntöjä, hyötyä osapuolille, toimivia teknologisia ratkaisuja sekä avoimia rajapintoja. (Adner 2006; der Borgh, Cloudt & Romme 2012; Valkokari, Seppänen, Mäntylä & Jylhä-Ollila 2017; Khademi 2020.) Organisaatioiden väliset suhteet ekosysteemissä kehittyvät yhteistyön, konfliktien ja kompromissien kautta muuttaen toimijoiden asemaa sekä muodostaen uusia rooleja (Poppo & Zenger 2002).

Ekosysteemi on moniulotteinen ilmiö, mikä tekee sen tutkimuksesta, organisoinnista ja johtamisesta haastavaa. Tutkimus keskittyy enemmän yritystason strategioihin yritysekosysteemeissä sen sijaan, että muodostuisi esimerkiksi kokonaisia innovaatioekosysteemejä. (Pellicka & Ali-Vehmas 2016; Spigel 2017.) Yritysten haaste on luoda teknologisia ekosysteemin hyödyntämistä tukevia rakenteita ja toimintamalleja arvon luomisessa sekä jakamisessa. Ongelmaksi voi muodostua keskittyminen teknologiaan, ja ohjelmistojen kehitykseen ekosysteemin toimintamallien tai osaamisen kehittämiseen sijaan (der Borgh, Cloudt & Romme 2012; Evans & Gawer 2016, 20; Khademi 2020). Digitaalisen kaksosen teknologioiden yhteiskehitys hämärtää työntekijöiden perinteisiä rooleja sekä organisaatioiden

arvonluontia, toiminnan arvioimista ja mittaamista. Vaikka ekosysteemit ovat konteksteina yleistyneet liiketoiminnassa esimerkiksi ohjelmisto- ja viestintäteknikassa, ekosysteemien tutkimus sosiaali- ja terveydenhuollossa on alikehittynyttä ja -teoretisoitua (myös Muegge 2013). Tutkimusten mukaan ekosysteemin haasteet liittyvät yritysten, ja alueiden väliseen yhteistyöhön sekä jaetun datan arvon tunnistamiseen (Amit & Zott 2001; Fichter 2009; Lopez, Castillo & Corchado 2021). Haasteena datapohjaisessa arvonluonnissa on toimivan toimintamallin luominen, palveluiden kaupallistaminen, rahoituksen ja käyttäjien hankkiminen. Poliittikan ja lainsäädännön näkökulmasta datapohjaisen toiminnan edistäminen tunnistetaan monitahoiseksi haasteeksi, koska hallinto ja johtaminen eivät yksiselitteisesti tue ilmiötä. Tarvitaan uudenlaista politiikkaa datatalouden edistämiseksi. (Paavola, Seppänen & Eloranta 2021, 20.)

## 2.2 Digitaalinen palvelullistaminen

Digitaalinen kaksonen on yksi digitaalisen palvelullistamisen esimerkki. Digitaalinen palvelullistaminen -käsite määritellään siirtymäksi tai prosessiksi tuotteista älykkäisiin, autonomisiin ratkaisuihin, sekä tuotepalvelujärjestelmiin. Digitaalinen palvelullistaminen -käsite on digitaalisten laitteiden hyödyntämistä muutoksessa, jossa yritys siirtyy tuotteista palvelumalliin. Käsite tarkoittaa prosessien, ja tarjonnan muutosta yrityksissä sekä niiden ekosysteemissä luoden arvoa digitaalisten teknologioiden avulla. (Sklyar et al. 2019; Naik et al. 2020; Sjärdina, Paridaa, Kohtamäki & Wincent 2020; Gebauer, Paiola, Saccani & Rapaccini 2021; Paune, Dahl & Peltier 2021; Tronvoll, Sklyar, Sörhammar & Kowalkowski 2021.) Digitaalinen palvelullistaminen -käsitteeseen liittyvät alustat (platforms) (Cenamora, Sjärdin & Parida 2017), ja datan hyödyntäminen (exploitation of big data) (Holmström & Partanen 2014; Vendrell-Herrero, Bustinza, Parry, & Georgantzis 2017).

Digitaalinen palvelullistaminen -käsitteellä on yhtäläisyyttä digitalisaatio (digitalization, digitalisation) ja digitaalinen transformaatio (digital transformation) -käsitteisiin. Digitalisaatio -käsite näyttäytyy kirjallisuudessa laajana kattokäsitteenä, joka käsittää erilaisten digitaalisten palvelujen, tieto- ja viestintäteknikan (information and communication technology, ICT) ratkaisujen sekä teknologioiden, kuten esineiden internetin (Internet of Things, IoT),

robotiikan (robotics), koneoppimisen (Machine Learning, ML) ja keinoälyn integrointia organisaatioiden toimintaan (myös Alasoini 2019). Digitaalinen transformaatio -käsite, kuten digitalisaatiokin, on käsitteenä monisyinen, kompleksinen ja jatkuvasti muuttuva (Osmundsen, Iden & Bygstad 2018; Hartl 2019, 5–6; Vial 2019). Kyse ei ole pelkästään uusien teknologioiden käyttöönottamisesta tai vanhojen prosessien siirtämisestä digitaaliseen muotoon, vaan käsitteet tarkoittavat toimintojen kokonaisvaltaista muutosta, josta seuraa ihmisten käyttäytymisen, markkinoiden, yritysten ydintoiminnan ja koko yhteiskunnan radikaali muuttuminen. (Naisbitt 1982; Castells 2007; Ilmarinen & Koskela 2015, 21–22; 239–240; Opresnik & Taisch 2015; Demirkan, Spohrer & Welser 2016, 14–15; Hesse 2018, 1854; Vial 2019, 121; Eloranta, Ardolino & Sacconi 2021.)

Digitaalinen transformaatio -käsitteeseen liittyy laajempi yhteiskunnan vallankumous, ja koko toimintaympäristön muutos, jossa painottuvat arvon tuottaminen organisaatiolle, asiakkaille, sidosryhmille ja yhteiskunnalle. Digitaalinen transformaatio tapahtuu yritysten uusien toimintamallien ja innovaatioiden muokatessa taloutta, ja ihmisten hyödyntäessä teknologiaa, sekä toiminnan tuottaessa arvoa toimijoille. Digitaalinen palvelullistaminen -käsitteen merkitys laajenee yrityksen palvelumallin siirtymäksi. Palvelullistamisella pyritään tarjoamaan tuotteiden lisäksi palveluita ja luomaan näin asiakkaalle lisäarvoa. Eri teknologiat ovat tärkeässä osassa palvelullistamista lisäämällä uusia toimintoja ja tapoja palvella asiakasta digitaalisen kaksosen järjestelmillä. (Lightfoot, Baines & Smart 2013; Kamp & Parry 2017, 12.)

Palvelullistamisen ensimmäisellä tasolla yritykset tarjoavat tukipalveluita, konsultointia, ja erilaisten palvelujen hybridimuotoja. Yksinkertaisimmillaan digitaalinen palvelullistaminen muodostetaan sisäisten prosessien ympärille esimerkiksi viestinnän teknologioilla asiakkaan suuntaan (esim. Vendrell-Herrero, Bustinza, Parry, & Georgantzis 2017). Teollinen palvelullistaminen on yksinkertainen palvelullistamisen muoto (Kindström 2010, 488; Coreynen, Matthyssens & Van Bockhaven 2017, 49; Kamp & Parry 2017, 12). Kaupallisessa palvelullistamisessa yritys toimii lähellä asiakasrajapintaa ja palvelullistamisella pyritään lisäämään vuorovaikutusta asiakkaaseen, palvelut kohdistuvat asiakkaan prosesseihin ja vuorovaikutuksen eri muotoihin. Digitaalisilla palveluilla tarjotaan esimerkiksi itsepalveluportaaleja ja

yhteydenottotapoja, joilla asiakas toimii itsenäisesti, mutta linkittyneenä yritykseen. Yritys kerää lisätietoa asiakkaan tarpeista ja edistää asiakkaan sitoutumista yritykseen. Kaupallisella palvelullistamisella yritykset yhdistävät asiakkaalle tarjottavat teknologiat ja kehittävät niihin liittyviä prosesseja. (Kowalkowski, Gebauer, & Brehmer 2017, 8; Kohtamäki et al. 2019.)

Digitaalisen palvelullistamisen ylin taso on palvelullistaminen arvonluonnin kautta, jolloin yrityksen arvoketjuja muokataan liittämällä asiakkaiden prosesseihin digitaalisia tuotteita. Palvelullistaminen arvonluonnin kautta tarjoaa monipuolisia vuorovaikutusmahdollisuuksia, joissa sidosryhmien tarpeet analysoidaan tarkemmin verrattuna tuoteliiketoimintaan. Arvoa lisäävien palveluinnovaatioiden onnistumisessa tarvitaan prosessien rajojen rikkomista, resurssien, ja kyvykkyyksien yhdistämistä sekä arvon visualisointia asiakkaalle. Yritys työskentelee tällöin lähellä asiakkaan liiketoimintaa. (Kindström 2010; Coreynen et al. 2017, 49; Kowalkowski, Kindström & Gebauer 2013; Chen, Visnjic, Parida & Zhang 2021.)

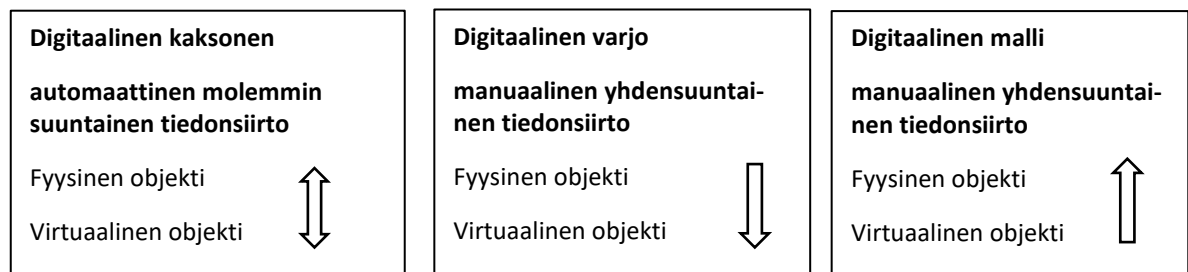
Tutkimus osoittaa, että digitaalisten alustojen ja asiakasrajapintojen yhtenäisyys voi parantaa sekä tehokkuutta että asiakkaiden tarpeisiin reagointikykyä. Palveluliiketoimintaan siirtymisen onnistuminen riippuu organisaation rakenteesta ja siirtymästä asiakaskeskeiseen strategiaan, organisaatioon sekä kulttuuriin. Tutkimus osoittaa palvelun digitalisoinnin onnistumisen vaativan johdon sitoutumista, määrätietoista ja koordinoitua johtamista, ymmärrystä asiakkaan liiketoiminnasta sekä toimintaympäristöstä (Valtakoski 2017, 146; Sjärdina et al. 2020; Gebauer et al. 2021).

Digitaalisen palvelullistamisen esteet voivat olla teknisiä, taloudellisia, rakenteellisia, toiminnallisia sekä asenteellisia. Tekniset esteet liittyvät esimerkiksi digitaalisen kaksosen teknologioiden integroinnissa prosesseihin (Antikainen et al. 2018). Kustannukset voivat nousta suureksi johtuen teknologiasta ja manuaalisesta työstä. Organisaatiot ovat alueellisesti hajallaan ja tavoitteiltaan erilaisia, jonka vuoksi ekosysteemin muutos digitaaliseen palvelullistamiseen voi olla monimutkainen. Digitaalinen palvelullistaminen voi epäonnistua, jos palvelut eivät kohtaa asiakkaiden tarpeita, eivätkä tuota riittävästi arvoa asiakkaalle tai jos oikea tieto resursseista, ja asiakkaan tarpeista puuttuu. (Lusch & Nambisan 2015; Paiola

& Gebauer 2020 ; Coreynen, Matthyssens & Vanderstraeten 2020; Favoretto, Mendes, Oliveira, Cauchick-Miguel & Coreynen W. 2022; Gebauer et al. 2021; Jovanovic, Sjödin & Parida 2021.)

### 2.3 Digitaalinen kaksonen

Digitaalinen kaksonen tarkoittaa joukkoa erilaisia teknologioita, jonka avulla mallinnetaan ja simuloidaan virtuaalisesti fyysisiä tuotteita tai järjestelmiä. Digitaalinen kaksonen on virtuaalinen kopio laitteesta, palvelusta tai prosessista, joka on kytketty fyysiseen tuotteeseen. Digitaalinen kaksonen koostuu kolmesta tasosta, komponentista, osasta ja eri teknologioista, jotka ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa vaihtaen dataa keskenään. (Wang, Ye, Gao, Li & Zhang 2018; Tao, Qi, Wang & Nee 2019; Jones, Snider, Nassehi, Yon & Hicks 2020; He & Bai 2021.) Jones et al. (2020) jakavat digitaalinen kaksonen -käsitteen fyysiseen ja virtuaaliseen kokonaisuuteen, ympäristöön, toistokykyyn, tilaan, parametreihin, fyysisestä virtuaaliseen yhteyteen, virtuaalisesta fyysiseen yhteyteen, sekä datan omistajuuteen. Digitaalisen kaksosen toiminta poikkeaa simulaatiosta ja mallinnuksesta, koska digitaalinen kaksonen on sidoksissa fyysiseen maailmaan ja datavirta fyysisten sekä digitaalisten kohteiden välillä on integroitu molempiin suuntiin. Digitaalisen mallin ja digitaalisen varjon tiedonsiirto ei tapahdu vuorovaikutteisesti ja vaan tiedonsiirto on yksisuuntaista ja sisältää manuaalisia toimintoja. (Jones et al. 2020; Khan, Arslan & Ratnarajah 2022ab.) Kuvassa 3 on kuvattu digitaalisen kaksosen, digitaalisen varjon ja digitaalisen mallin käsitteitä.



Kuva 3. Digitaalinen kaksonen ja lähikäsitteet

Samankaltaisia tai osittain päällekkäisiä käsitteitä digitaalisen kaksosen kanssa ovat myös digitaalinen vastine, virtuaalinen kaksonen ja virtuaalinen objekti (Autiosalo 2018).

Digitaalisen kaksosen soveltaminen alkoi tarpeesta seurata, simuloida ja tarkastaa reaaliaikaisesti laitteita sekä monimutkaisia järjestelmiä. Kolmiulotteisen visualisoinnin avulla on mahdollista luoda realistisen toimintaympäristön malli, seurata rakennusten, laitteiden ja prosessien toimintaa, laitteiden huoltokustannuksia, ja ennakoida ongelmia. Visualisoinnin avulla digitaalinen kaksonen ei vain siirrä reaaliaikaista tietoa vaan se voi ennustaa tulevaa kehitystä tai muutosta, auttaa käyttäjää tarkastelemaan, ja ennakoimaan monitahoisia ilmiöitä sekä ymmärtämään tulevaisuuden mahdollisuuksia. (Errandonea, Beltrán & Arrizabalaga 2020; Hilbolling, Berends & Deken 2020; Aheleroff, Xu, Zhong & Lu 2021; He & Bai 2021; Sahal, Alsalmi & Brown 2022.) Digitaalisen kaksosen hyötyjä ovat visualisointi, skenaarioiden muodostaminen, sidosryhmien yhteistyö, rakentamisen ja suunnittelun automaatio, virheiden tai riskien tunnistaminen sekä esimerkiksi liikenteen kokonaisvaikutuksien hahmottaminen. (Tao et al. 2019; Fuller et al. 2020; Jones et al. 2020; Aheleroff et al. 2021; Elayan, Aloqaly & Guizani 2021.)

Aiempi tutkimus tunnistaa digitaalisen kaksosen hyödyntämisen suurimmiksi esteiksi ekosysteemin prosessien monimutkaisuuden ja teknologiset haasteet. Digitaalisen kaksosen haaste on myös teknologian korkea hinta, joka johtuu osittain manuaalisesta työstä. Käyttöä haittaavat myös ymmärryksen ja arvostuksen puute, sekä tietoturvan epävarmuus. Haasteita aiheuttavat myös epäselvät liiketoiminta-arviot, alhaisen pääoman tuotto, epäonnistuminen hinnoittelussa, luottamuksen rakentamisessa, kilpailuaseman ylläpidossa tai myöhästyminen kaupallisilta markkinoilta. (Kharat, Bavane, Jadhao & Marode 2018; Tao, Cheng, Qi, Zhang, Zhang, & Sui 2018; Defraeye, Shrivastava, Berry, Verboven, Onwude, Schudel & Rossi 2021.)

Digitaalinen kaksonen käyttää erilaisia teknologioita, kuten tekoälyä (Artificial Intelligence, AI), esineiden internetiä (Internet of Things, IoT), data-analytiikkaa (data analytics), virtuaalista (VR) ja lisättyä todellisuutta (AR), jotka perustuvat laitteiden automaattiseen tiedonsiirtoon, etäseurantaan tai -ohjaukseen internetin kautta (Wang, Ye, Gao, Li & Zhang 2018; Tao et al. 2019). Tutkimuksissa korostui sensoreiden linkitys digitaaliseen kaksoseen, ja näkemys, ettei pelkkä 3D-malli täytä digitaalisen kaksosen vaatimuksia. Digitaaliseen kaksoseen olisi syytä yhdistää myös muita tietolähteitä, kuten avointen rajapintojen kautta

haettua informaatiota. Alustatalouden toimintamallit toteutuvat palvelualustoina, joihin liitytään teknisten rajapintojen (Application Programming Interface, API) kautta. API:t mahdollistavat palveluiden tarjonnan eri toimijoille monikanavaisesti, joiden kautta jaetaan yhteinen, kaikkien hyödynnettävissä oleva tieto. Esimerkiksi yrityksen tuotteiden varastotilanne näkyy eri järjestelmissä, yrityksen kassalla, asiakkaan tietojärjestelmässä ja yrityksen verkkokaupassa.

Esimerkiksi IoT yhdistettynä data-analytiikkaan tarjoaa ennakoivaa laitteen ylläpitoa, vian kartoitusta, valmistusprosessia sekä tietoa älykkäiden kaupunkien kehittämiseen sekä liikenteenhallintaan. Teknologia mahdollistaa fyysisen tuotteen toiminnan digitaalisen parinsa ehdotusten mukaisesti. (Fuller et al. 2020.) Teknisten rajapintojen lisäksi yhteisiin teknologioihin liittyvät sopimukset ja käyttöehdot, joissa määritellään, miten alustan tarjoamia palveluita sekä tietoja hyödynnetään (Neittaanmäki, Lehto & Savonen, 2021). Digitaalisen kaksosen kehittäminen vaatii poikkitieteellistä yhteistyötä teknologian eri osaluilla. Eri toimijat käyttävät omia teknologioita ja menetelmiä, joiden rajapinnat eivät välttämättä sovi yhteen. Tämä voi olla este esimerkiksi Teollisuus 4.0:n kokonaisuuksien toteuttamiselle sosiaali- ja terveydenhuollossa (esimerkiksi Laaki, Miche & Tammi 2018).

#### 2.4 Sosiaali- ja terveydenhuolto, hyvinvointialue

Sosiaali- ja terveydenhuolto Suomessa on kehittynyt 1980-luvulle saakka vallassa olleesta hierarkkisesta, keskusjohtoisesta byrokratiajärjestelmästä joustavampiin, vuorovaikutteisiin muotoihin, joissa muutoksella ja teknologialla on keskeinen rooli (Itkonen 2004, 349; Vuori 2005, 76; Juuti 2013, 136). Sosiaali- ja terveydenhuollossa korostetaan edelleen sosiaali- ja terveydenhuollon toiminnan erityispiirteiden ymmärtämisen tärkeyttä (Kinnunen & Vuori 2005, 198–199). Vallitsevassa näkökulmassa sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioiden rakenteet, teknologia, tavoitteet, toimintatavat ja johtaminen eroavat muista organisaatioista. Tämä perustuu ajatukseen sosiaali- ja terveydenhuollon asiantuntijaorganisaation yhdistymisessä byrokraattiseen ja professionaaliseen organisaatiomalliin, jota julkinen sektori rahoittaa. Sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatiot ovat hierarkkisia, vahvasta asiantuntijuudesta, ja eri professioista koostuvia. Sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioiden toiminnan keskeinen lähtökohta on eettisyys, ja potilaita hoidettaessa syntyy tietynlainen,

toimintaan vaikuttava ympäristö. Erityisenä piirteenä sosiaali- ja terveydenhuollossa ovat johtamista ohjaavat poliittiset päätökset ja terveystalouden tarpeen kasvaminen nopeammin kuin yhteiskunta kykenee niitä järjestämään. (Sinkkonen & Taskinen 2002; Kinnunen & Vuori 2005, 198–199; Vuori 2005, 76.)

Sosiaali- ja terveydenhuollolla on yhteiskunnassa laaja tehtävä tuottaa tietoa, osaamista ja ratkaisuja, joilla pyritään vaikuttamaan väestön terveyteen sekä hyvinvointiin. Sosiaali- ja terveydenhuollon sekä pelastustoimen uudistuksessa (sote- ja pela-uudistus) vastuu sote-palvelujen ja pelastustoimen järjestämisestä siirtyi 1.1.2023 kunnilta hyvinvointialueille. Hyvinvointialue on kunnista ja valtiosta muodostettu julkisoikeudellinen yhteisö, jolla on itsehallinto ja jonka rahoitus perustuu aluksi pääosin valtion rahoitukseen. (Valtioneuvosto 2021a.) Suurilla sosiaali- ja terveydenhuollon järjestäjillä on tarkoitus turvata sekä palvelujen saatavuus että johtamisen ja toiminnan koordinoitua. Sosiaali- ja terveydenhuollon rakenteet uudistetaan yhdenvertaisten palvelujen takaamiseksi eri alueille. Sote-uudistuksen palveluintegraatiossa datalähtöinen tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta liitettiin osaksi kokonaisuutta. (Valtioneuvosto 2021b.)

Meneillään oleva sosiaali- ja terveystalouden rakenneuudistus edellyttää järjestelmän ja palvelujen kehittämistä. Terveydenhuollon toimintakenttä muuttuu teknologian edistyessä. (Jauhiainen et al. 2017, 137; Poncette et al. 2020, 2.) Digitaalinen kaksoinen muuttaa toimintatapoja, organisaatorajoja ja edellyttää julkisen, yksityisen sekä kolmannen sektorin toimijoiden yhteistyötä uusien palvelujen muodostamisessa. Digiosaamisen vahvistaminen, toimivat palvelut ja prosessien ajanmukaistaminen ovat avainasemassa digitaalisten palvelujen onnistuneessa käyttöönotossa. (Kivekäs et al. 2019, 30; Karatas, Eriskin, Deveci, Pamucar & Garg 2022; Lv., Yang, Qin, Cao & Xu 2022.)

Aiempi tutkimus osoittaa digitaalisen kaksoisen käytön kehittävän sosiaali- ja terveydenhuollon palveluja, yhteydenpitoa asiakkaiden ja ammattilaisten välillä sekä ratkaisevan monia haasteita, kuten tiedon jakamista, toiminnan optimointia, sairauksien diagnosointia, ja lääkityksen toimivuutta. Terveystietojen kerääminen, analysointi, ja hyödyntäminen sekä yksilöidyt, kohdennetut hoidot ovat esimerkkejä digitaalisen kaksoisen mahdollisuuksista.



Virtuaalisella kopiolla potilaasta tai potilaan hoitoketjusta voidaan seurata potilaan terveydentilaa, toimenpiteiden suorittamista ja ennakoida tulevaisuuden kehitystä. (Tao, Cheng, Qi, Zhang, Zhang, & Sui 2018; Hasselgren, Rensaa, Krlevska, Akash Gligoroski & Faxvaag 2021; Akash & Ferdous 2022; Hassani, Huang & Macfeely 2022ab; Sahal, Alsamhi & Brown 2022.)

Digitaalisen kaksosen täysimittainen hyödyntäminen sosiaali- ja terveydenhuollossa on edelleen harvinaista. Tämä johtuu digitaalisen kaksosen teknologioiden kustannuksista, teknologian ja toiminnan yhteensopimattomuudesta, standardiarkkitehtuurin puutteesta, ja riittämättömästä luottamuksesta, osaamisesta sekä pätevästä henkilöstöstä. Digitaalisen kaksosen robotiikka esimerkiksi kirurgiassa ei ole ollut ongelmatonta. Haasteena on ilmennyt oikea-aikaisen palautetiedon liikkuminen kirurgille, yhteistyö, kommunikointi etä- ja paikallistiimien kanssa, laitteen kalibrointi, luotettavuus sekä kyberturvallinen yhteys. (Laaki, Miche & Tammi 2019.)

Digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuuksia on esimerkiksi logistiikan järjestämisessä, resurssien allokoinnissa, hallinnon ja toimintaprosessien kehittämisessä sekä etämonitoroinnissa. (Altmann, Nagle & Tushman 2020; Hasselgren et al. 2021; Elkefi & Asan 2022; Hassani, Huang & Macfeely 2022 ab.) Sosiaali- ja terveydenhuollon ongelmaksi on muodostunut ihmisten palaaminen takaisin hoitopalveluihin saamatta apua ensimmäisellä kerralla (häiriökysyntä). Integroimalla palveluita ja hyödyntämällä entistä enemmän moniammatillisuutta sekä esimerkiksi digitaalisia ratkaisuja, on mahdollista vähentää häiriökysyntää, kehittää palveluita niin asiakkaan, ammattilaisen kuin organisaation näkökulmasta. (Found, Walley & Williams 2018.)

Aikaisempi tutkimus osoittaa, että työntekijöiden ikääntyminen, palvelujen laatuun ja saatavuuteen kohdistuvat paineet sekä vanhat johtamistavat tuovat julkisen sektorin palveluihin haasteita (Hill et al. 2002; Verma, Fitzsimmons, Heineke & Davis 2020; Lv et al. 2022). On tärkeä ennakoida tulevaisuudessa tarvittavia palveluja ja sitä, miten digitaalinen kaksosen toimintaa muuttaa. Organisaatioissa on syytä arvioida, mitä haasteita digitaalisen kaksosen teknologiat tuovat esimerkiksi henkilökunnan osaamisen kehittämiseen. (Myös Jauhiainen

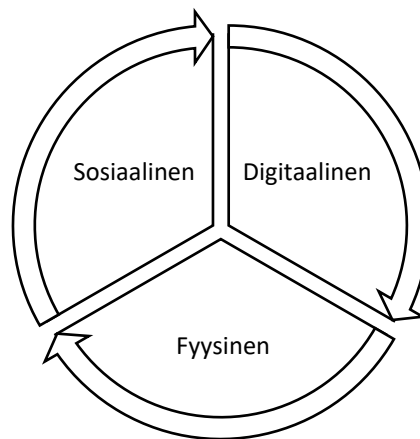
et al. 2017, 137; Tevameri 2021, 7, 13.) Tutkimuksissa tuotiin esiin tarve sosiaali- ja terveydenhuollon ammattilaisten digitaalisen osaamisen kehittämiseksi, jotta teknologioiden hyödyt saadaan paremmin käyttöön (Shiferaw et al. 2020, 2).

Digitaalisen kaksosen teknologioiden integrointi organisaatioiden toimintaan voi olla vaikeaa. Sosiaali- ja terveydenhuollon muutosta rajoittavat kompleksinen toimintaympäristö, moninaiset ammattilaisryhmät, tiukka ammattiryhmien ja yksikköjen reviirijako, erilaiset potilassegmentit, moniportaiset johtamistasot sekä erilliset toiminta- ja ajattelumallit. Ristiriitaisuuden kokemusta ylläpitävät siilot eri ammattiryhmien, osastojen ja erikoisalojen välillä, kokemus epäonnistuneesta muutosjohtamisesta sekä projektityöhön liitettyjen odotusten hankala toteutuminen käytännössä. Projekteja leimaa jännite yhteistyön, kilpailun sekä kontrollin välillä. Erityisesti sairaalaorganisaatioiden rakenteet ja toimintatavat ovat vakiintuneita, hierarkisia, byrokraattisia sekä konservatiivisia eikä niiden muuttaminen ole helppoa. (Haveri & Majoinen 2000, 29; Kinnunen & Vuori 2005; Kivinen 2008; Lunkka 2018.) Sosiaali- ja terveydenhuollossa eri asemassa olevat ihmiset osallistuvat johtamiseen ja päätökset sekä toiminta tapahtuvat eri alojen ammattilaisten johdolla. Tämän seurauksena voi syntyä yhteistyön hankaluuksia eri tasojen siiloumissa. (Kotter 1995, Gill 2003, 307–310; Wiili-Peltola 2005; Lluch 2011; Stensaker & Meyer 2012.)

Hyvinvointialueiden ekosysteemit rakentuvat rajat ylittäville, useiden toimijoiden väliselle vuorovaikutukselle, tiedon liikkumiselle ja yhteistyölle. Hyvinvointialueille voi kehittyä organisaatorajat ylittävien kumppanuuksien sekä datalähtöisten ekosysteemien prosesseja, joissa menestyminen vaatii datan hyödyntämistä laajasti. (Valtioneuvosto 2021b.) Pelastustoimen yhdistäminen sosiaali- ja terveydenhuoltoon tuo lisämahdollisuuksia palveluprosessien kehittämiseksi. Digitaalista kaksosta on mahdollista hyödyntää pelastustoimessa esimerkiksi hälytysajoneuvojen liikkumisen optimoinnissa, rakennusten paloturvallisuuden ja onnettomuusriskien arvioinnissa sekä riskienhallinnassa. (Wolf, Dawson, Mills & Morley 2022; Aluvalu, Mudrakola, Maheswari, Kaladevi, Sandhya & Bhat 2023.)

Yksityisen, julkisen ja kolmannen sektorin toimijoiden sekä palveluja käyttävien asiakkaiden välinen yhteistyö ja yhteiskehittäminen mahdollistaa ekosysteemien muodostamisen.

Asiakkaiden osallistumisen luonteen muuttuessa, ja palveluiden sähköistyessä toimijoiden roolit sekä organisaatioiden rajat muuttuvat yhä epäselvemmiksi. Digitaalinen, fyysinen, ja sosiaalinen ekosysteemi nivoutuvat asiakkaan näkökulmasta yhteen yhdeksi palveluprosessiksi (customer journey) (myös Bolton, McColl-Kennedy, Cheung, Gallan, Witell & Zaki 2018; Khademi 2020). Sosiaali- ja terveydenhuollon digitaalinen ekosysteemi ilmenee esimerkiksi eri organisaatiot yhdistävinä sähköisinä palveluina, fyysinen ekosysteemi sairaalana ja siihen linkittyvinä yksiköinä ja sosiaalinen ekosysteemi lisääntyvänä yhteistyönä, osallistumisena sekä sidosryhmien aktiivisena kommunikointina. Haasteena on tunnistaa ja yhdistää ekosysteemeissä vaikuttavat keskeiset toimijat, sekä palvelujen tuottamisen ja kehittämisen tekijät. Kuvassa 4 on kuvattu ekosysteemin yhteiskehittäminen digitaalisten palvelujen, kuten digitaalisen kaksosen avulla.



Kuva 4. Yhteiskehittäminen ekosysteemissä

Yhteistyö ja verkostoihin sijoittuva johtaminen korostavat jaettua valtaa, kumppanuutta ja yhteistä oppimista. Väistyviä piirteitä ovat yksityiskohtainen ohjeistaminen, rangaistukset, käskyt ja valvonta. (Grönroos & Perälä 2004, 5–6; Ropo et al. 2005, 18–21; Morse 2008, 82; Silvia 2011, 70; Ansell & Gash 2012, 1, 18; Gheni et al. 2015; Imperial et al. 2016, 126; Bredmar 2017; Niiranen 2017, 136; Alasoini 2019.) Verkostoissa eivät päde tavanmukaiset hierarkiamallit eikä selkeä johtamisauktoriteetti, vaan verkostojen johtajalta vaaditaan ymmärrystä yhteisestä visiosta, strategisen johtamisen osaamista, kykyä hahmottaa kokonaiskuva ja taito työskennellä yhteistyössä tavoitteiden saavuttamiseksi. (Töttö 2001; Pekkari- nen-Tapola-Haapala 2009; McGuire & Agranoff 2014, 153; Niiranen 2017, 136.)

## 3 Tutkimusprosessi ja -menetelmät

Tässä kappaleessa kuvataan tutkimuksen eteneminen ja tutkimusmenetelmät. Kappaleessa esitetään integroivan kirjallisuuskatsauksen, induktiivisen sisällönanalyysin ja Delfoi-menetelmän yhdistämä tutkimusstrategia.

### 3.1 Integroiva kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on joukko menetelmiä laajojen aineistojen käsittelyyn, tiivistämiseen sekä uuden tiedon tuottamiseen tieteelle tärkeistä kysymyksistä. Kirjallisuuskatsauksen tavoite tässä tutkimuksessa oli kaksijakoinen: toisaalta tiedon ja kokonaiskuvan kerääminen aiheesta sekä toisaalta Delfoi-tutkimuksen teemojen luominen, vaikka kirjallisuuskatsauksella voi olla muitakin tavoitteita, kuten mahdollisuus löytää aukkoja aiemmassa tutkimuksesta. (Baumeister & Leary 1997, 311–312; Paunonen & Vehviläinen-Julkunen 1997, 23; Tuomi & Sarajärvi 2009; Salminen 2011, 3–4, 9–11; Callahan 2014.) Kirjallisuuskatsaus pitää sisällään useita tyyppejä. Esimerkiksi Salminen (2011) jakaa kirjallisuuskatsauksen eri tyyppeihin, joista yksi käytetyimmistä on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on kokoava yleiskatsaus, jossa ei ole tarkkoja sääntöjä, käytettävät aineistot ovat laajoja eivätkä aineiston valintaa rajoita tiukat metodiset säännöt.

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus jakaantuu kahteen erilaiseen orientaatioon: narratiiviseen ja integroivaan katsaukseen. Integroiva ote sallii aineistoksi erilaisin metodisin lähtökohdin tehdyt tutkimukset. Integroivalla kirjallisuuskatsauksella on yhtymäkohtia systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen, mutta tutkittava ilmiö kuvataan kirjallisuuskatsauksessa laaja-alaisesti ja tutkimuskysymykset ovat tyypillisesti avarampia kuin systemaattisessa katsauksessa tai meta-analyysissä. Systemaattiseen katsaukseen verrattuna integroiva katsaus ei valikoi tutkimusaineistoa yhtä systemaattisesti, ja integroiva katsaus muodostaa laajemman kuvan aiheesta koskevista tutkimuksista. (Tranfield, Denyer & Smart 2003; Torraco 2005; Palmatier, Houston & Hulland 2018; Snyder 2019.) Kirjallisuuskatsauksen vaiheet etenivät seuraavasti (esim. Cooper 1989, 15):

- määritetään tutkimusongelma
- täsmennetään hakutermit
- valitaan aikaväli
- suoritetaan aineiston haku
- analysoidaan tutkimusaineisto ja aineiston laatu
- tehdään kuvaileva tulosten synteesi ja muodostetaan teemat

Kirjallisuuskatsaus toteutetaan yleensä joko intellektuaalisen historian, oman tieteenalan tutkimuksen alueella pidättäytymisen tavalla, tai kuten tässä, ideoiden historian tavoin, välittä-mättä tieteenalojen rajoista (Bearfield & Eller 2008, 63–64; Salminen 2011, 3–4). Tutki-muksessa yhdistyivät sekä tekniikan että sosiaali- ja terveydenhuollon osa-alueet. Aineisto kerättiin LUT Primo -tietokannasta, joka sisältää kattavasti eri alojen tutkimuksia. Testiha-kujen perusteella etsittiin sopivia hakutermejä. ”Service process”, ”digital twin”, ”social-and healthcare” olivat keskeisimmät tutkimuksen aiheeseen liittyvät käsitteet. Lopullinen hakulauseke muodostettiin käyttämällä Boolean phrase -toiminnon OR ja AND-operaattoria (Fink 2010, 4). Haku tehtiin yhdistelmällä ”digital twin” AND ”healthcare” OR ”socialcare” AND ”service” elokuussa 2022. Haku rajattiin englanninkielisiin, vertaisarvioituihin artik-keleihin, joihin oli pääsy maksutta LUT Primon kautta. Viitteitä löytyi 112 kappaletta. Hausta rajattiin pois kemian, ja fysiikan alan artikkelit, jolloin jäljelle jäi 110 viitettä. Tutki-musaiheen kannalta relevanttien tutkimuksien löytäminen varmistettiin käymällä läpi ensin tutkimusten otsikko ja abstraktit, jonka perusteella tutkimukset jaettiin kyllä-, ehkä- ja ei-kansioihin. Tässä vaiheessa aineistosta poistettiin artikkelit, jotka eivät sopineet abstraktin perusteella tutkimuskysymykseen. Aineistosta poistettiin tutkimukset, jotka eivät kohdistu-neet digitaaliseen kaksoseen vaan yleisesti teknologiaan (n=53), tutkimus kertoi digitaalisen kaksosen tekniikasta, ei käyttökohteista (n=2), tutkimus oli digitaalisen kaksosen teoreetti-nen käsittely tai käsiteanalyysi (n=2). Poistojen jälkeen jäljelle jäi 53 tutkimusta.

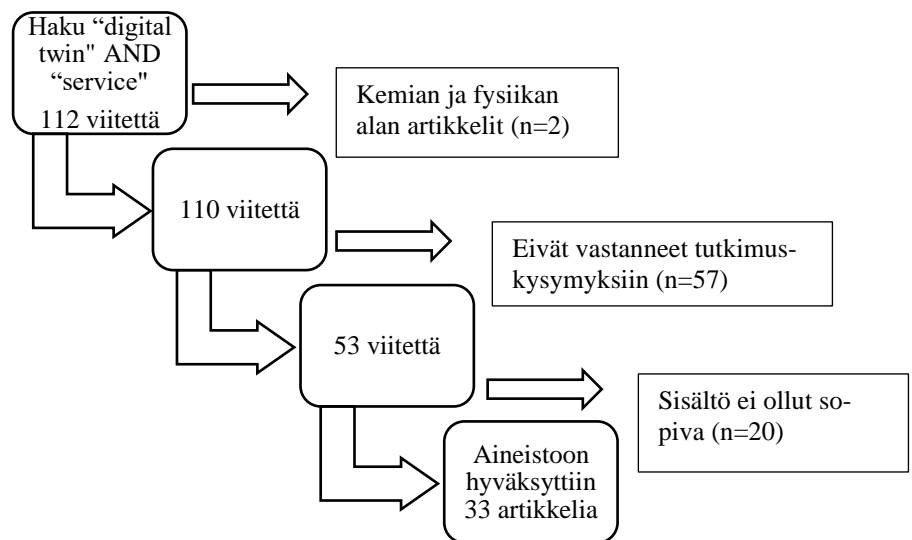
Seuraavassa vaiheessa luettiin koko tutkimus ja otettiin käyttöön tarkemmat sisällölliset si-säänotto- ja poissulkukriteerit. Integroivan otteen mukaisesti sisäänottokriteerit olivat väljät ja tarkasteluun hyväksyttiin tutkimuksia erilaisilla metodologisilla lähtökohdilla.

Taulukossa 2 on esitetty tutkimuksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Taulukko 2. Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Valinnan kriteerit	Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Julkaisu	Kansainväliset, vertaisarvioidut alkuperäiset tutkimusartikkelit eri tieteenaloilta	Tutkimukset, joita ei ole julkaistu kansainvälisesti ja jotka eivät ole vertaisarvioituja
Kieli	Englannin tai suomenkielinen julkaisu	Muu kuin englannin tai suomenkielinen julkaisu
Julkaisuvuodet	Ei rajausta	
Metodi	Eri tutkimusmenetelmät hyväksytään	
Sisältö	Tutkimus tai sen osa sisältää digitaalisen kaksosen hyödyntämisen palveluissa	Käsiteanalyysi, tai koskee muita teknologioita kuin digitaalista kaksosta
Saatavuus	Aineisto on saatavilla kokotekstinä sähköisesti ja maksutta LUT Primon kautta	Aineisto ei ole saatavilla kokotekstinä, sähköisesti, maksutta LUT Primosta

Tutkimuksia pyrittiin arvioimaan täsmällisesti ja kriittisesti tutkimuskysymyksen näkökulmasta. (Salminen 2011, 6–9). Artikkelimassasta poistettiin työt, joista oli vaikea löytää selkeitä empiirisiä tuloksia. Tässä vaiheessa poistettiin 20 tutkimusta. Katsaukseen hyväksyttiin tutkimukset, joissa palvelua tai prosessia oli kehitetty digitaalisen kaksosen teknologioilla. Aineistoon hyväksyttiin 33 vertaisarvioitua tutkimusta, jotka muodostivat kirjallisuuskatsauksen aineiston. Yhteenveto kirjallisuushaun toteuttamisesta esitetään kuvassa 5.



Kuva 5. Kirjallisuushaun toteuttaminen

Aineiston tutkimusten laadunarviointi oli suoritettu vertaisarvioinnilla. Kirjallisuuskatsauksen aineiston viitteet lisättiin tutkimuksen lähdeluetteloon ja löytyvät myös liitteen 1 taulukosta.

### 3.2 Sisällönanalyysi

Sisällönanalyysi näyttäytyy kirjallisuudessa perusanalyysimenetelmänä, jolla voidaan tarkoittaa niin laadullista sisällönanalyysia kuin sisällön määrällistä erittelyä. Sisällönanalyysilla voidaan jatkaa sanallisesti kuvatusta aineistosta määrällisiä tuloksia. (Kyngäs & Vanhanen 1999; Denzin & Lincoln 2005; Eriksson, Isola, Kyngäs, Leino-Kilpi, Lindström, Paavilainen, Pietilä, Salanterä, Vehviläinen-Julkunen & Åstedt-Kurki 2006; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007; Kylmä & Juvakka 2007; Tuomi & Sarajärvi 2009; Eskola & Suoranta 2015.) Sisällönanalyysi teorialähtöisenä ja teoriasidonnaisena analyysinä perustuu aiempaan tietoon tai luokittelurunkoon, jossa tutkittava ilmiö määritellään teorian, kehyksen tai mallin mukaisesti (Tuomi & Sarajärvi 2009; Eskola & Suoranta 2015). Tässä tutkimuksessa toteutettiin aineistolähtöinen, induktiivinen analyysi, joka eteni aineiston ehdoilla, luokitukset ja käsitteet tuotiin tutkimusaineistosta, ja analyysiyksikkönä toimi sana, lause tai ajatuskokonaisuus (Hsieh & Shannon 2005; Elo & Kyngäs 2008).

Analysoidessa tutkijalla oli joitain etukäteisolettamuksia ja -tietoja, mutta ne eivät haitanneet aineistosta nousevia teemoja (Kyngäs & Vanhanen 1999, 3–12; Metsämuuronen 2006; Hirsjärvi et al. 2007; Kylmä & Juvakka 2007; Polit & Beck 2008; Tuomi & Sarajärvi 2009, 108; Eskola & Suoranta 2015). Artikkeleista poimittiin tutkimustehtäviin vastaavia sanoja ja tekstikatkelmia, jotka siirrettiin aineistosta erilliseen tiedostoon (Corbin & Strauss 2012; Tuomi & Sarajärvi 2009). Vastauksien löytäminen vaati useita lukukertoja, koska kaikissa artikkeleissa rakenne ei ollut samalla tavalla IMRD-rakenteella muodostettu, eikä tutkimuksen osia selkeästi erotettu. Katkelmat muodostivat analyysin kohteena olevan aineiston, jonka informaatio redusoidtiin tiiviiksi ilmaisuiksi. Ilmaisuista tehtiin suomenkieliset käännökset niin ettei niiden sisältö oleellisesti muuttunut ja pelkistetyt, samaa asiaa kuvaavat ilmaisut klusteroitettiin alakategorioiksi. Samansisältöiset alakategoriat yhdistettiin yläkategoriaksi (abstrahointi). Yläkategoriat luokiteltiin kokoaviin teemoihin kuvaamaan aineiston sisältöä. Kokonaisuudessaan analyysiprosessissa aineisto purettiin osiin, ja koottiin uudella tavalla loogiseksi kokonaisuudeksi, päättelyn kautta teoreettiseksi käsitykseksi tutkittavasta ilmiöstä (Alasuutari 2011, 216; Tuomi & Sarajärvi 2009, 109). Liitteessä 1 esitetään esimerkit alku- ja yläkategorioiden sekä teemojen muodostaminen.

### 3.3 Delfoi-menetelmä

Tulevaisuudentutkimukselle on tyypillistä poikkitieteisyys, jossa yhdistyy eri tieteenalojen näkökulmat ja menetelmät yhteiskunnallisten ilmiöiden tarkastelussa. Tulevaisuudentutkimuksella tuotetaan kuvauksia vaihtoehtoisista ja todennäköisistä tulevaisuuden skenaarioista. Delfoi on asiantuntijamenetelmä, jolla on tarkoitus selvittää tulevaisuutta koskevia perusteltuja mielipiteitä, mahdollisuuksia ja eri vaihtoehtoja. Delfoi-menetelmä on ryhmän kommunikaatioprosessin strukturointimenetelmä, joka saa asiantuntijat yhdessä tarkastelemaan ongelmaa. (Kuusi 1993; Kuusi 1996; Linstone & Turoff 2002; Rubin 2012; Kuusi 2013, 248–266.) Delfoi-menetelmä sopii uuden, monimutkaisen ja nopeasti muuttuvan ongelman käsittelyyn, johon on osoitettavissa asiantuntijoita, eivätkä muutokset vielä ole edenneet systemaattiseksi kehitykseksi. Hyvä Delfoi-tutkimuksen aihe on ongelma, johon ei ole yksiselitteistä vastausta ennen tutkimusta eikä välttämättä tutkimuksen jälkeenkään. Ongelmalla on kaksi ehtoa, joista ensimmäisen mukaan ongelma tulee kokea tärkeäksi. Toisen ehdon mukaan asiantuntijoilla on oltava ilmiöstä toisistaan poikkeavia näkemyksiä. (Kuusi 1996; Linturi, Linturi & Rubin 2013.)

Delfoi-menetelmällä voi ennakoida tulevaisuuden yhteiskunnallista ja teknologista kehitystä, vaihtoehtoisia ohjelmia tai potentiaalisen toimintamallin löytämistä. Delfoi-menetelmä sopii päätöksenteon tueksi tai eri mallien suositeltavuuden ja toteutettavuuden arvioimiseksi. Delfoin menetelmävariaatioita on lisännyt tulevaisuudentutkimuksen edistyminen, teknologian kehitys ja ymmärrys tiedon muodostuksesta. (Linturi 2007, 105–106; Hasson & Keeney 2011; Kuusi 2013; Linturi et al. 2013). Delfoi-tekniikka on käyttökelpoinen, jos ongelmaa tuntevat asiantuntijat eivät esimerkiksi ajanpuutteen vuoksi voi toimia yhdessä tai jos halutaan eliminoida vahvojen persoonallisuuksien mielipiteiden vaikutus. Hyvässä Delfoi-prosessissa tarvitaan sekä asiantuntija- että yleistietoutta. Delfoi-menetelmän toteutukseen valitun henkilön asiantuntijuus tarkoittaa, että hän tietää asiasta enemmän kuin muut. Delfoi-asiantuntijan on hyvä olla 1) tiedonalan kärjessä, 2) kiinnostunut eri tiedonaloista, 3) realistinen arvioimaan tulevaa kehitystä, 4) pystyvä tarkastelemaan ongelmia uudesta näkökulmasta ja 5) innostunut luomaan jotain erilaista. (Linturi 2007; Kuusi 2013.) Panelistien valinnassa kiinnitetään huomiota erilaisiin näkökulmiin eli mukana on syytä olla myös toisinajattelijoita. Tyypillistä Delfoi-menetelmälle on asiantuntijoiden tulevaisuutta koskevien



mielipiteiden anonyymi esittäminen. Paneelityöskentelyn anonyymiydellä on erilaisia hyötyjä, kuten esimerkiksi valta-asetelman poistaminen, ja vastaaminen ilman pelkoa kasvojen menettämisestä. Pyrkimyksenä on asiantuntijoiden aitojen mielipiteiden, ennustuksia ja käsityksien esittäminen tutkimuksen kohteesta. (Linstone & Turoff 2002; Linturi 2007, 102; Rubin 2012; Kuusi 2013.) Keskeistä menetelmässä on, että

1. asiantuntijoiden on mahdollista muuttaa näkemyksiään
2. mielipidejohtajat eivät vaikuta muiden mielipiteisiin
3. mielipiteitä esittävät myös sellaiset asiantuntijat, joilla ei ole organisaatiossa johtava asema
4. uusia ideoita kootaan käsittelyyn monelta asiantuntijalta
5. tuotetaan ryhmän ennuste ja tasa-arvoinen näkemys pitäen ryhmädynamiikka, fyysinen ja psyykkinen etäisyys minimissään

Delfoi-prosessi tuottaa erilaisia väitteitä, näkökulmia, ja hypoteeseja, jotka saatetaan asiantuntijapaneelin argumentoitavaksi. Tutkimuksissa ei välttämättä ole tarkoitus saada aikaan yksimielisyyttä vaan tuoda esille tuoreita näkökulmia ja jakaa ne asiantuntijoiden arvioitavaksi. Delfoi-menetelmä on siirtynyt alkuperäisestä yksimielisyyden tavoitteesta erilaisten näkemysten, hiljaisen tiedon ja tulevaisuuden skenaarioiden muodostajaksi sekä uuden tiedon tuottajaksi. Prosessissa seulotaan näkemykset yksimielisiksi, kiistanalaisiksi, tai erimielisiksi. Erimielisiä voidaan olla väitteiden sisällöstä, tavoitteista, vaihtoehtojen todennäköisyydestä tai toimivuudesta. Tutkimuksessa ei ole tarkoitus saada aikaan yksimielisyyttä, vaan Delfoi-prosessissa hahmoteltiin yhdessä parhaaseen kehitykseen johtavaa toimintastrategia, luodaan uusia vaihtoehtoja tai laaditaan priorisoitavien käyttökohteiden luettelo. (Custer, Scarcella & Steward 1999; Linturi 2007, 102; Rubin 2012; Kuusi 2013; Malaska 2013, 19.)

### 3.4 Delfoi-tutkimuksen eteneminen

Delfoin ensimmäisen kierroksen väittämät perustuivat kirjallisuuskatsauksen muodostamiin teemoihin. Teemojen pohjalta muodostettiin väittämiä, jotka esitettiin neljällä henkilöllä lokakuussa 2022. Esitestauksen palautteen perusteella väittämiä vielä täsmennettiin. Asiantuntijat paneeliin haettiin hyvinvointialueiden aluevaltuustoista. Aluevaaleissa 2022

vaalikoneisiin ilmoitetun julkisen tiedon perusteella aluevaltuustoista valittiin paneeliin lääkäreitä, sosiaali- ja terveydenhuollon korkeasti koulutettuja, diplomi-insinöörejä tai insinöörejä sekä pelastustoimessa työskenteleviä (n=52). Tutkimuksessa sovellettiin ns. politiikka-Delfoita, johon osallistuu yleensä suhteellisen pieni asiantuntijajoukko, 10–45 henkeä.

Valituille asiantuntijoille lähetettiin sähköpostilla tieto kyselystä marraskuussa 2022 (liite 2). Kutsussa pyydettiin osallistujia osallistumaan eDelphi-kyselyyn. Kyselyyn kieltäytyi vastaamasta yksi asiantuntija, joka ilmoitti tietämättömyytensä digitaalisen kaksosen teknologioista. Tämän jälkeen asiantuntijapaneelin jäsenille (n=51) lähetettiin linkit kyselyyn Delfoi-ohjelmassa 24.11.22. Asiantuntijapaneelin jäsenet arvioivat väittämiä 2D-asteikon seitsemänportaisella kriteerimuuttuja-asteikolla merkitsemällä samalla sekä väittämän todennäköisyyden, että toivottavuuden (liite 3). Vastaajilla oli lisämahdollisuus perustella kantansa avoimeen kenttään. Asiantuntijat valitsivat valmiiksi laadituista vaihtoehdoista mielestään kolme tärkeintä digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuutta sekä kolme haastetta.

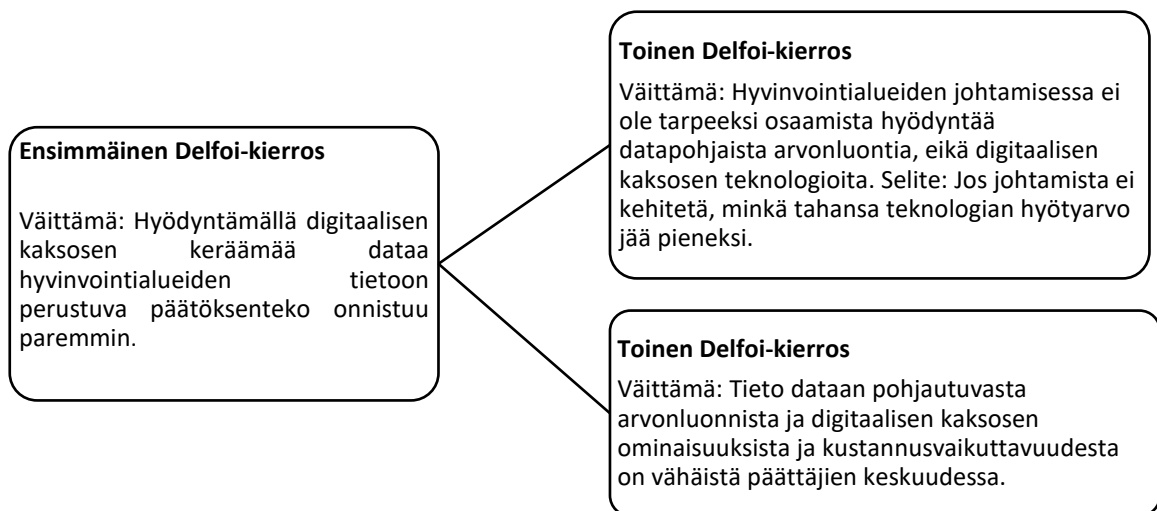
Linkki kyselyyn lähetettiin 2.12.22 uudelleen niille asiantuntijoille, jotka eivät vastanneet ensimmäisellä kerralla. Paneeli oli auki kahden viikon ajan 8.12.22 asti. Kaksi päivää ennen sulkeutumista muistutettiin vielä niitä asiantuntijoita, jotka eivät olleet vastanneet paneeliin. eDelphi-ohjelmaan oli kirjautunut 18 panelistia, mutta kaikki heistä eivät kirjautuneet ohjelmassa paneelia loppuun saakka suorittaneeksi. Lopullinen vastausprosentti paneelin ensimmäisellä kierroksella oli 24 % (n=12). Linkki toiselle Delfoi-kierrokselle (liite 4) lähetettiin eDelphi-ohjelmassa samoille ensimmäisen kierroksen asiantuntijoille (n=51) 12.1.23. Niille, jotka eivät vastanneet toiselle kierrokselle lähetettiin muistutusviesti eDelphi-ohjelman kautta 16.1.23 ja 20.1.23. Paneelin toinen kierros oli auki 24.1.23 asti. Toisen kierroksen Delfoi-paneeliin osallistui lopulta 18 % (n=9) asiantuntijaa.

### 3.5 Delfoi-tutkimuksen aineiston analyysi

Tutkimuksessa ei käytetty varsinaisia laskennallisia elementtejä, vaan kysyttiin asiantuntijan subjektiivista arviota digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuuksista ja haasteista. Ensimmäisen Delfoi-kierroksen aineisto analysoitiin jakamalla vastaukset eri kategorioihin.

Panelistien yksimieliset vastaukset keskittyivät Delfoi-nelikentän yhteen osaan ja hajonta oli pientä. Ensimmäisen Delfoi-kierroksen asiantuntijoiden yksimieliset näkemykset raportoi- tiin tuloksina. Dialogitilassa mielipiteiden hajonta oli suhteellisen tasaisesti, lähekkäin as- teikossa, kun taas kiistatilassa asetelma oli polarisoitunut, vastaukset kasaantuneet asteikon eri osille. Ensimmäisellä kierroksella asiantuntijoiden dialogitilassa olevat ja kiistanalaiset mielipiteet vietiin vaihtoehtoisina väittäminä toiselle eDelphi-kierrokselle uudelleen keskus- teluun. Tällä haluttiin varmistaa, olivatko asiantuntijat todella eri mieltä esitetyistä asioista.

Väittämät tuottivat paljon avovastauksia ja kommentointia. Avovastausten sisällönanalyys- sissä kiinnitettiin huomiota yksittäisten asiantuntijoiden ilmaisemiin heikkoihin signaaleihin ja alan kehittämistavoitteisiin. Käsitkset tulevasta kehityksestä jakautuivat eri näkökul- miksi ja tulevaisuuden skenaarioiksi, jotka muotoiltiin analysoinnin tuloksena Delfoin toi- selle kierrokselle (Linturi et al. 2019). Esimerkki väittämän uudelleenmuotoilusta toiselle Delfoi-kierrokselle esitetään kuvassa 6.



Kuva 6. Esimerkki väittämien uudelleenmuotoilusta toiselle Delfoi-kierrokselle

Kahden Delfoi-kierroksen jälkeen analysoitavia väittämiä on monta, josta seurasi yksinker- taisimpana analyysikeinona aineiston järjestäminen nelikentäksi kriteerimuuttuja-arvojen mukaan (todennäköistä-toivottavaa, epätodennäköistä-toivottavaa, epätodennäköistä-ei toi- vottavaa ja todennäköistä-ei toivottavaa). Nelikentän avulla tunnistettiin mahdollisia

tulevaisuuden kehityskulkuja ja kirkastettiin näkemystä digitaalisesta kaksosesta osana sosiaali- ja terveydenhuoltoa. Tulevaisuustaulukon nelikenttä toimi pohjana hahmottaa vastauksia, vaikka sitä ei tässä tutkimuksessa raportoitu. Tulevaisuustaulukon myötä vastauksista näkyi johdonmukaisuutta ja rakennetta, joiden pohjalta pystyttiin luomaan tuloksia heijastelevia tulevaisuuskuvia.

## 4 Integroidun kirjallisuuskatsauksen tulokset

Kirjallisuuskatsauksen aineisto oli englanninkielinen ja tutkimukset julkaistiin vuosina 2018–2022 pääasiassa tietotekniikka-alan julkaisuissa. Tutkimusten empiria kohdistui suhteellisen monipuolisesti eri toimialueille. Tutkimusten teoreettisia lähtökohtia ei yleisesti ottaen selkeästi esitetty, vaan viittaukset aiempiin teorioihin jäivät pinnalliselle tasolle. Tutkimuksissa kuvailtiin digitaalisen kaksosen mahdollisuuksia ja mahdollisia haasteita. Aineisto osoitti, että aikaisempi tutkimus digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä oli toteutettu eri näkökulmien, aineistojen ja metodien avulla, painottuen käytännön innovaatioihin viemättä tuloksia korkeammalle käsitteelliselle tai teoreettiselle tasolle. Tämä osoittaa teorian muodostumisen puutetta aihealueella. Sisällönanalyysillä aineistosta muodostui viisi digitaalisen kaksosen hyödyntämisen teemaa.

### 4.1 Potilaan hoito

Potilaan hoito -teema koostui potilaan tilan reaaliaikaisesta seurannasta ja personoidusta, ennakoivasta sairauksien hoidosta. Digitaalisen kaksosen etuina nähtiin datan monipuolinen kerääminen, tallentaminen ja virtuaalisen sekä fyysisen objektin välinen vuorovaikutus dataa jakamalla (Croatti, Gabellini, Montagna & Ricci 2020; Khan, Saied & Arslan 2022ab; Ricci, Croatti & Montagna 2022). Digitaalisen kaksosen käyttö henkilökohtaisten terveystietojen keräämiseen potilaasta ja tietojen analysointi tekoälyllä antoivat tietoa potilaan terveydentilasta. Terveydentilan seurannassa käytettiin digitaalisen kaksosen eri teknologioita, kuten puettavia vaatteita, antureita, sensoreita ja älyrannekkeita. Tietoa kerättiin myös tietojärjestelmistä, kuten röntgenkuvista ja laboratorioanalyyseistä. Tiedot välitettiin tietokantaan automatiikan avulla tarkempaan diagnoosiin. (Fagherazzi 2020; Khan, Arslan & Ratnarajah 2022ab.) Digitaalinen potilas simuloi fyysisen potilaan tiedot ja auttoi sairauksien, esimerkiksi astman, diabeteksen, ja sydänsairauksien varhaisessa diagnosoinnissa. (Garg 2021; Ibrahim, Fan, Yung, Prisacaru, van Driel, Fan & Zhang 2020; Gillette, Gsell, Prassl, Karabelas, Reiter, Reiter, Grandits, Payer, Šterna, Urschler, Bayer, Augustin, Neici, Pock, Vigmond & Plank 2021; De Boer, Strasser & Mulder 2022; Hossein, Xu, & Steve 2022.)

Digitaalisen kaksosen kapasiteetti tiedon käsittelyssä saattoi auttaa monipuolisemmin vähemmän tutkittujen, vaikeasti saavutettavien vähemmistöryhmien tietojen käsittelyssä ja tehdä nopeasti tutkimuksia heidän tarpeistaan. (Bolton et al. 2018.) Eri mittauslähteistä koostuva reaaliaikainen monitorointi auttoi tiedon yhdistämisessä, seurannassa, ja potilaiden toimintojen tulevaisuuden arvioinnissa. Henkilön virtuaalisella kopiolla oli mahdollista testata ennakolta erilaista lääkitystä, hoitoja ja toimenpiteitä ennen varsinaista operaatiota. (Fuller et al. 2020; Okegbile et al. 2022; Sahal, Alsamhi & Brown 2022.) Personoitu, ennakoiva sairauksien hoito liittyi yksilölliseen lääketieteeseen, potilaan hoidon, toimenpiteiden ja lääkityksen simulointiin digitaalisen kaksosen avulla. Digitaalinen kaksosen auttoi ennakoimaan ongelmia, hoidon valintaa ja toimenpiteiden suunnittelua potilaan fyysisten ominaisuuksien, sairaushistorian, geneettisen taustan, nykyisen kunnon ja tulevien tarpeiden perusteella. Digitaalisen kaksosen avulla mallinnettiin potilaan elimiä, ja luotiin yksilöllisiä lääkesekä hoitosuunnitelmia. Elinten digitaaliset kaksoisparit ja niiden saama räätälöity hoito auttoivat myös muita terveydenhuollon yksikköjä hätätilanteessa tai jos potilas päätti vaihtaa terveydenhuollon hoitopaikkaa. (Bezborodova, Bodin, Gerasimov, Kramm, Rahmatullof & Ubiennykh 2020; Ibrahim et al. 2020; Leser et al. 2020; Garg 2021; Gillette et al. 2021; Armeni, Polat, Rossi, Diaferia, Meregalli & Gatti 2022; Khan, Arslan & Ratnarajah 2022ab; Hossein, Xu, & Macfeely 2022; Kaul, Ossai, Forkan, Jayaraman, Zelcer, Vaughan & Wickramasinghe 2022; Wickramasinghe et al. 2022.)

Digitaalisen kaksosen simulaatioon perustuva yksilöllinen data auttoi ennustamaan, kuinka potilas reagoi tiettyyn hoitoon, mistä hän hyötyisi eniten ja mitkä ovat sivuvaikutukset. Yksilöllisen lääkehoidon, erilaisten hoitotoimenpiteiden ja interventioiden simulointi auttoi erityisesti vaikeiden, ja kalliiden sairauksien, kuten syövän, hoitoa. (Panayides et al. 2020; Kamel, Maged & Zhang 2021; Wickramasinghe et al. 2021; Zhang & Tai 2021; De Boer, Strasser & Mulder 2022; Hossein, Xu & MacFeely 2022; Neghab, Jamshidi & Neghab 2022; Okegbile, Cai, Yi & Niyato 2022; Sahal et al. 2022; Sahal, Alsamhi & Brown 2022.)

## 4.2 Palvelupolun suunnittelu

Teema palvelupolun suunnittelu muodostui palvelujen järjestämisestä, hätätilanteiden hoidosta ja kategoriasta älykäs sairaala älykkäässä kaupungissa. Digitaalinen kaksoinen ennakoii, simuloi palvelupolkua, auttoi prosessin optimoinnissa ja vähensi aikaa potilasvirtauksessa sairaalan läpi. Sairaalan palveluiden ketjuttaminen ympäristöön optimoitiin reaaliaikaiseen dataan perustuvalla mallilla. (Alrashed, Min-Allah, Ali & Mehmood 2022. 2022; Armeni et al. 2022; Basaglia, Spacone, van de Lindt & Kirsch 2022; Cheng, Lian & Tian 2022; Ricci, Croatti & Montagna 2022.) Digitaalista kaksosta voidaan hyödyntää sairaaloissa resurssien jakamisen ja potilasreittien järjestelyjen optimoinnissa. Digitaalisen kaksosen havaittiin tuovan hyötyä palvelupolun reaaliaikaisessa monitoroinnissa ja esimerkiksi muutosarvioinnissa. Sosiaali- ja terveydenhuollon digitaaliset prosessit voivat kehittää etäpalveluja ilman sijaintiin liittyviä rajoituksia. (Hassani, Huang & MacFeely 2022ab.)

Tutkimuksissa hätätilanteiden hoito liittyi esimerkiksi liikenteessä ajoreittien optimointiin, liikenteen seurantaan, ambulanssin ja sairaalan yhteistyöhön, liikenteenhallintajärjestelmään sekä nopeaan potilasvirtaukseen kaupungin läpi hätätilanteen sattuessa. Liikenteen monitorointi hälytysajoneuvojen, ja ambulanssien sujuvan liikkumisen edistämiseksi, sekä potilaan hoidon nopeuttamiseksi nähtiin onnistuvan digitaalisen kaksosen avulla. Hätätilanteiden strateginen suunnittelu edistyi luomalla sairaalan, toimintavaihtoehtojen ja lääketieteellisten prosessien digitaalinen kaksoiskappale, jonka avulla voitiin suunnitella tarvittavia toimenpiteitä jo ennalta. Traumanhallintaa pidettiin konkreettisena tosielämän esimerkkinä digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä. (Fuller et al. 2020; Alrashed et al. 2022; Basaglia, Spacone, van de Lindt, & Kirsch 2022; Croatti, Gabellini, Montagna & Ricci 2020; Grübel, Thrash, Aguilar, Gath-Morad, Chatain, Sumner, Hölscher. & Schinazi 2022; Ricci, Croatti & Montagna 2022.)

Tutkimuksissa älykäs sairaala älykkäässä kaupungissa kategoriaan liittyi digitaalisen kaksosen muodostama kopio sairaalasta, jolla voitiin simuloida toimintoja, prosesseja ja ennakoita sekä seurata potilaan liikkumista sairaalassa, laajemmin koko kaupungissa tai alueellisesti. Digitaalisen kaksosen avulla voitiin mallintaa erilaisia suurkriisejä vastaamaan

reaalimaailman tilanteita. Kokeilut ja simulaatiot digitaalisen kaksosen avulla tarjosivat suunnitelmia tosielämän toiminnan optimoimiseksi. (Augusto, Murgier & Viallon 2019; Cheng, Lian & Tian 2022.)

Digitaalisen kaksosen teknologioita sovellettiin älykkäiden kaupunkirakennusten ja -rakenteiden kehittämisessä, sekä niiden reaaliaikaisena seuranta- ja ennustetyökaluna. Muutokset rakennuksiin tehtiin ensin virtuaalisesti ja sitten sovellettiin fyysisesti. Digitaalisen kaksosen ja data-analytiikan käyttö mahdollisti suuremman tarkkuuden rakennusten, ja rakenteiden ennustamiseen ja ylläpitoon. Aineiston tutkimuksissa käytettiin esimerkkinä pandemioiden alueellista simulointia, jolloin virtuaalisesti simuloimalla sairaaloita ja kaupunkeja, pandemioiden ennakoitiin ja leviäminen alueella on mahdollista ennakoita. (Alrashed et al. 2022; Grübel et al. 2022.) Digitaaliset kaksoset tarjosivat käyttäjille ympäristön, jossa oli mahdollista yhdistää sidosryhmien kaupunkisuunnittelutiimejä digitaalisen alustan kautta. (Tao & Qi 2019; Fuller et al. 2020; Alrashed et al. 2022; Cheng, Lian & Tian 2022; Grübel et al. 2022; Shaharuddin, Abdul Maulud, Syed Abdul Rahman & Che Ani 2022.)

### 4.3 Tiedon kumuloituminen

Tiedon kumuloitumisen teema muodostui datan, käyttäjätiedon keräämisestä, hallinnasta ja jakamisesta sekä tiedon transformaatiosta. Datan, käyttäjätiedon hallinta ja jakaminen teemaan liittyi eri lähteistä kerätyn datan tallettaminen, yhdistäminen ja tulkinta. Henkilön terveystietoja oli mahdollista analysoida ja verrata muiden potilaiden tietoihin sekä käyttää esimerkiksi väestöryhmien terveydenhuollon palvelutarpeen ennakointiin. Digitaaliset kaksoset mahdollistivat oppimisen, uuden tiedon löytämisen, hypoteesien luomisen, testaamisen ja vertailut keräämällä sekä jakamalla dataa. Tutkimusten mukaan lääketieteen tutkijat tarvitsivat tutkimuksiinsa tieteen kehitystä varten suuria tietomääriä useista henkilöistä digitaalisen kaksosen avulla kerättyä tietoa kehittääkseen hoitoja. (Hassani, Huang & MacFeely 2022ab.)

Teknologiapohjainen tiedon muuntuminen edellytti yhteistyön puitteiden luomista. Tiedon transformatio kiinnosti tutkijoita, asiantuntijoita ja poliittisia päättäjiä. Tiedon



transformaatio tarkoitti muutosta, datan soveltamista eri toiminta-alueille, terveydenhuollon ammattilaisten käytäntöihin, terveysviranomaisten ja hallitusten päätöksentekoon sekä politiikkaan. Yhdistämällä tietoa voitiin luoda strategioita eri alojen ammattilaisten ja päättäjien yhdessä työskentelylle. Datan jako ekosysteemissä mahdollisti tiedon skaalautuvuuden. Skaalautuvuudella yritys kykeni kasvattamaan toimintaansa ilman, että sen tarvitsi samassa suhteessa kasvattaa käyttämiään resursseja. Aineiston tutkimuksissa ilmeni eri toimijoiden ja tutkijoiden tarve virtuaaliselle tilalle, jossa he voivat keskustella, kehittää sekä julkaista tutkimuksiaan. Tieto kumuloitui käyttäjien kesken ja muuttui tietoa jakaessa, vaihtaessa sekä muokattaessa. (Bolton et al. 2018; Alrashed et al. 2020; Fagherazzi 2020; Fuller et al. 2020; Volkova, Radchenkoa, & Tchernykh 2021; Manocha, Afaq & Bhatia 2022.)

#### 4.4 Asiantuntijoiden tuki

Asiantuntijoiden tuki kategoria jakautui aineiston tutkimuksissa asiantuntijoiden henkilökohtaiseksi digiagentiksi ja johtamisen tueksi. Digitaaliset kaksoset toimivat ammattihenkilöiden henkilökohtaisina avustajina hyödyntäen eri lähteistä kerättyä tietoa. Tutkimuksissa digitaaliset kaksoset avustivat asiantuntijoita, kuten lääkäreitä, heidän työssään keräämällä, analysoimalla ja tulkitsemalla dataa. Digitaalinen kaksonen ei pystynyt kuitenkaan korvaamaan lääketieteellistä päätöksentekoa, koska digitaalisen kaksosen tuottama tieto vaatii ihmisen tekemään lopullisen päätöksen. (Tao & Qi 2019; Croatti et al. 2020; Fuller et al. 2020; Leser et al. 2020; Alrashed et al. 2022; Armeni, Polat, Rossi, Diaferia, Meregalli & Gatti 2022; Ricci, Croatti & Montagna 2022; Sahal et al. 2022.)

Digitaalinen kaksonen auttoi johtamisessa esimerkiksi erilaisten prosessien optimoinnissa, riskien ennakoinnissa ja hallinnassa. Digitaalisen kaksosen avulla oli mahdollista keskittää johtamista, ja auttaa päätöksentekoa jakamalla sekä analysoimalla dataa johtajien välillä. Digitaalinen kaksonen antoi monipuolisesti tietoa sosiaali- ja terveydenhuollon johtamisesta, sekä toimi päätöksenteon tukena tarjoamalla johtajille valmiiksi kerättyä, analysoitua ja ennakoivaa tietoa. Johtajat hyödynsivät tietoja ja sovelsivat digitaalisen kaksosen tekoälyä rakentaakseen kokonaiskuvan esimerkiksi potilaista, asiakkaista ja heidän persoonallisuuksistaan sekä tarjotakseen tehostettuja hoitopalveluja. Digitaalista kaksosta voitiin hyödyntää johtamisessa päätöksenteon optimoinnissa simuloimalla ennakoita eri vaihtoehtoja ja

resurssien tarkoituksenmukaista kohdentamista. (Tao & Qi 2019; Ricci, Croatti & Montagna 2022; Sahal et al. 2022.) Älykkäiden kaksosten käyttäminen voi auttaa johtamista esimerkiksi arvioitaessa työyhteisön dynamiikkaa, hyvinvointia ja potilaiden sekä asiakkaiden tyytyväisyyttä. (Croatti et al. 2020; Ricci, Croatti & Montagna 2022.)

#### 4.5 Yhteiskehittäminen

Viides teema, yhteiskehittäminen, muodostui kolmesta eri osa-alueesta: käyttäjäkokemuksen kehittämisestä luomalla virtuaalisia malleja, yhteiskehittäminen yhdistämällä sosiaalisia, virtuaalisia ja fyysisiä ekosysteemejä sekä toimintojen elinkaaren johtamisesta. Tutkijoilla ja johtajilla oli tärkeä rooli asiakaskokemuksen, organisaation tulosten ja yhteiskunnallisen hyvinvoinnin kehittämisessä. Käyttäjäkokemuksen kehittäminen tarkoitti tutkimuksissa potilaan virtuaalisen mallin luomista ja asiakaskokemuksen analysointia eri olosuhteissa. (Al-rashed et al. 2022.) Erilaiset digitaalisen kaksosen simuloimat mallit auttoivat organisaatioita tarkastelemaan ja kehittämään asiakaskokemusta sekä yritysten välillä että yritysten ja kulluttajien välillä. Käyttäjäkokemuksen arviointi lisäsi tietämystä ja valmiuksia luoda palveluita digitaalisessa, fyysisessä sekä sosiaalisessa maailmassa ja niiden välillä.

Tutkimusten mukaan mahdollisena hyödyllisenä käyttökohteena olisi tulevaisuudessa yhteiskehittäminen virtuaalisten ekosysteemien, datan, ja tiedon jakaminen tutkijoiden kesken. (Tao & Qi 2019.) Aineiston tutkimuksissa nousi esiin digitaalisten kaksosten keskinäinen yhteistyö. Digitaaliset kaksoset loivat yhteyksiä muiden digitaalisten kaksosten kanssa muodostaen lohkoketjuyhteisön. Digitaalisten kaksosten ekosysteemi toimi yhtenä, yhteisenä palvelukerroksena. (Bolton, McColl-Kennedy, Cheung, Gallan, Witell & Zaki 2018; Volkov et al. 2021; Ricci et al. 2022.)

Elinkaaren toimintakyvyn seuraamiseen kuului esimerkiksi laitteiden, rakennusten toimintakyvyn tiedon kerääminen, jakaminen ja analysointi digitaalisten kaksosten avulla. Fyysiset ja digitaaliset infrastruktuurit oli mahdollista analysoida digitaalisen kaksosen avulla koko ratkaisun elinkaaren ajalta. Digitaalinen ratkaisu ekosysteemissä tarjosi taloudellista, kestäväää arvoa asiakkaalle ja sidosryhmille integroimalla tuotteet sekä palvelut. (Bolton et

al. 2018; Volkov et al. 2021; Ricci et al. 2022; Sahal et al. 2022.) Osallistuminen samoihin prosesseihin ja fyysiseen ekosysteemiin toi potilaat ja terveydenhuollon ammattilaiset yhteen älykkääksi, skaalautuvaksi terveysekosysteemiksi, joissa eri laitteiden ja rakennusten seuranta oli mahdollista reaaliajassa. Rakennusten energian käytön suunnittelua ja tilojen ylläpitoa voitiin tehostaa digitaalisen kaksosen teknologioilla. Digitaalisen kaksosen teknologioiden käyttö esimerkiksi logistiikan optimoinnissa, saattoi tehostaa kestäväää tulevaisuutta. (Bolton et al. 2018; Volkov et al. 2021; Hassani, Huang & MacFeely 2022ab; Ricci et al. 2022; Sahal et al. 2022.)

#### 4.6 Digitaalisen kaksosen hyödyntämisen haasteita

Digitaalisen kaksosen hyödyntämisen haasteita sosiaali- ja terveydenhuollossa oli kuvattu tutkimuksissa runsaasti. Haasteet on luokiteltu alla olevien teemojen mukaan.

##### Teknologiaan liittyvät haasteet

Ilman toimivaa, yhdistettyä ja hyvin suunniteltua IT-infrastruktuuria digitaalisen kaksosen toiminta oli hankalaa. Kaksisuuntaisen yhteyden haasteita olivat aineiston tutkimusten mukaan esimerkiksi fyysisen laitteen anturitietojen ajallinen erottelu, viive datan siirtymisessä ja datan suuri määrä teknologioiden välillä. Digitaalisen kaksosen kehittämiseen liittyi järjestelmien mallintamisen, ja yhteyksien standardoinnin hankaluuksia. Toimiva kaksisuuntainen yhteys fyysisen laitteen ja siitä mallinnetun digitaalisen kaksosen välillä saattoi olla monimutkainen rakentaa, ja rajapinnat estivät datan liikkumisen. Digitaalisen kaksosen simulaatioon tarvittiin toimivat rajapinnat ja standardoidut toimintatavat. Kun fyysiset prosessit saatiin vakioitua, avautuivat palveluprosessin optimoinnin mahdollisuudet paremmin. Ongelmaksi saattoi muodostua digitaalisen kaksosen keräämän datan luotettavuus, tietoturallinen jakaminen ja datan tallennuspaikka. Palvelutarpeen ja -toiminnan yhtenäistäminen sidosryhmien teknologioiden kanssa saattoi olla ongelmallista esimerkiksi toiminnan tavoitteiden eroavaisuuksien vuoksi. (Tai & Qi 2019; Fuller et al. 2020.)

## Datan määrään ja laatuun liittyvät haasteet

Datan käyttökelpoisuus, määrä ja laatu tunnistettiin tutkimuksissa ongelmaksi. Digitaalisen kaksosen käyttäjillä ei välttämättä edes ollut käsitystä siitä, mitä data tulisi kerätä. (Tai & Qi 2019.) Käyttöön liittyvinä haasteina ilmenivät tutkimuksissa esimerkiksi sensoreiden ja antureiden riittämätön määrä tai väärä sijainti. Jos data oli huonolaatuista tai epäjohdonmukaisesti kerätty, digitaalisesta kaksosesta ei ollut hyötyä. Big data-analytiikan yhdistäminen digitaalisen kaksosen malliin oli haaste. Liiallisen tiedon kerääminen sensoreilla saattoi hukuttaa käyttäjän dataan, koska teknologiat tuottivat suuren määrän. Muodostuvien tietojen hallinta loogisesti on digitaalisen kaksosen käytössä välttämätöntä. (Tai & Qi 2019.) Kadonnut, vääristynyt tai väärässä muodossa oleva data häiritsi luotettavia tuloksia ja tulkintaa. Digitaalisen kaksosen hyödynnettävyyden haasteena oli standardoimaton data tai mittauksien tapahtuminen eri yksiköissä. Esimerkiksi lämpötilan mittauksessa käytettiin sekä Celsius- että Fahrenheit-asteikkoa, tai signaalit kerättiin eri ajanjaksolta ja frekvensseillä. Haasteena tutkimuksissa oli myös datan avoimuus ja tulkittavuus käytännössä. (Tai & Qi 2019.)

## Datan suojaus, tietoturvallisuus

Digitaalisen kaksosen tietoturvallisuutta koskevat lait ja määräykset ovat vielä vakiintumattomia (Fuller et al. 2020). Digitaalisen kaksosen teknologioiden toimintavarmuus, yksityisyys ja digitaalisen kaksosen tietoturva olivat digitaalisen kaksosen käytön haaste ensinnäkin suuren datamäärän ja toiseksi arkaluonteisten tietojen vuoksi. Potilaiden yksityisyyden suojaaminen ja turvallisuusriskien vähentäminen nähtiin tutkimuksissa haasteiksi sosiaali- ja terveydenhuollon sovelluksissa. Riskejä vähentääkseen digitaalisten kaksosten eri teknologioiden oli noudatettava asianmukaisia turvallisuus- ja tietosuojapäivityksiä. Lääketieteessä digitaalisen kaksosen käytöllä oli tietoturvan lisäksi eettisiä haasteita. Teknologia ja tekoäly eivät yksin voi hoitaa ketään, vaan lääkäriä tarvittiin määrittämään, mitä potilaasta tutkitaan ja millaista hoitoa potilaalle annetaan. (Fuller et al. 2020; Armeni et al. 2022; Cheng, Lian & Tian 2022.)

## Kustannukset

Digitaalisen kaksosen käytön haasteeksi nähtiin teknologian korkeat kustannukset, jotka johtuvat tekniikan lisäksi suuresta määrästä manuaalista työtä. Toimivan teknologian hinta voi

nousta korkeaksi, ja taloudellisia hyötyjä tai vaikutuksia voi olla hankala laskea etukäteen. Digitaalisen kaksosen infrastruktuurin kustannukset johtuivat lähinnä järjestelmien hankkimis-, asennus- ja käyttökustannuksista sekä osaavan henkilökunnan palkkaamisesta. Teknologisten asiantuntijoiden määrä oli rajallinen ja palkka saattoi siksi olla korkea. Useimmat digitaaliset kaksokset löytyivät suurista yrityksistä, koska oli vaikeaa ja kallista koota osaavia tiimejä digitaalisen kaksosen käyttöä, ylläpitoa ja kehitystä varten. (Bolton et al. 2018; Tai & Qi 2019; Fuller et al. 2020.)

#### Osaamiseen, ymmärrykseen ja luottamukseen liittyvät haasteet

Eri henkilöstöryhmien teknologinen osaaminen tunnistettiin tutkimuksissa puutteelliseksi. Digitaaliseen kaksoseen liittyvä tuotesuunnittelu, valmistus ja palvelumallin muuttaminen muodostui haasteeksi. Henkilökunnan ymmärryksen puute digitaalisen kaksosen teknologioista, ja uuden teknologian arvostuksen rajallisuus olivat myös käytön haasteina. Organisaatiossa ei osattu päättää, mitä dataa tarvitaan ja kerätään, joten digitaalisen kaksosen toiminnasta ei tullut systemaattista eikä teknologiasta tai toiminnasta saatu tarvittavaa hyötyä. Digitaalinen kaksosen ei ymmärtänyt, mitä todellisessa maailmassa tapahtuu ja saattoi harhauttaa johtajia tekemään huonoja päätöksiä. (Tai & Qi 2019; Armeni et al. 2022.)

Käyttäjien ja muun henkilökunnan luottamus digitaalisen kaksosen teknologioihin voi muodostua käytön esteeksi (Fuller et al. 2020; Armeni et al. 2022). Henkilökunta saattoi pelätä teknologian vievän työpaikkoja, jonka vuoksi he eivät halunneet käyttää tai kehittää digitaalisen kaksosen toimintaa (Armeni et al. 2022). Käyttäjien ja laitevalmistajien odotukset digitaalisesta kaksosesta saattoivat olla suurempia kuin mitä käytännön toiminta mahdollisti (Tai & Qi 2019; Fuller et al. 2020). Luottamus virtuaalisen ja fyysisen datan yhdistämisessä muodostui ongelmalliseksi. Luottamus yhteistyöhön digitaalisen kaksosen teknologioiden yhdistämisen verkoston jäseniin, ja varsinkin yhteistyö muiden organisaatioiden kanssa saattoi olla haasteellista. Datan omistajuus vaati huolellisia yhteistyösopimuksia. Kuka lopulta omistaa ekosysteemin datan tai tiedon? (Tai & Qi 2019; Fuller et al. 2020; Armeni et al. 2022.)

### Kehitykseen liittyvä haasteet

Eri alojen asiantuntijoilta puuttuvat yhteiset virtuaaliset tilat, joissa asiantuntijat voivat kommunikoida, jakaa dataa ja teknologisia ratkaisuja. Virtuaalisten yhteistilojen muodostamiseen nähtiin tutkimuksissa liittyvän tietoturvariskejä. Tutkimuksissa arvioitiin, että akateeminen tutkimus ei juuri keskity käytännön digitaalisen kaksosen mallinnuksen parantamiseen vaan keskittyy enemmän tiedon käsittelyyn. Kehittämisen haasteena nähtiin myös sosiaali- ja terveydenhuollon eri henkilöstöryhmien teknologinen osaaminen, joka ei välttämättä riitä ylläpitämään ja kehittämään digitaalisen kaksosen toimintaa käytännössä. (Tai & Qi 2019.) Yhteenvedo digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuuksista ja haasteista on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Yhteenvedo digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuuksista ja haasteista

<b>Mahdollisuudet</b>	<b>Haasteet</b>
Tietojen monipuolinen kerääminen, tallentaminen ja jakaminen	Teknologiaan liittyvät haasteet
Henkilökohtaistaminen, personoitu hoitopolku	Datan määrään ja laatuun liittyvät haasteet
Tiedon skaalautuvuus	Datan suojaus, tietoturvallisuus
Päätöksenteon keskittäminen	Korkeat kustannukset
Yritysten ja asiakkaiden välisen asiakaskokemuksen kehittäminen	Ymmärrykseen ja luottamukseen liittyvät haasteet
Verkostoituminen	Kehitykseen liittyvät haasteet
Yhteiset virtuaaliset tilat tutkijoiden ja asiantuntijoille	Teknologinen osaaminen

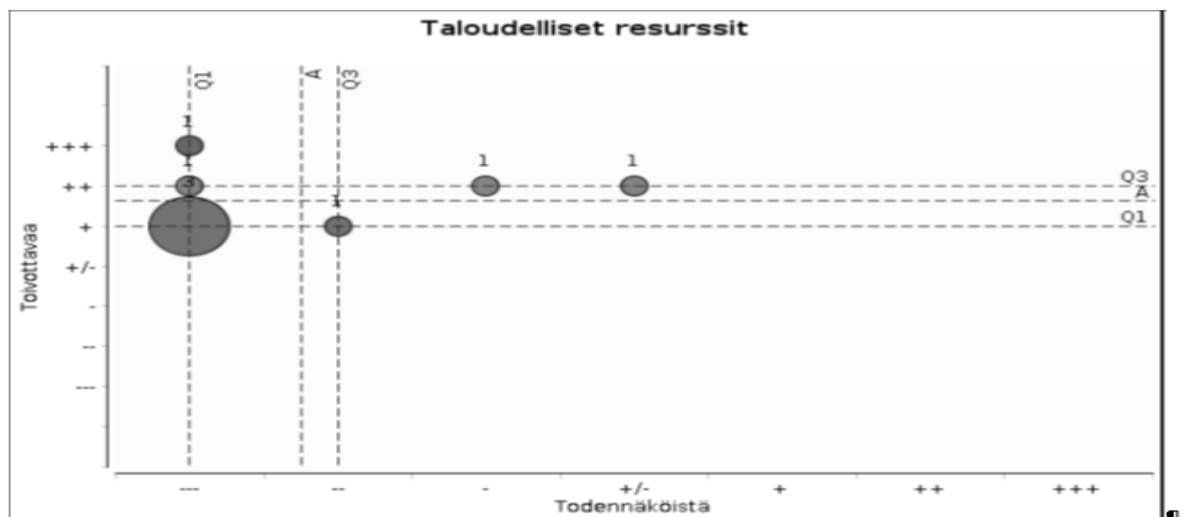
Kirjallisuuskatsauksen perusteella digitaalisella kaksosella havaittiin olevan useita hyödyntämismahdollisuuksia sosiaali- ja terveydenhuollossa, ja sen avulla voitiin tehostaa, nopeuttaa ja automatisoida toimintoja. Kirjallisuuskatsaus korosti myös haasteita digitaalisen kaksosen teknologioissa, toimintamalleissa ja yhteistyössä. Tutkimuksissa todettiin, että onnistunut toteutus, digitaalisen kaksosen hyödyntäminen ja haasteiden minimointi vaativat kuitenkin vielä lisätutkimuksia ja kokeiluja.

## 5 Delfoi-tutkimuksen tulokset

Kappaleessa esitetään Delfoi-tutkimuksen keskeiset tulokset. Kappaleen lopussa on yhteenveto molempien Delfoi-kierrosten tuloksista.

### 5.1 Yleistä

Asiantuntijat olivat ensimmäisellä Delfoi-kierroksella melko yksimielisiä siitä, että hyvinvointialueiden taloudelliset resurssit eivät todennäköisesti riitä digitaalisen kaksosen täysimittaiseen hyödyntämiseen, vaikka se olisi toivottavaa. Asiantuntijat tunnistivat, että toimintaympäristö oli haastava ja suuri osa hyvinvointialueista oli jo käynnistysvaiheessa voimakkaasti alijäämäisiä. Panelistit arvioivat, että säästöjä otetaan kehittämisestä, digitaalisista ratkaisuista ja teknologiasta, joiden hyötyjä ei nähdä pitkäjänteisesti vaan päätökset tehdään lyhyen tähtäimen arvioinnilla. Kuvassa 7 esitetään vastauksien keskittyminen epätodennäköistä-toivottavaa-kenttään eDelphi-ohjelman graafisena esityksenä.

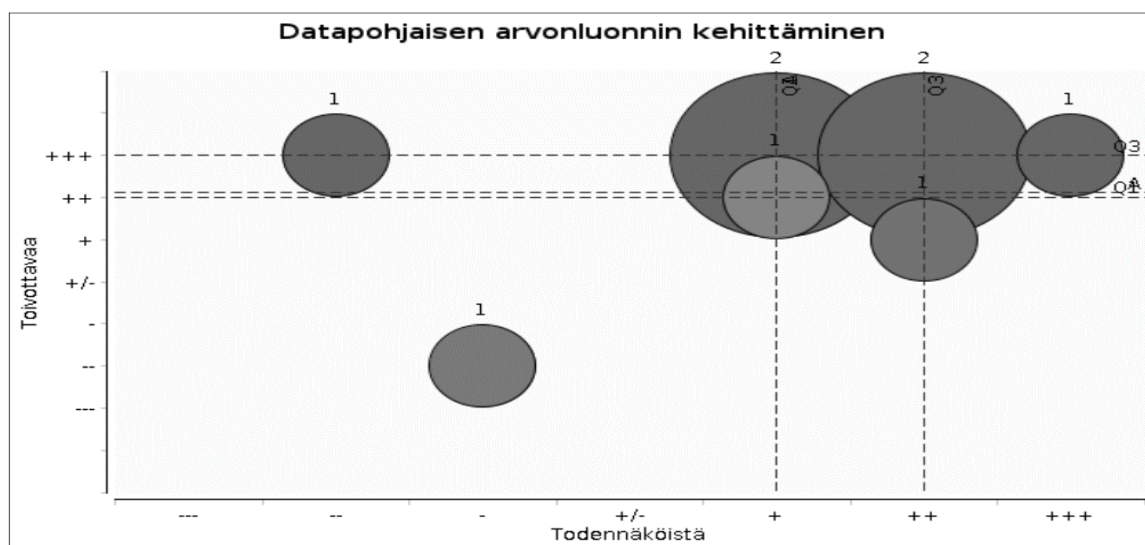


Kuva 7. Väittämä: hyvinvointialueiden taloudelliset resurssit riittävät digitaalisen kaksosen täysimittaiseen hyödyntämiseen

eDelphi 2D-kysymystyyppi (kahden kriteerin tulevaisuusväite) tuottaa nelikentän panelistien mielipiteiden asettumisella nelikentän todennäköistä ja toivottavaa -dimensioille (A). eDelphi-ohjelma jakaa nelikentän alakvartiiliin (Q1) ja yläkvartiiliin (Q3). Alakvartiili Q1

sisälsi 25 % havainnoista ja Q3 yläkvartiili 75 % havainnoista. Renkaan yläpuolen luku ilmaisi vastaajien lukumäärän.

Asiantuntijoiden näkemykset erosivat hieman ensimmäisellä Delfoi-kierroksella koskien väittämää ”hyvinvointialueet investoivat tulevaisuudessa dataperusteisen arvonluonnin kehittämiseen ja ratkaisujen käyttöönottoon”. Asiantuntijan kommentin mukaan ”dataa kerätään ja hyödynnetään liian harvoin sekä liian harvojen henkilöiden toimesta”. Asiantuntijoiden näkemysten mukaan ”usein teknologia, data ja digitaaliset toimintamallit nähdään ylimääräisenä kulueraänä, koska vaikuttavuustietoa on vähän ja päättäjien tietämys teknologisten ratkaisujen hyödyistä on rajallista”. Kuvassa 8 on esitetty vastauksien jakaantuminen eDelphi-ohjelmassa.

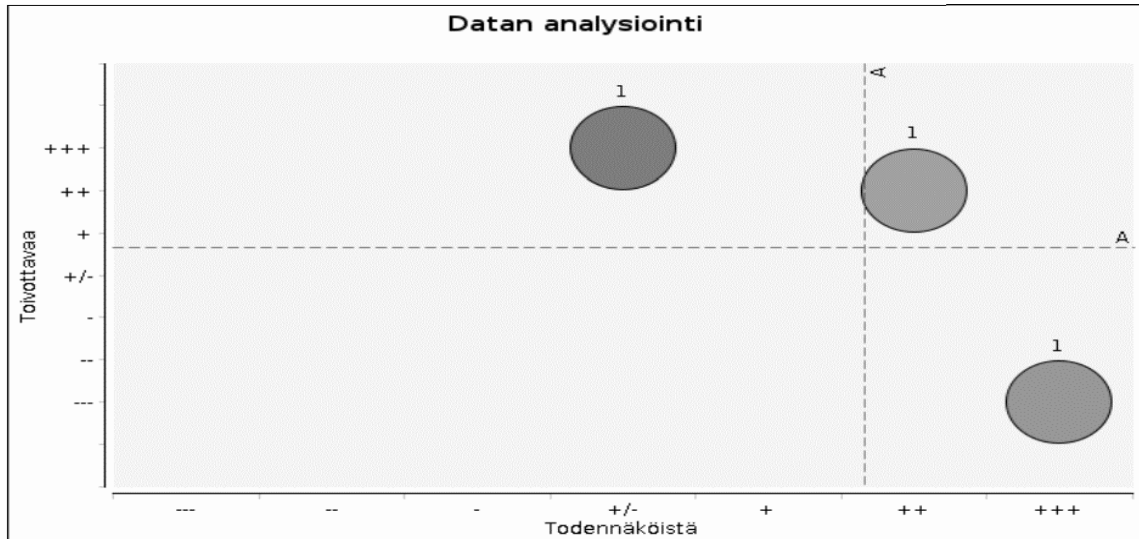


Kuva 8. Väittämä: hyvinvointialueet investoivat tulevaisuudessa dataperusteisen arvonluonnin kehittämiseen ja ratkaisujen käyttöönottoon

Ensimmäisellä kierroksella merkittäviksi datapohjaisen arvonluonnin kohteiksi nähtiin palveluiden ennakoiminen, oikea-aikaisuus, kohdentuvuus ja tehostaminen. Asiantuntijoiden kommenttien mukaan datapohjainen arvonluonti edellyttää datan liikkumista ja hyödyntämistä eri osapuolille, myös asiakkaille. Toisella Delfoi-kierroksella asiantuntijoiden näkemykset erosivat edelleen koskien väittämää: ”kyky jalostaa ja analysoida dataa systemaattisesti useiden henkilöiden toimesta, myös asiakkaiden, on keskeinen hyvinvointialueiden



tuottavuutta ja kilpailukykyä voimistava tekijä.” Vastausten jakaantuminen eDelphi-ohjelmassa on esitetty kuvassa 9.

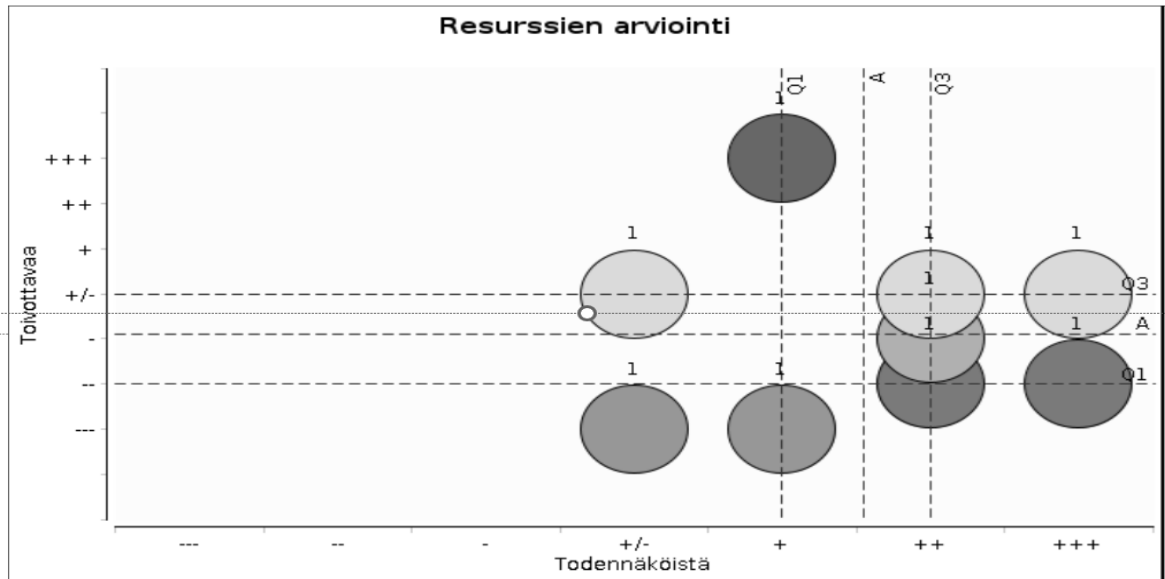


Kuva 9. Väittämä: kyky jalostaa ja analysoida dataa systemaattisesti useiden henkilöiden toimesta, myös asiakkaiden, on keskeinen hyvinvointialueiden tuottavuutta ja kilpailukykyä voimistava tekijä

Vastaajien mielipiteet ja arviot erosivat ensimmäisellä Delphi-kierroksella väittämässä ”hyvinvointialueiden toiminta tulee olemaan erilaisin kustannus- ja tulostittarein mitattuna eritasoista, koska alueilla on käytössään erilaiset teknologiset resurssit ja toimintamallit.” Asiantuntija-arvioiden mukaan osa muodostuneista hyvinvointialueista on jo edelläkävijöitä teknologisessa kehityksessä ja datan hyödyntämisessä. Asiantuntijat näkivät, että ”ne hyvinvointialueet, jotka perustuvat aiemmin integroituihin sosiaali- ja terveydenhuollon rakenteisiin, ovat valmiimpia myös teknologian käyttöönottoon verrattuna hajanaisista kunnista yhdistettävään hyvinvointialueeseen”.

Tuloksissa näkyi toisaalta tarkoituksenmukaisena, että alueet olisivat teknologian suhteen samalla tasolla, mutta yksi asiantuntija arvioi, että ”hyvinvointialueiden eritasoisuus ei välttämättä ole ongelma, koska kehityksen kannalta joidenkin alueiden edellä kulkeminen on toivottavaa”. Kaikki panelistit eivät uskoneet digitaalisen kaksosen teknologioiden lupausiin vaan erään asiantuntijakommentin mukaan ”ihmisten toiminnalla on enemmän

merkitystä kuin teknologialla”. Kuvassa 10 on esitetty vastauksien jakaantuminen väittämässä ”hyvinvointialueiden toiminta tulee olemaan erilaisin kustannus- ja tulostittarein mitattuna eritasoista, koska alueilla on käytössään erilaiset teknologiset resurssit ja toimintamallit”.

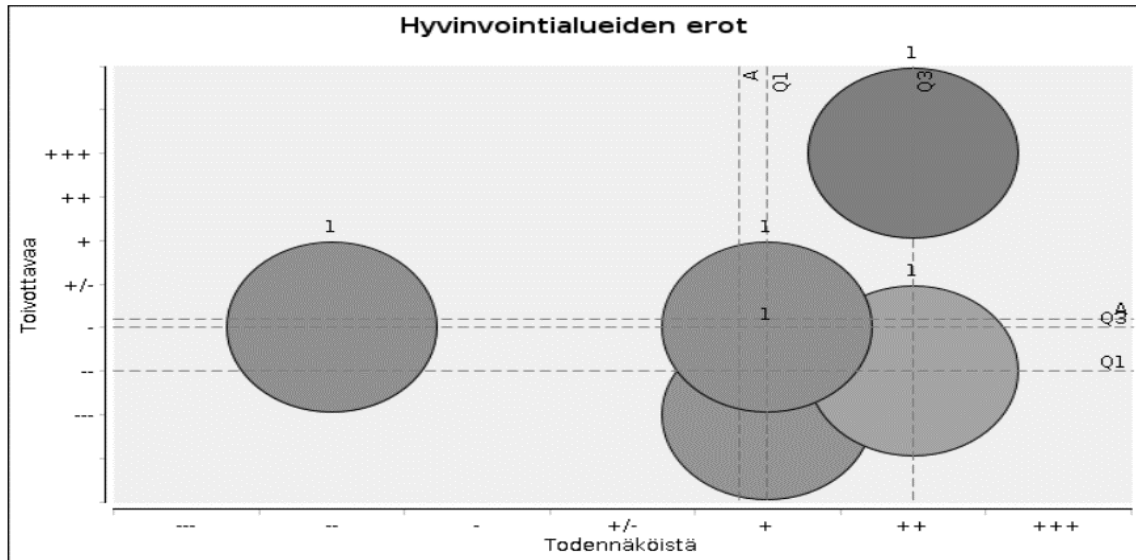


Kuva 10. Väittämä: hyvinvointialueiden toiminta tulee olemaan erilaisin kustannus- ja tulostittarein mitattuna eritasoista, koska alueilla on käytössään erilaiset teknologiset resurssit ja toimintamallit

Toisella Delfoi-kierroksella ilmeni edelleen asiantuntijoiden näkemysten eroaminen koskien väittämää: ”osa hyvinvointialueista on edelläkävijöitä liittyen teknologiseen kehitykseen ja datan hyödyntämiseen. Osa hyvinvointialueista joutuu keskittymään perustason teknologian toimivuuteen, joten mahdollisuuksia modernien teknologisten innovaatioiden, kuten digitaalisen kaksosen, käyttöön ei ole.” Asiantuntijat arvioivat, että ”hyvin todennäköisesti hyvinvointialueiden toiminta tulee olemaan erilaista, mutta sitä eivät yksinään selitä käytössä olevat teknologiset ratkaisut ja toimintamallit vaan eri hyvinvointialueiden organisaatioiden aikaisemmat vaiheet.

Asiantuntijoiden kommenttien mukaan perustason teknologian toimivuuteen keskittyminen vie hyvinvointialueiden resursseja, joten mahdollisuuksia teknologisten innovaatioiden,

kuten digitaalisen kaksosen käyttöön, ei vielä nähdä kaikilla hyvinvointialueilla. Kuvassa 11 kuvataan asiantuntijoiden vastauksien jakaantuminen eDelphi-nelikentässä.



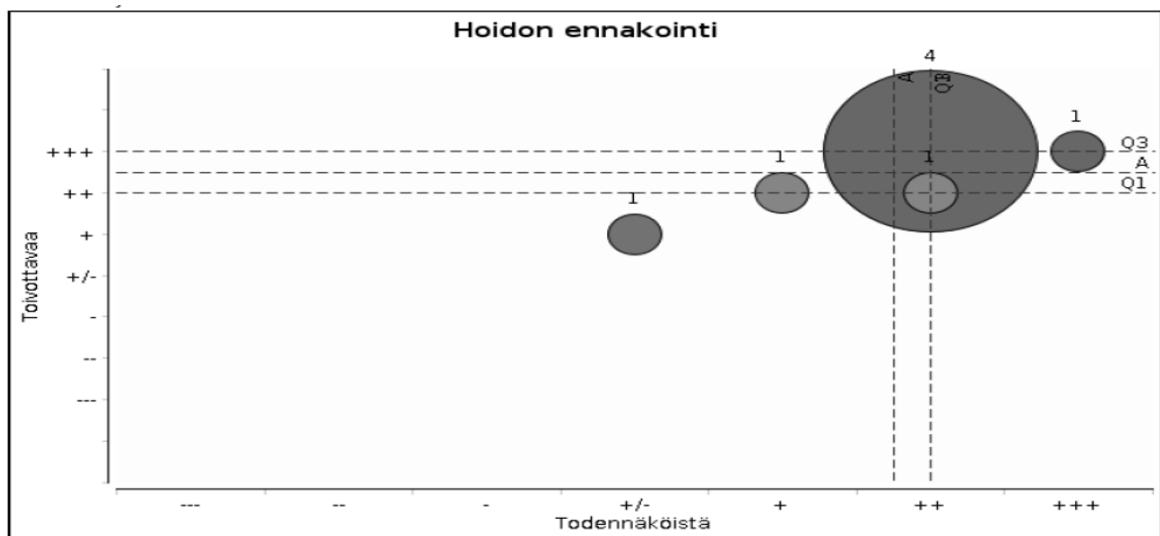
Kuva 11. Väittämä: osa hyvinvointialueista on edelläkävijöitä liittyen teknologiseen kehitykseen ja datan hyödyntämiseen

Asiantuntijakommenttien mukaan oli todennäköistä, että ”hyvinvointialueilla tulee olevan enemmän pulaa ovat teknologisista asiantuntijoista ja teknisesti kyvykkäistä soteammattilaisista”. Erään asiantuntijan kommentin mukaan ”teknologiset asiantuntijat eivät kuitenkaan ole sosiaali- ja terveydenhuollon itseisarvo”.

## 5.2 Potilaan hoito

Asiantuntijoiden näkemykset olivat ensimmäisellä Delfoi-kierroksella yhtenevät koskien väitettä ”digitaalisen kaksosen avulla voidaan ennakoida ja simuloida potilaan hoidon eri vaihtoehtoja.” Digitaalisen kaksosen arvioitiin tuovan apua diagnosointiin, ja lääketiedettä pidettiin todennäköisempänä vaihtoehtona hyödyntää digitaalista kaksosta kuin esimerkiksi sosiaalipalveluja. Asiantuntijoiden näkemysten mukaan ihmistä tulee katsoa kokonaisuutena ja arvioida laajemmin, mitä muita palveluja, esimerkiksi sosiaalipalveluja, hän tarvitsee. Ihmisen käyttäytyminen on panelistien mukaan kompleksista, mikä aiheuttaa toiminnan ennakoinnin vaikeutta, mutta digitaalinen kaksonen voi erilaisilla simulaatioilla auttaa eri

hoitovaihtoehtojen etsimisessä ja lähettää herätteitä ammattilaisille. Digitaalisen kaksosen tuottama data tulee kuitenkin vielä varmistaa asiantuntijan toimesta. Kuvassa 12 on esitetty vastaajien näkemysten keskittyminen Delfoin todennäköistä-toivottaa-nelikenttään koskien väittämää ”digitaalisen kaksosen avulla voidaan tulevaisuudessa ennakoida ja simuloida potilaan hoidon eri vaihtoehtoja”.

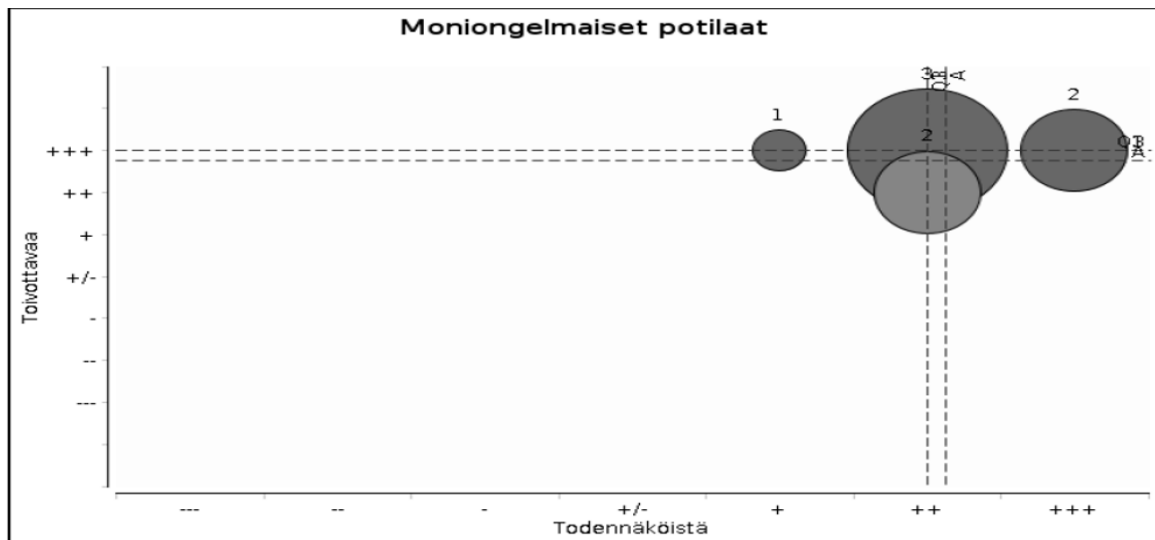


Kuva 12. Väittämä: digitaalisen kaksosen avulla voidaan tulevaisuudessa ennakoida ja simuloida potilaan hoidon eri vaihtoehtoja

Asiantuntijapaneelin arvioiden mukaan digitaalisen kaksosen hyöty löytyy ongelmien enustamisessa ja ehkäisevien tekijöiden löytymisessä, joilla estetään raskaammat sekä kalliimmat hoidot. Moniongelmaisten haasteet nähtiin yhtenä keskeisimmistä palvelujärjestelmää kuormittavista ja häiriökysyntää aiheuttavista tekijöistä. Tuloksena ilmeni asiantuntijoiden yksimielisyys siitä, että vaikeiden sairauksien sekä moniongelmaisten potilaiden hoito tulee olemaan luotettavampaa digitaalisen kaksosen virtuaalisen simulaation avulla.

Asiantuntija-argumenttien mukaan digitaalisen kaksosen simulaatio saattaa selventää potilaan palvelukäyttäytymistä, vähentää häiriökysyntää, ja auttaa ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa. Tämä nähtiin tärkeänä käyttökohteena, koska moniongelmaisten haasteet tunnistettiin yhdeksi keskeisimmiksi palvelujärjestelmää kuormittaviksi ja häiriökysyntää aiheuttaviksi tekijöiksi. Erään asiantuntijan kommentin mukaan ”väestöstä 10 % käyttää 80 % resursseista”.

Kuvassa 13 on esitetty panelistien vastausten tulokset koskien väittämää ”vaikeiden sairauksien ja moniongelmaisen potilaan hoito tulee olemaan luotettavampaa digitaalisen kaksosen virtuaalisen simulaation avulla”.

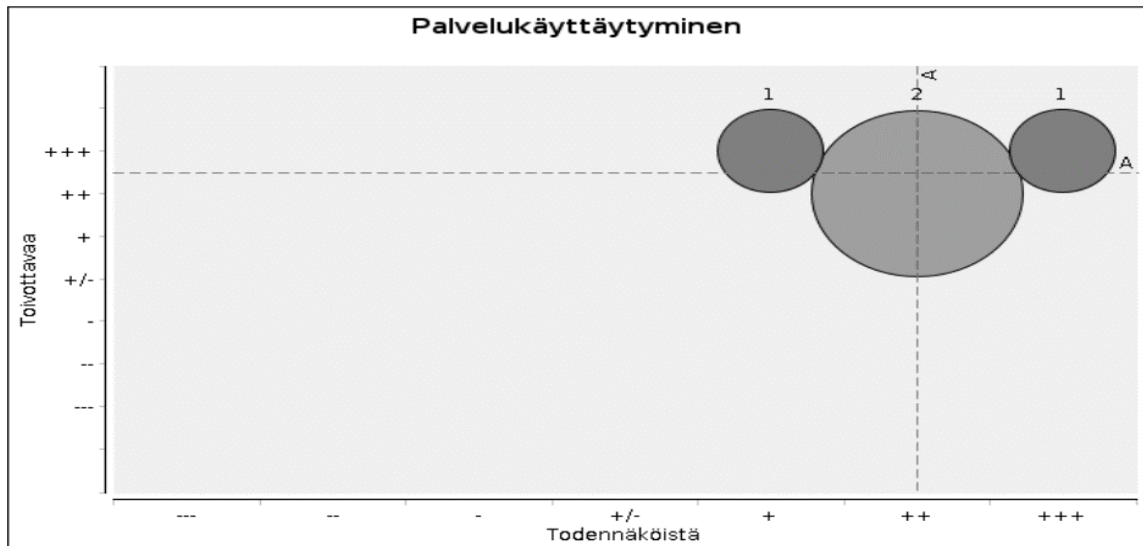


Kuva 13. Väittämä: vaikeiden sairauksien ja moniongelmaisen potilaan hoito tulee olemaan luotettavampaa digitaalisen kaksosen virtuaalisen simulaation avulla

Moniongelmaisia koskeva väittämä aiheutti melko runsaasti keskustelua. Moniongelmaiset nähtiin joukkona, joka sisältää erilaisia segmenttejä. Asiantuntijat kommentoivat esimerkiksi: ”Digitaalista kaksosta voitaisiin hyödyntää erottamaan moniongelmaisten joukosta erilaiset segmentit” ja ”digitaalisen kaksosen avulla saadaan selvyttä moniongelmaisten eri segmenttien palvelukäyttämiseen.” Yksi panelisteista vastasi: ”digitaalisen kaksosen mallinnuksen avulla voitaisiin puuttua ongelmiin oikea-aikaisesti ja -tasoisesti. Moniongelmaisten joukosta osa on sellaisia, jotka tarvitsevat paljon palveluja, mutta siihen osaan, joka ei kiinnity palvelujärjestelmään voisi simulaatiolla tuoda apua. Simulointi tulee kuitenkin varmistaa reaalidatan analyysillä, mutta digitaalinen kaksosen voi auttaa nostamaan herätteitä.”

Avoimista vastauksista johdettiin väittämä ”digitaalisen kaksosen simulaatio voi selventää potilaan palvelukäyttämistä, vähentää häiriökysyntää, ja auttaa ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa.” Väittämä vietiin asiantuntijaneelin arvioitavaksi toiselle Delfoi-kierrokselle, jolloin ilmeni yksimielisyys ja vastausten keskittyminen todennäköistä-toivottavaa

alueelle. Kuvassa 14 on esitetty vastaajien näkemysten keskittyminen todennäköistä-toivottavaa-nelikentälle.



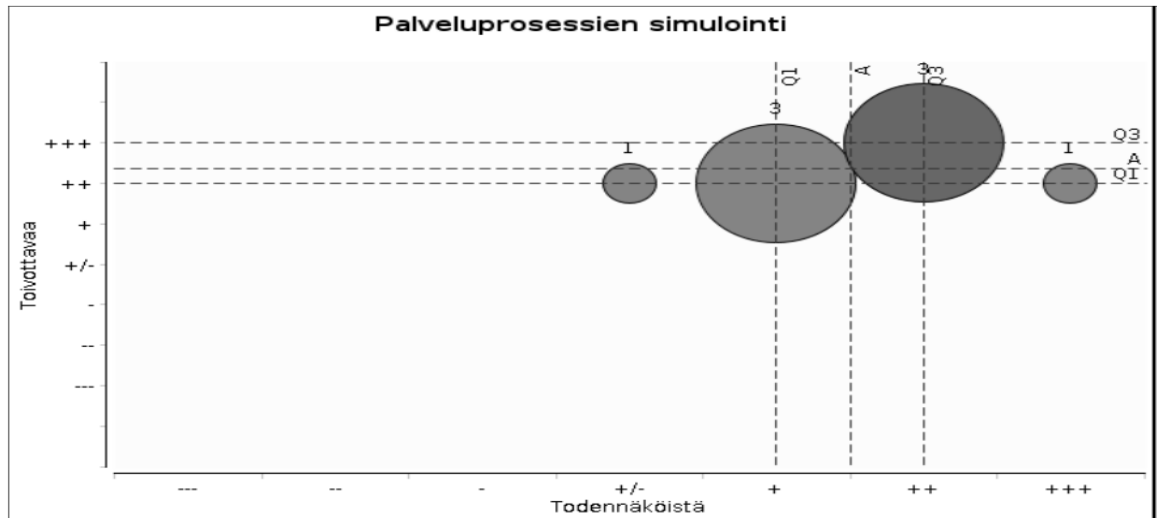
Kuva 14. Väittämä: digitaalisen kaksosen simulaatio voi selventää potilaan palvelukäyttäytymistä, vähentää häiriökysyntää, ja auttaa ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa

Moniongelmaisten haasteet nähtiin tuloksissa yhtenä keskeisimmistä palvelujärjestelmää kuormittavista ja häiriökysyntää aiheuttavista tekijöistä. Asiantuntijoiden kommenttien mukaan digitaalisen kaksosen avulla olisi mahdollista löytää ongelmaan ratkaisuja.

### 5.3 Palvelupolun suunnittelu

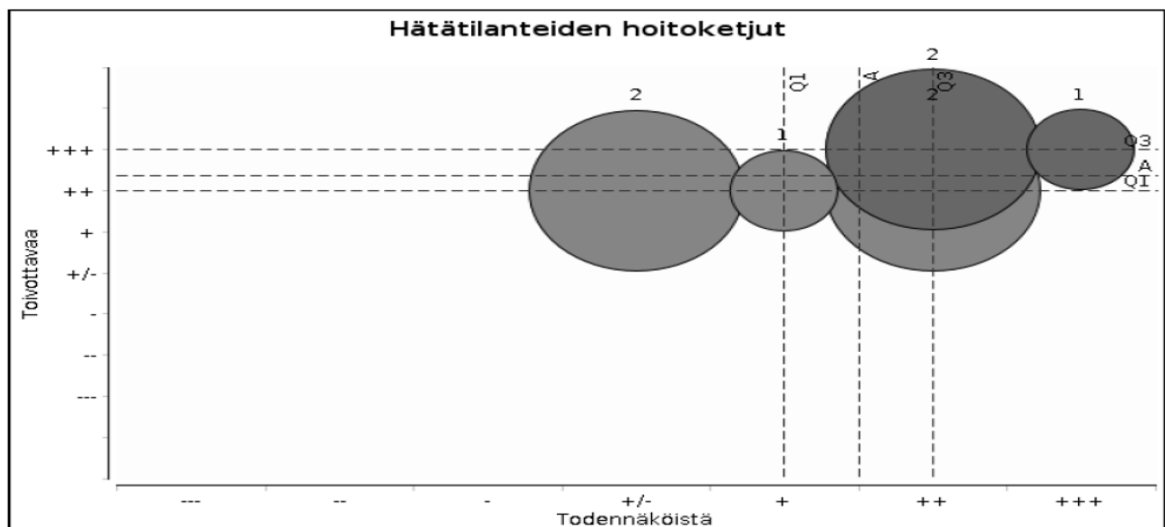
Ensimmäisen Delfoi-kierroksen jälkeen tuloksena ilmeni asiantuntijoiden yksimielisyys koskien väittämiä “digitaalisen kaksosen avulla voidaan hyvinvointialueiden palveluprosesseja simuloimalla löytää potilaalle optimaalinen toimintasuunnitelma ja hoitopolku” sekä “häätätilanteiden hoitoketjut voidaan tukevaisuudessa järjestää nopeammin digitaalisen kaksosen avulla.” Erään asiantuntijan kommentin mukaan digitaalisen kaksosen apu palveluprosessien simuloinnissa olisi toivottavaa esimerkiksi kotihoidon reittien optimoinnissa. Toisen asiantuntijakommentin mukaan ”akuutit tilanteet hoituvat Suomessa varsin tehokkaasti tälläkin hetkellä. Esimerkiksi aivoinfarktin liotushoito toimii tehokkaasti”. Tämän vuoksi digitaalisen kaksosen vaikutus itse hoitoketjun optimointiin arvioitiin pienemmäksi.

Kuvassa 15 on esitetty mielipiteiden keskittyminen todennäköistä-toivottavaa kenttään koskien väittämää: ”digitaalisen kaksosen avulla voidaan hyvinvointialueen palveluprosesseja simuloimalla löytää potilaalle optimaalinen toimintasuunnitelma ja hoitopolku.”



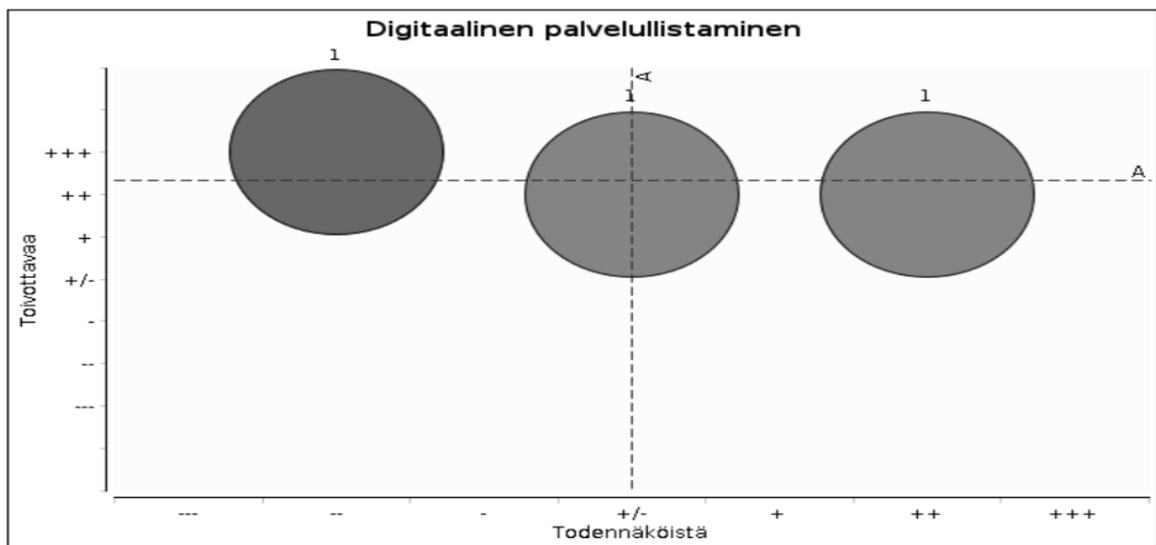
Kuva 15. Väittämä: digitaalisen kaksosen avulla voidaan hyvinvointialueen palveluprosesseja simuloimalla löytää potilaalle optimaalinen toimintasuunnitelma ja hoitopolku

Hätätilanteiden hoitoketjujen nähtiin olevan digitaaliselle kaksoselle sopiva käyttökohde, vaikka niiden arvioitiin olevan Suomessa hyvällä tasolla muutenkin. Erään asiantuntijan ehdotus oli digitaalisen kaksosen käyttö kotihoidon reittien optimoinnissa, lastensuojelun ja päivystyksen hoitoketjujen suunnittelussa. (Kuva 16.)



Kuva 16. Väittämä: hätätilanteiden hoitoketjut voidaan tulevaisuudessa järjestää nopeammin digitaalisen kaksosen avulla

Toiselle kierrokselle vietiin asiantuntijan kommentti väittämäksi: ”Digitaalisen kaksosen tärkeä käyttökohde olisi kotihoidon toiminnan optimointi, esimerkiksi kotihoitajien päivittäisten reittien suunnittelu.” Asiantuntijoiden näkemyksen mukaan kotihoidon toiminnan optimointi digitaalisen kaksosen avulla oli toivottavaa, mutta vastaukset koskien todennäköisyyttä jakaantuivat eDelphi-nelikehtän eri laidoille. Kuvassa 17 näkyvät erot asiantuntijoiden näkemyksissä.

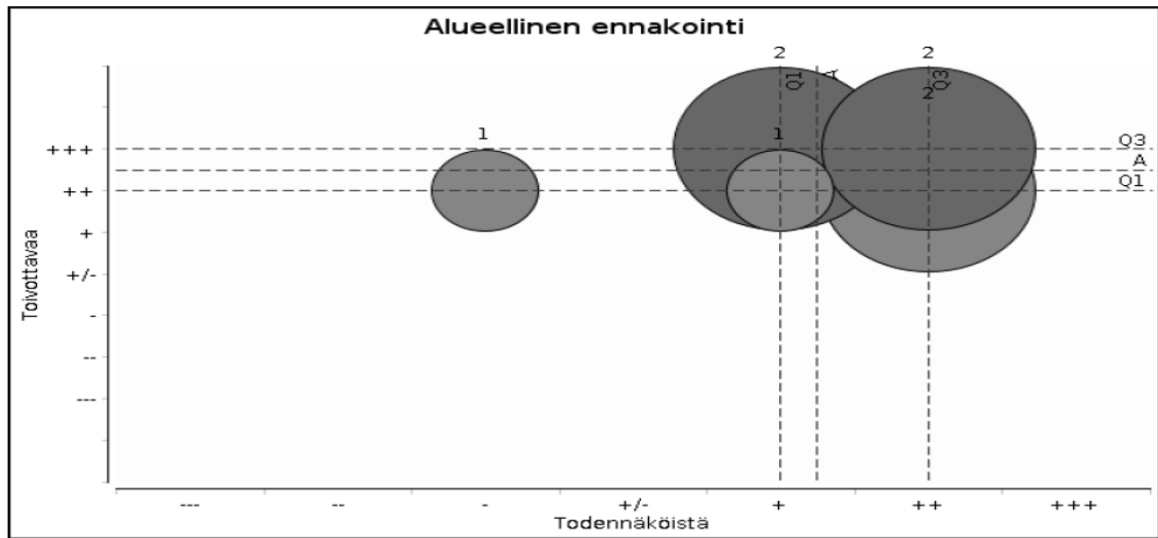


Kuva 17. Väittämä: digitaalisen kaksosen tärkeä käyttökohde olisi kotihoidon toiminnan optimointi, esimerkiksi kotihoitajien päivittäisten reittien suunnittelu

Digitaalisen kaksosen mahdollisuudet nähtiin vahvasti ennakoinnissa. Asiantuntijat olivat melko yksimielisiä siitä, että alueiden, kaupunkien ja organisaatioiden reaaliaikaiseen dataan perustuva digitaalinen kaksonen auttaa päättäjiä ennakoimaan ja tekemään päätöksiä. Asiantuntijat arvioivat, että suoraviivaistamalla palvelupolkuja simulaation avulla voidaan tarjota palveluja ennakoivasti, vaikka potilaat harvoin noudattavat rutiininomaisesti prosesseja. Asiantuntija kommentoi, että ”ihmisen käyttäytyminen on riippuvainen monesta tekijästä, mutta ennusteet helpottavat hoitopolun suunnittelua.”



Kuvassa 18 on kuvattu vastausten jakaantuminen koskien väittämää ”alueiden, kaupunkien ja organisaatioiden reaaliaikaiseen dataan perustuva digitaalinen kaksonen auttaa päättäjiä ennakoimaan ja tekemään päätöksiä. Esimerkiksi pandemian leviämisen ennustaminen ja mallintaminen.”



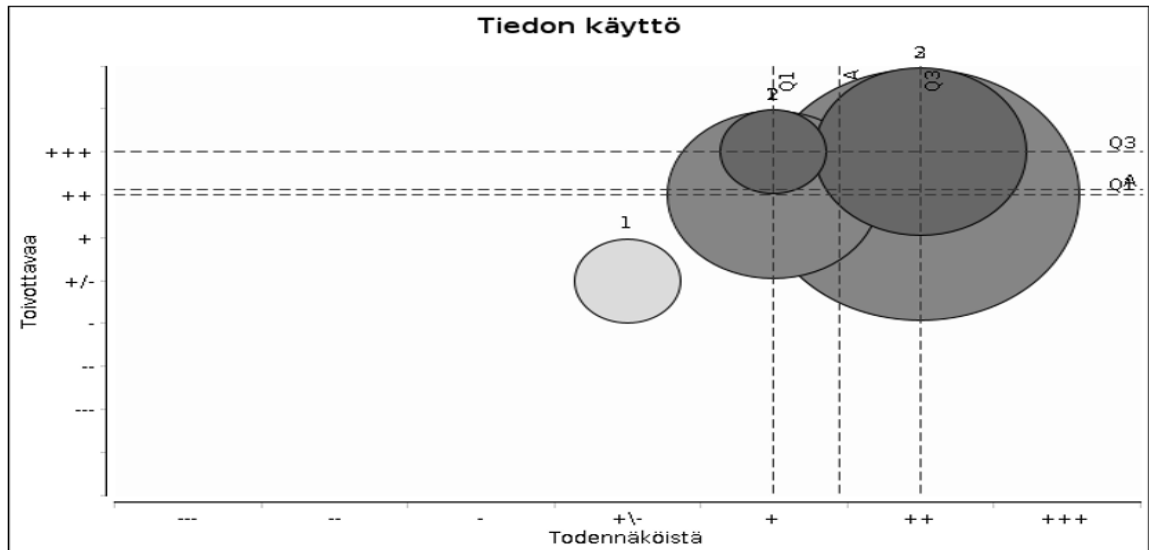
Kuva 18. Väittämä: alueiden, kaupunkien ja organisaatioiden reaaliaikaiseen dataan perustuva digitaalinen kaksonen auttaa päättäjiä ennakoimaan ja tekemään päätöksiä. Esimerkiksi pandemian leviämisen ennustaminen ja mallintaminen

Asiantuntijan vastauksen mukaan tähän ei tarvita digitaalista kaksosta vaan perusanalytiikka riittää. Datan hyödyntämisen haaste nähtiin johtamisessa, joka ei välttämättä osannut reagoida ongelmiin ennakoivasti.

#### 5.4 Tiedon kumuloituminen

Tutkimuksen tuloksena korostui ensimmäisellä Delfoi-kierroksella vastaajien yksimielisyys koskien väittämää ” digitaalinen kaksonen auttaa tulevaisuudessa hyvinvointialueiden toiminnan reaaliaikaisessa seurannassa, tietojen analysoinnissa ja jakamisessa”. Vastaajat tunnustivat, että kyky jalostaa ja analysoida dataa systemaattisesti useiden henkilöiden toimesta, myös asiakkaiden, on keskeinen hyvinvointialueiden tuottavuutta ja kilpailukykyä voimistava tekijä. Asiantuntijan kommentin mukaan ”digitaalisen kaksosen kautta voidaan mallintaa palvelujärjestelmää ja simuloida palvelujärjestelmän osia, potilas segmenttejä sekä

yksilön hyvinvoinnin kehittämistä”. Toisen asiantuntijan kommentin mukaan ”on toivottavaa, jos on todistettua näyttöä, että sillä on merkitystä hyvinvointialueen tavoitteiden toteuttamisessa sekä paremman ja kustannusvaikuttavamman palvelun tarjoamisessa asukkaille,” Kuvassa 19 esitetään vastausten keskittyminen todennäköistä-toivottavaa-kenttään.



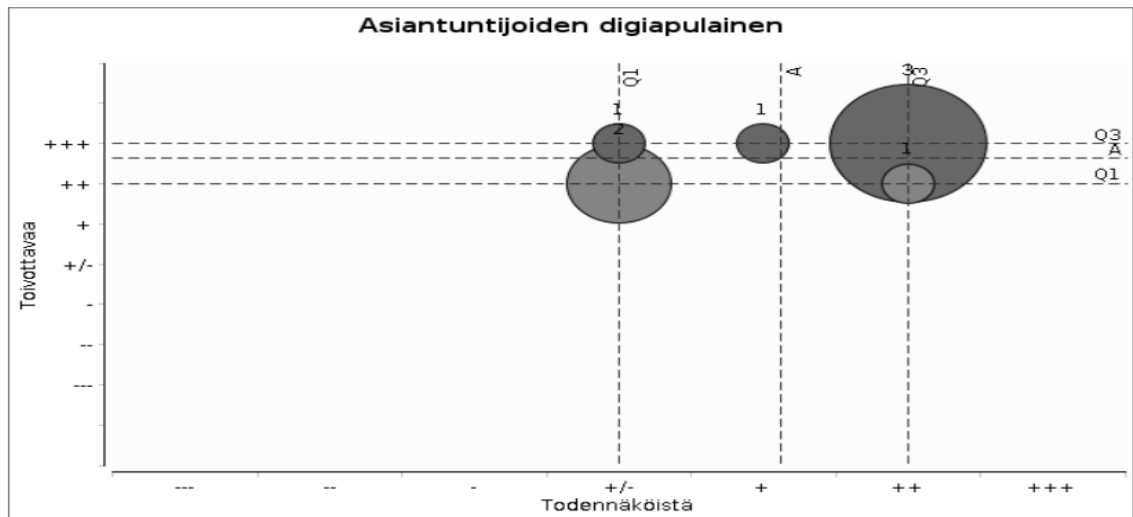
Kuva 19. Väittämä: digitaalinen kaksonen auttaa tulevaisuudessa hyvinvointialueiden toiminnan reaaliaikaisessa seurannassa, tietojen analysoinnissa, ja jakamisessa

Yksi asiantuntijoista täsmensi: ”Datan käsittely täytyy tehdä kuitenkin aina datalla ja simuloitu tilanne täytyy aina varmentaa reaalidatan analyysillä. Digitaalinen kaksonen data voi kuitenkin auttaa nostamaan herätteitä ja ennusteita tulevasta tietyillä todennäköisyyksillä.”

### 5.5 Asiantuntijoiden tuki

Ensimmäisen Delfoi-kierroksen tuloksena muodostui asiantuntijoiden yksimielisyys koskien väittämää ”digitaalinen kaksonen muodostaa avustajan asiantuntijoille, kuten erikoislääkäreille, auttaen heitä keräämään ja käsittelemään erilaista tietoa työssään.” Asiantuntijat pitivät tätä todennäköisenä ja toivottavana. Asiantuntija kommentoi: ”Pidän tätä yhtenä todennäköisimpänä käyttökohteena.” Toinen asiantuntija kommentoi: ”Tähän uskon. Vaatii muutosjohtamista valtavassa määrin mutta maailma muuttuu väijäämättä.”

Kuvassa 20 näkyvät tulokset asiantuntijoiden näkemysten keskittymisestä eDelphi-ohjelmassa todennäköistä-toivottavaa kenttään.

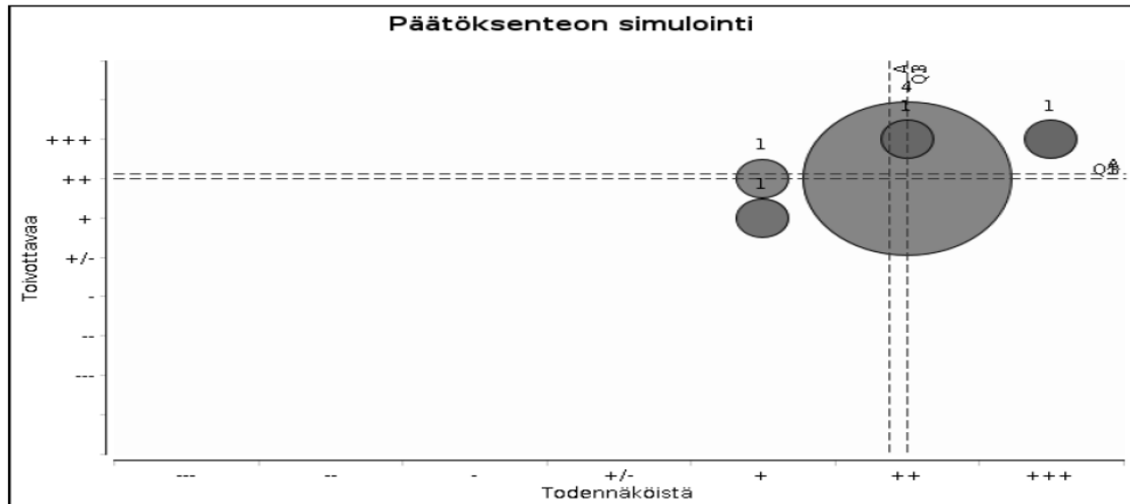


Kuva 20. Väittämä: digitaalinen kaksonen muodostaa tulevaisuudessa avustajan asiantuntijoille, kuten erikoislääkäreille, auttaen heitä keräämään ja käsittelemään erilaista tietoa työssään

Asiantuntijoiden arvioiden mukaan haaste on sosiaali- ja terveydenhuollon johtamisessa, joka perustuu ongelmiin reagointiin, ei ennakointiin. Asiantuntijoiden näkemys oli yksimielinen koskien väittämää ”hyödyntämällä tulevaisuudessa digitaalisen kaksosen keräämää ja analysoimaa dataa, hyvinvointialueen päätöksenteko onnistuu luotettavammin”. Väittämää kommentoitiin: ”Sosiaali- ja terveydenhuollossa päätöksentekoon vaikuttavat lukuisat eri ihmilliset tekijät, mutta oikein käytettynä digitaalinen kaksonen voi tuoda päätöksentekoon lisäarvoa.” Yksi asiantuntijoista kommentoi: ”Digitaalisen kaksosen hyötyarvo voi jäädä pieneksi, jos johtamista ei kehitetä.” Asiantuntijan näkemyksen mukaan ”tiedolla johtamisen keinoja tarvitaan ylipäättään, jotta päätökset pohjautuvat osoitettuun tietoon.” Tulosten mukaan oikein johdettuna ja jalkautettuna digitaalinen kaksonen voi tuoda sosiaali- ja terveydenhuoltoon lisäarvoa.

Asiantuntijoiden mielipiteiden ja arvioiden mukaan hyvinvointialueiden johtamisessa ei ole tarpeeksi osaamista hyödyntää datapohjaista arvonluontia, eikä digitaalisen kaksosen teknologioita. Asiantuntijat kommentoivat ”jos johtamista ei kehitetä, minkä tahansa teknologian

hyötyarvo jää pieneksi.” Kuvassa 21 on esitetty asiantuntijoiden näkemysten keskittyminen toivottavaa-todennäköistä-kenttään.

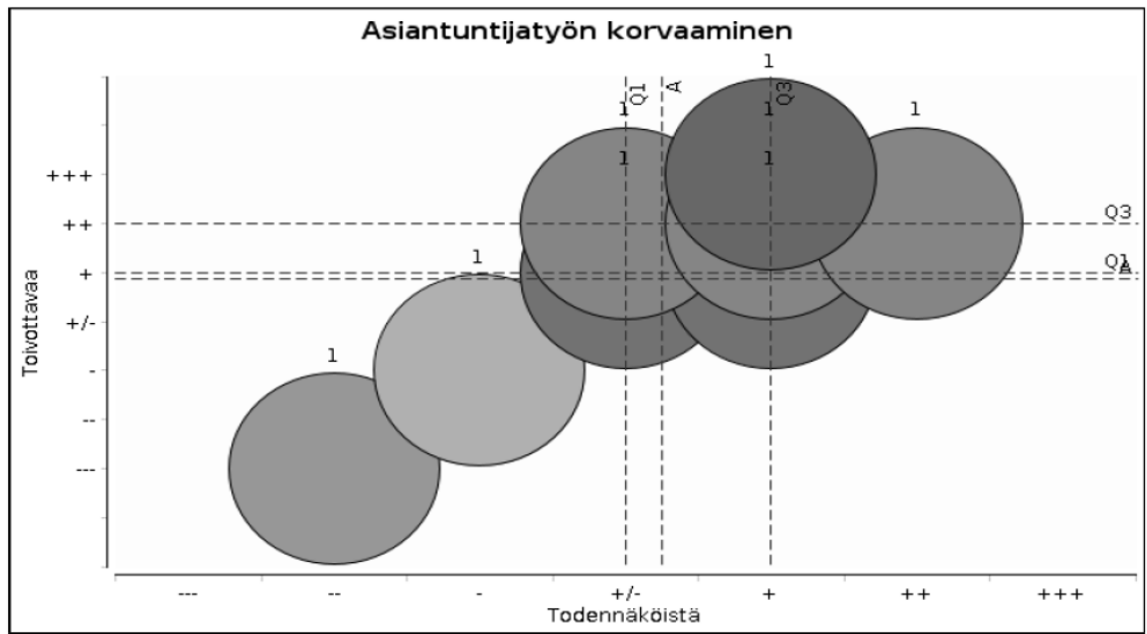


Kuva 21. Väittämä: hyödyntämällä tulevaisuudessa digitaalisen kaksosen keräämää ja analysoimaa dataa, hyvinvointialueen päätöksenteko onnistuu luotettavammin

Asiantuntijoiden mielipiteet ja arviot olivat ristiriitaiset koskien väittämää ”hyvinvointialueen asiantuntijoiden työtehtäviä korvataan tulevaisuudessa teknologian, kuten digitaalisen kaksosen avulla. Useassa vastauksessa korostettiin, että ”digitaalinen kaksosen voi korvata rutiinimaisia työtehtäviä, mutta se ei tule korvaamaan ihmisten välistä kanssakäymistä ja vuorovaikutusta johtamisessa. Manuaalinen, rutiininomainen työ korvataan tulevaisuudessa teknologialla ja asiantuntijat keskittyvät viheliäisiin ongelmiin, sekä empatiaa vaativiin tehtäviin.”

Asiantuntijoiden näkemyksen mukaan manuaalista työtä voidaan jossain määrin korvata teknologian, kuten digitaalisen kaksosen avulla, mutta asiantuntijapaneeli ei uskonut, että digitaalinen kaksosen kokonaan korvaa asiantuntijan ainakaan lähitulevaisuudessa. Asiantuntija kommentoi: ”teknologia ei voi korvata inhimillisyyttä, läsnäoloa tai ihmisten välistä vuorovaikutusta.” Digitaalisen kaksosen kypsyytaso lääketieteessä hyödyntämiseen nähtiin korkeana.

Kuvassa 22 esitetään panelistien mielipiteiden jakaantuminen Delfoi-nelikentän eri osille.

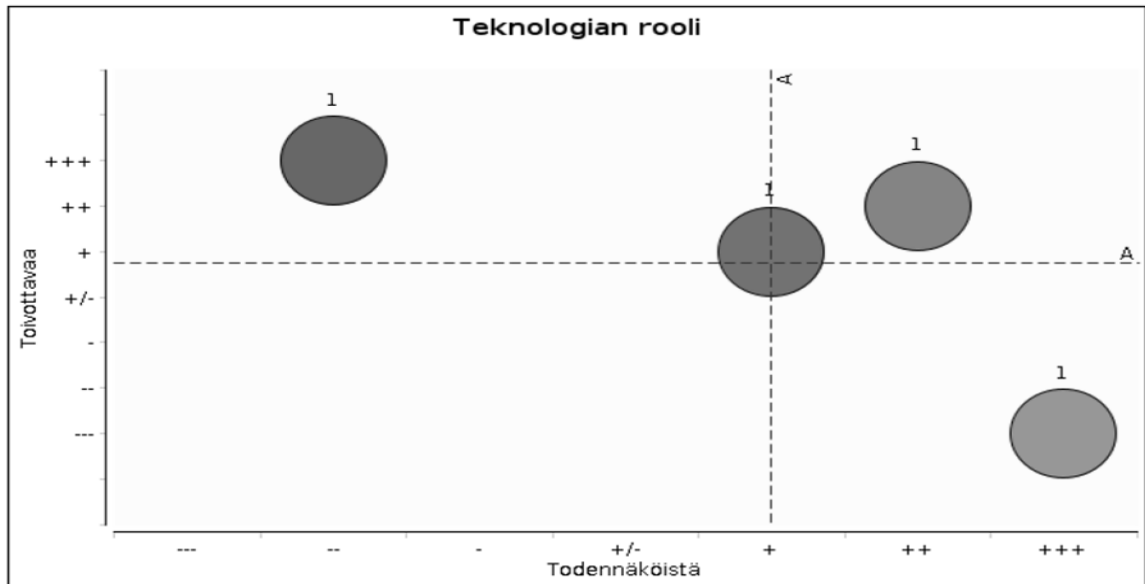


Kuva 22. Väittämä: hyvinvointialueen asiantuntijoiden työtehtäviä korvataan tulevaisuudessa teknologian, kuten digitaalisen kaksosen avulla

Teknologian käytön lisääntyminen korostaa ihmisten viestintä- ja empatiataitoja. Asiantuntijoiden mukaan teknologiaa ja ihmistä ei tule asettaa vastakkain, vaikka tapa tehdä työtä muuttuu teknologian kehityksen mukana ja teknologiaa tarvitaan. Yksi asiantuntijoista kommentoi: "Asiantuntijan tuki on digitaalisen kaksosen hyödyntämisen ensimmäinen askel."

Ristiriitainen näkemys vietiin toiselle kierrokselle väittämänä: "digitaalinen kaksonen voi korvata rutiinimaisia työtehtäviä, mutta se ei tule korvaamaan ihmisten välistä kanssakäymistä ja vuorovaikutusta. Manuaalinen, rutiinomainen työ korvataan teknologialla ja asiantuntijat keskittyvät viheliäisiin ongelmiin, sekä empatiaa vaativiin tehtäviin." Asiantuntijoiden näkemykset erosivat edelleen koskien väittämää.

Kuvassa 23 on esitetty vastausten hajaantuminen koskien väittämää: ”digitaalinen kaksonen voi korvata rutiinimaisia työtehtäviä, mutta se ei tule korvaamaan ihmisten välistä kanssakäymistä ja vuorovaikutusta. Manuaalinen, rutiininomainen työ korvataan teknologialla ja asiantuntijat keskittyvät viheliäisiin ongelmiin, sekä empatiaa vaativiin tehtäviin.”

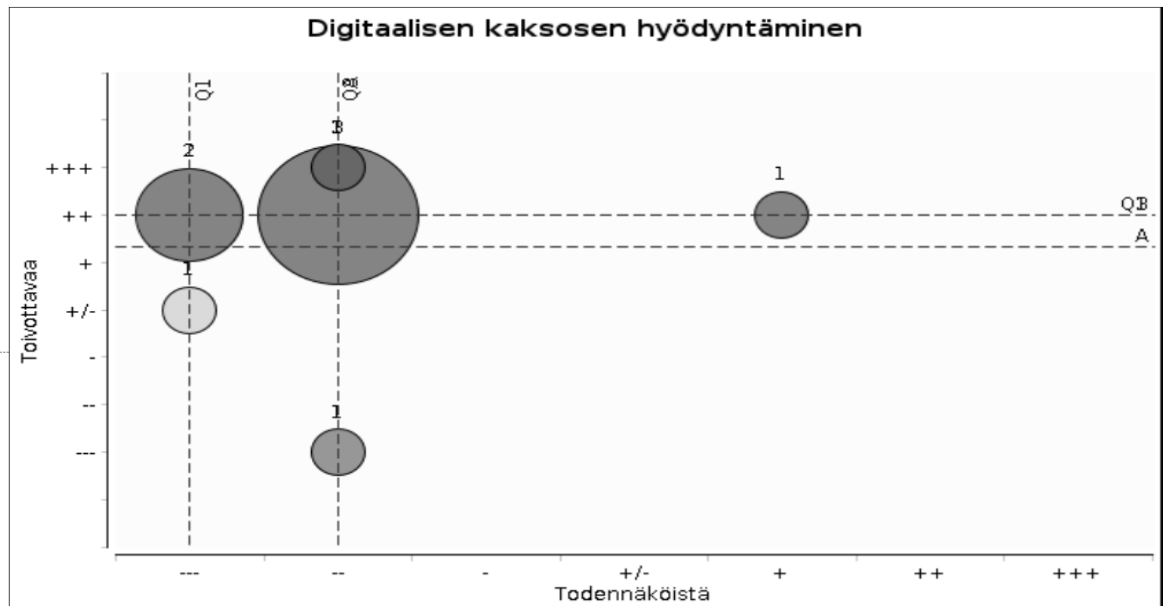


Kuva 23. Väittämä: digitaalinen kaksonen voi korvata rutiinimaisia työtehtäviä, mutta se ei tule korvaamaan ihmisten välistä kanssakäymistä ja vuorovaikutusta. Manuaalinen, rutiininomainen työ korvataan teknologialla ja asiantuntijat keskittyvät viheliäisiin ongelmiin, sekä empatiaa vaativiin tehtäviin.

## 5.6 Yhteiskehittäminen

Asiantuntijoiden näkemykset erosivat hieman ensimmäisellä Delfoi-kierroksella koskien väittämää ”Hyvinvointialueiden palvelutuotannossa on riittävästi tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksista”. Asiantuntijoiden kommenttien mukaan ”hyvinvointialueiden palvelutuotannossa ei ole riittävästi tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksista”, ja ”digitaalista kaksosta ei juuri käytetä sosiaali- ja terveydenhuollossa ja tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksista eri henkilöillä on vaihtelevasti”.

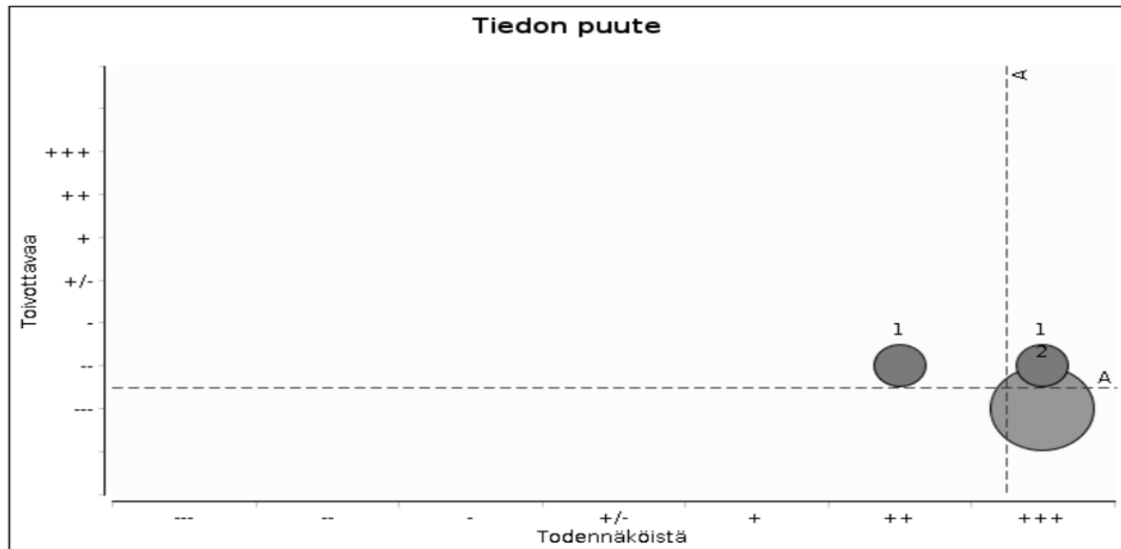
Kuvassa 24 on esitetty asiantuntijoiden vastausten keskittyminen eDelphi-ohjelmassa toivottavaa-epätodennäköistä-kenttään.



Kuva 24. Väittämä: hyvinvointialueiden palvelutuotannossa on riittävästi tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksista

Ensimmäisen kierroksen vastauksista johdettiin väittämä toiselle Delphi-kierrokselle. Toisella kierroksella asiantuntijoiden näkemykset olivat yksimieliset koskien väittämää: ”tieto dataan pohjautuvasta arvonluonnista, digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikuttavuudesta on vähäistä päättäjien keskuudessa”.

Kuvassa 25 on esitetty asiantuntijoiden vastausten keskittyminen eDelphi-ohjelman todennäköistä-ei toivottavaa-kenttään koskien väittämää ”tieto dataan pohjautuvasta arvonluonnista, digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikuttavuudesta on vähäistä päättäjien keskuudessa”.



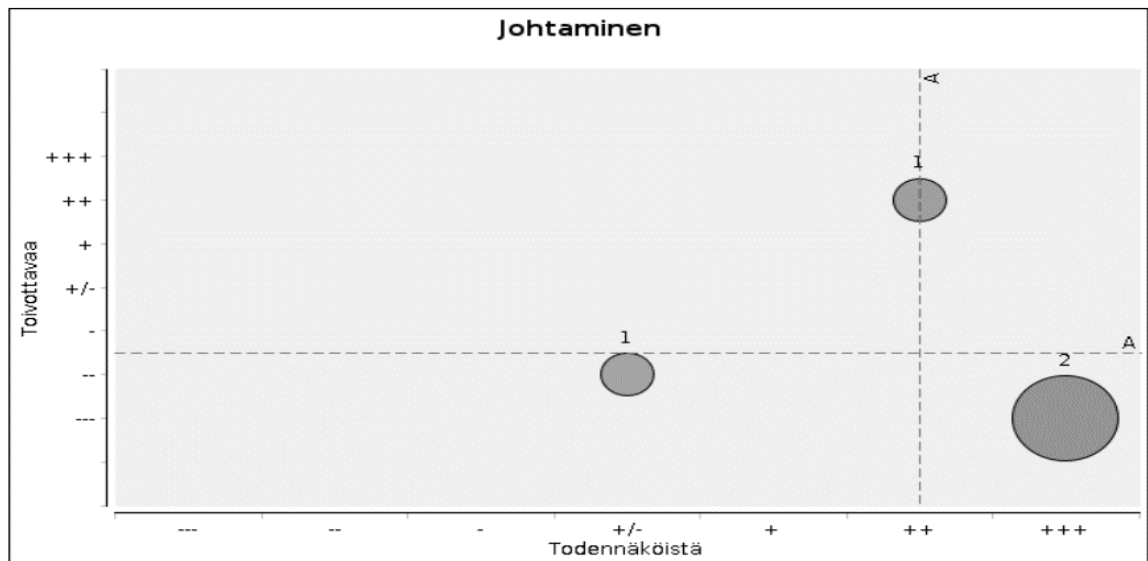
Kuva 25. Väittämä: tieto dataan pohjautuvasta arvonluonnista, digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikuttavuudesta on vähäistä päättäjien keskuudessa

Vastausten mukaan ”digitaalinen kaksonen on sosiaali- ja terveydenhuollossa vielä tuntematon käsite”. Osa asiantuntijoista kommentoi, ”ettei teknologista strategiaa ole laadittu pitkäjänteisesti” ja ”lyhytjänteisen panostuotos ajattelun vuoksi hyvinvointialueet eivät kehity”. ”Nykyiset teknologiset resurssit jopa heikentävät sosiaali- ja terveydenhuollon asiakasarvon tuottamista.”

Toisen kierroksen tuloksen ilmeni asiantuntijoiden näkemysten ero koskien väittämää: ”Hyvinvointialueiden johtamisessa ei ole tarpeeksi osaamista hyödyntää datapohjaista arvonluontia, eikä digitaalisen kaksosen teknologioita. Jos johtamista ei kehitetä, minkä tahansa teknologian hyötyarvo jää pieneksi.”

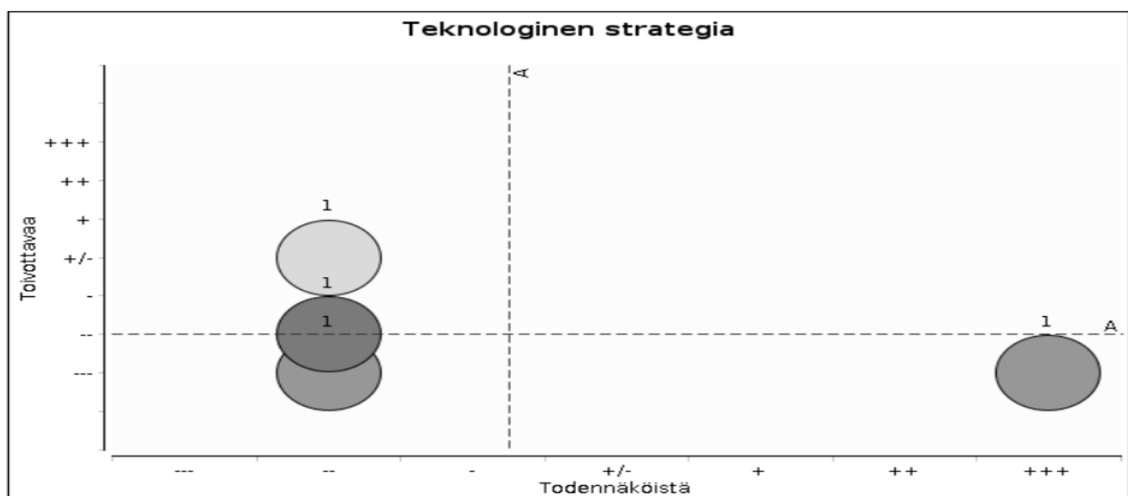


Kuvassa 26 on esitetty vastausten sijoittuminen eDelphi-ohjelman nelikenttään.



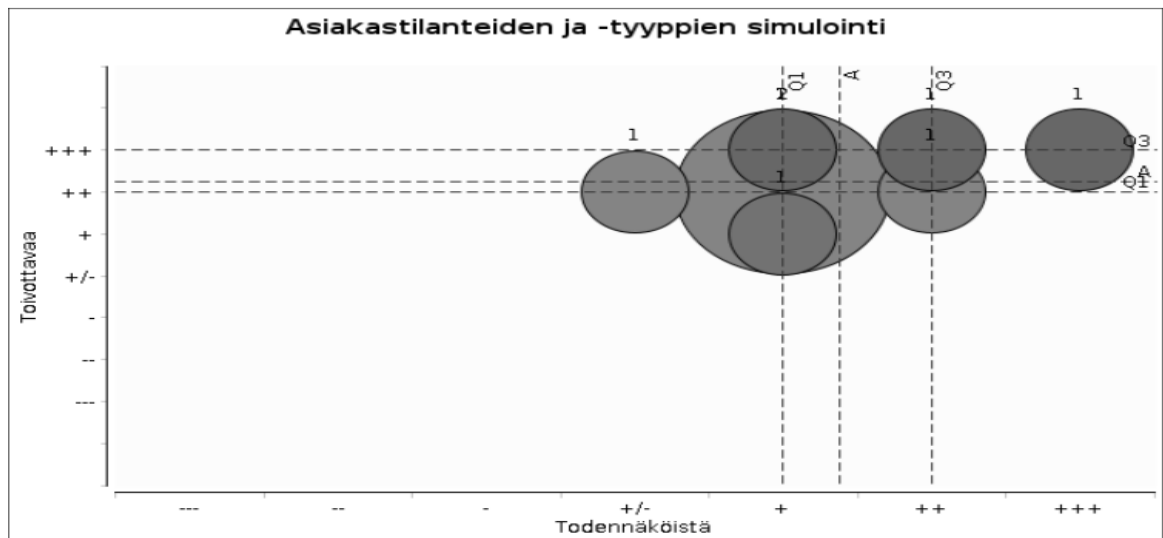
Kuva 26. Väittämä: hyvinvointialueiden johtamisessa ei ole tarpeeksi osaamista hyödyntää datapohjaista arvonluontia, eikä digitaalisen kaksosen teknologioita

Toisella Delfoi-kierroksella asiantuntijoiden mielipiteet erosivat koskien väittämää: ”Hyvinvointialueiden teknologista strategiaa ei ole laadittu pitkäjänteisesti. Lyhytjänteisen panostuotos ajattelun vuoksi hyvinvointialueet eivät kehity” (kuva 27).



Kuva 27. Väittämä: hyvinvointialueiden teknologista strategiaa ei ole laadittu pitkäjänteisesti. Lyhytjänteisen panostuotos ajattelun vuoksi hyvinvointialueet eivät kehity.

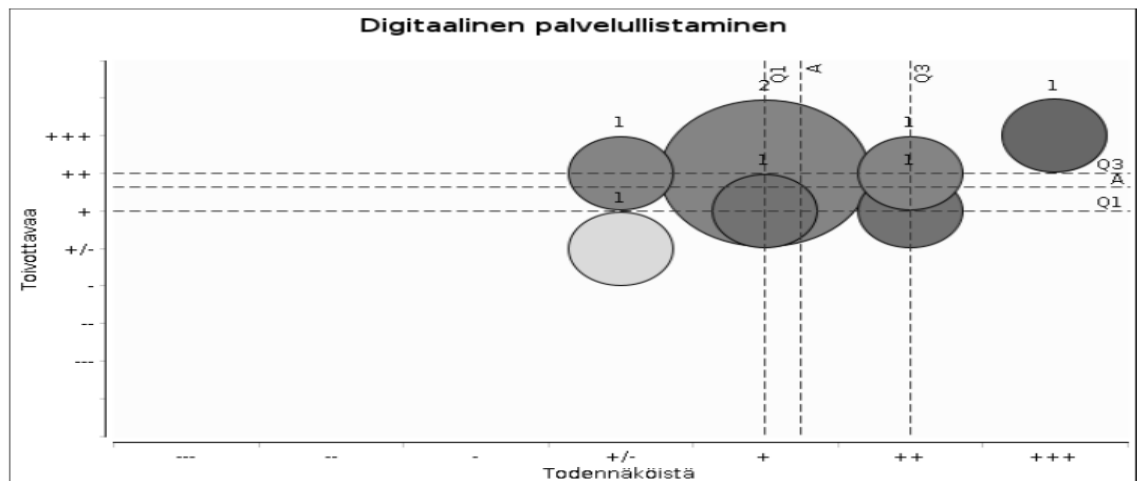
Panelistien mukaan oli todennäköistä ja toivottavaa, että ”asiakaskokemuksen kehittämiseksi harjoitellaan digitaalisen kaksosen simulaation avulla erilaisia asiakaspalvelutilanteita ja -tyyppjä”. Yksi asiantuntija kommentoi: ”Tuo olisi hyvä juttu.” (Kuva 28.)



Kuva 28. Väittämä: asiakaskokemuksen kehittämiseksi harjoitellaan digitaalisen kaksosen simulaation avulla erilaisia asiakaspalvelutilanteita ja -tyyppjä

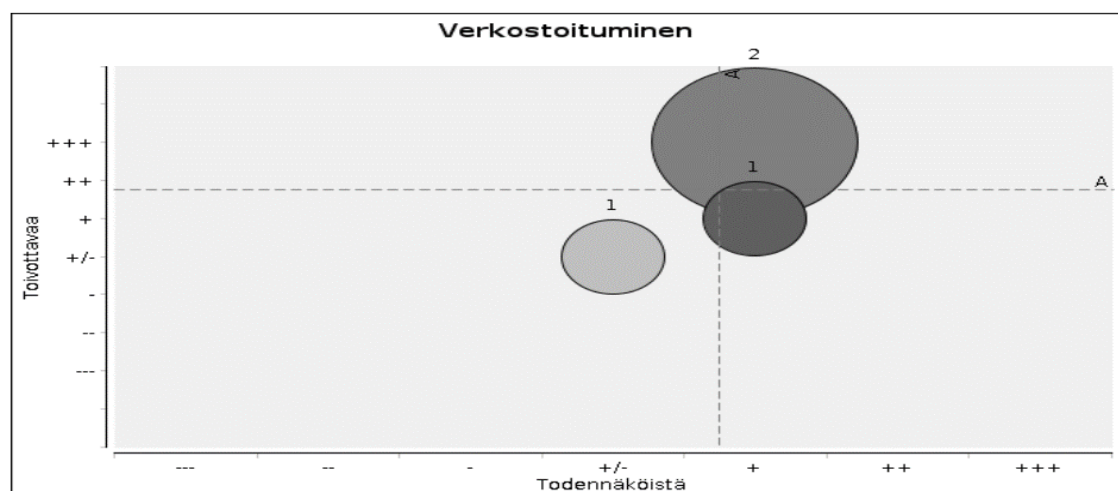
Ensimmäisellä kierroksella tulokset osoittivat, että asiantuntijat olivat melko yksimielisiä siitä, että ”tulevaisuudessa on syytä perustaa alueellisia digiosaamiskeskuksia, jotka auttavat yksittäisiä organisaatioita digitaalisessa palvelullistamisessa.” Panelistin kommentin mukaan tätä on jo ehdotettu, mutta määrärahoja ei ole ollut, ”resursseja tai sijoittajia ei välttämättä sosiaali- ja terveydenhuoltoon löydy”. Eräs asiantuntija kommentoi ”ettei kehittäminen tapahtuisi irrallaan toiminnasta, jolloin todellinen ammattilaisten ja asiakkaiden tarve unohtuu. Kehittämistä tarvitaan organisaatioiden kyljessä pysyen.”

Kuvassa 29 on esitetty vastausten jakaantuminen eDelphi-ohjelmassa koskien väittämää ”tulevaisuudessa on syytä perustaa alueellisia digiosaamiskeskuksia, jotka auttavat yksittäisiä organisaatioita digitaalisessa palvelullistamisessa”.



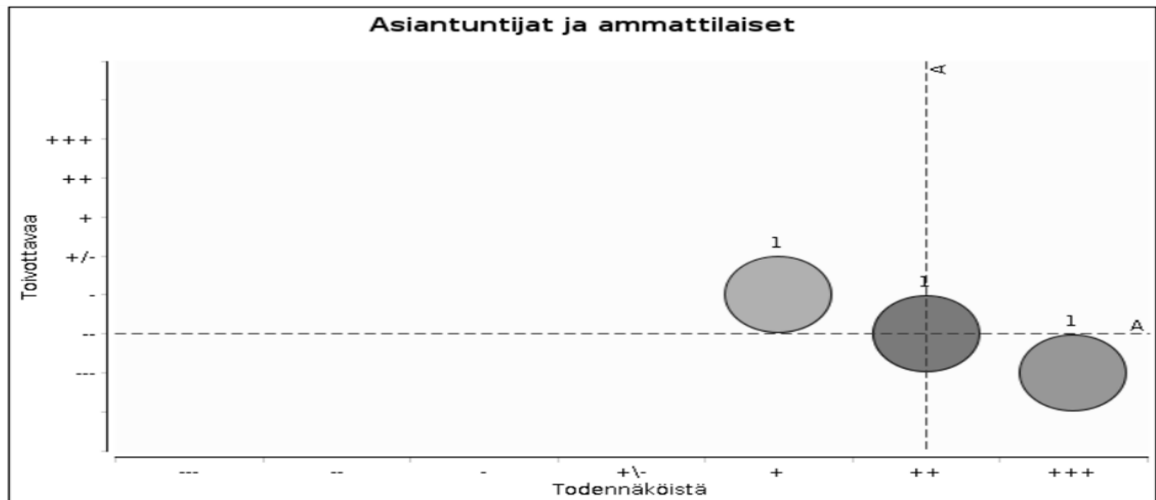
Kuva 29. Väittämä: tulevaisuudessa on syytä perustaa alueellisia digiosaamiskeskuksia, jotka auttavat yksittäisiä organisaatioita digitaalisessa palvelullistamisessa

Toisella kierroksella asiantuntijoiden näkemykset olivat yksimieliset koskien väittämää: ”hyvinvointialueen teknologisen osaamisen ja muiden resurssien rajallisuus voidaan ratkaista liittoutumalla verkostokumppaneiden kanssa. Voidaan esimerkiksi perustaa hyvinvointialueiden yhteisiä digiosaamiskeskuksia ja kouluttaa niihin korkean tason teknologisia asiantuntijoita.” (Kuva 30.)



Kuva 30. Väittämä: hyvinvointialueen teknologisen osaamisen ja muiden resurssien rajallisuus voidaan ratkaista liittoutumalla verkostokumppaneiden kanssa

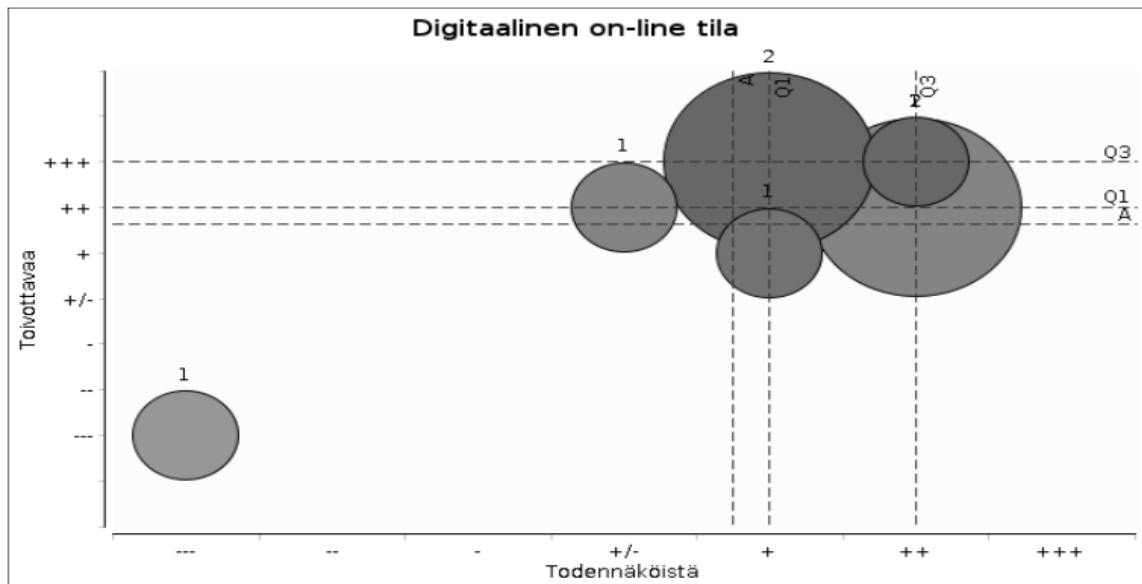
Asiantuntijaneeli arvioi toisella Delfoi-kierroksella, että ”taloutta niukempi resurssi hyvinvointialueilla ovat teknologiset asiantuntijat ja teknisesti kyvykkään soteammattilaiset”. Kuvassa 31 on esitetty vastausten keskittyminen eDelphi-ohjelmassa todennäköistä-ei-toivottavaa-kenttään.



Kuva 31. Väittämä: taloutta niukempi resurssi hyvinvointialueilla ovat teknologiset asiantuntijat ja teknisesti kyvykkäät soteammattilaiset

Paneelin asiantuntijoiden näkemys oli melko yksimielisesti, että asiantuntijat, tutkijat sekä tuote- ja palvelukehitystä tekevät yritykset tarvitsevat tulevaisuudessa virtuaalisen, tietoturvallisten yhteiskehittämistilan (online-tila), jossa he voivat jakaa dataa, kommunikoida, kehittää ja simuloida dataan perustuvia ratkaisuja. Virtuaalisten yhteistilojen avulla olisi mahdollista edistää asiantuntijoiden ja tutkijoiden kommunikointia, toiminnan kehittämistä ja dataan perustuvien ratkaisujen simulointia. Asiantuntijoiden näkemyksen mukaan virtuaalisten yhteistilojen perustaminen olisi sekä todennäköistä että toivottavaa, mutta yhden asiantuntijan näkemyksen mukaan ”Suomen salassapito- ja tietoturvalainsäädännöt estävät digitaalisen kaksosen teknologioiden ja datan hyödyntämisen virtuaalisissa yhteiskehittämistiloissa”.

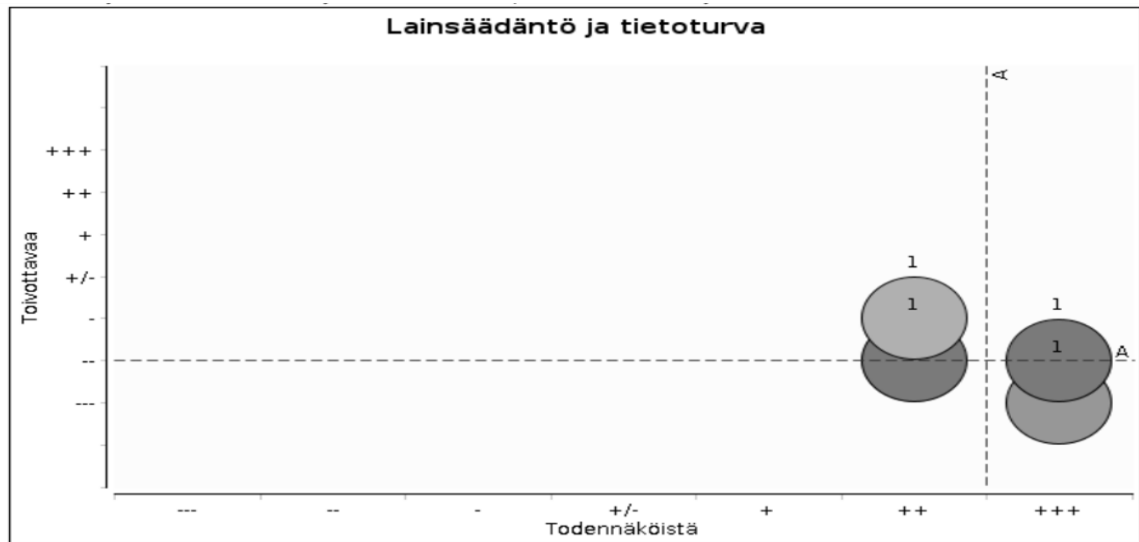
Kuva 32 esittää vastausten keskittymisen todennäköistä-toivottavaa-kenttään koskien väittämää: ”asiantuntijat, tutkijat sekä tuote- ja palvelukehitystä tekevät yritykset tarvitsevat tulevaisuudessa virtuaalisen, tietoturvallisen, online-tilan, jossa he voivat kommunikoida, kehittää ja simuloida dataan perustuvia ratkaisuja.”



Kuva 32. Väittämä: asiantuntijat, tutkijat sekä tuote- ja palvelukehitystä tekevät yritykset tarvitsevat tulevaisuudessa virtuaalisen, tietoturvallisen, online-tilan, jossa he voivat kommunikoida, kehittää ja simuloida dataan perustuvia ratkaisuja

Toisella Delfoi-kierroksella asiantuntijat olivat yksimielisiä koskien väittämää: ”Suomen lainsäädäntö salassapidosta ja tietoturvasta estää yhteiset virtuaaliset tilat, joissa asiantuntijat voivat keskustella ja kehittää dataan perustuvia ratkaisuja.” Asiantuntijoiden kommenttien mukaan ”Suomen tietoturvalainsäädäntö tällä hetkellä estää virtuaalisten yhteiskehittämistilojen järjestämisen”. Asiantuntijan kommentin mukaan ”digitaalista kaksosta ei voi käyttää päätöksentekoon, ehdottamaan asiakkaalle kohdennettuja palveluja tai hoitomuotoja”. Dataa on mahdollista käyttää vain yleisraportointiin.

Kuva 33 esittää vastausten keskittymisen nelikentän todennäköistä-ei toivottavaa-alueelle väittämässä ”Suomen lainsäädäntö salassapidosta ja tietoturvasta estää yhteiset virtuaaliset tilat, joissa asiantuntijat voivat keskustella ja kehittää dataan perustuvia ratkaisuja”.

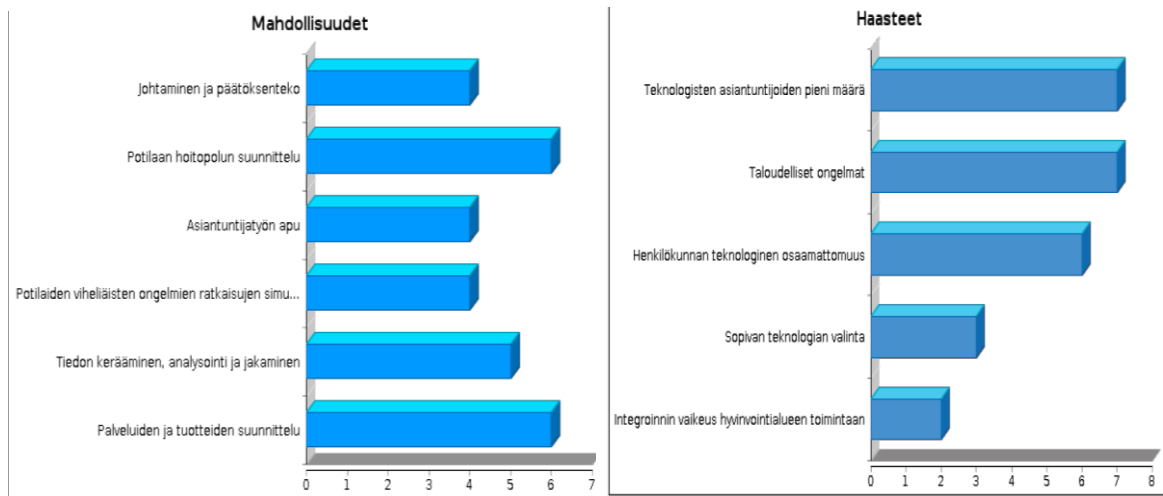


Kuva 33. Väittämä: Suomen lainsäädäntö salassapidosta ja tietoturvasta estää yhteiset virtuaaliset online-tilat, joissa asiantuntijat voivat keskustella ja kehittää dataan perustuvia ratkaisuja

Asiantuntijan kommentin mukaan lainsäädännön vuoksi ”Suomen valtion puheet datajohtajuudesta ovat katteettomia. Meillä on dataa mutta sitä ei voida hyödyntää juurikaan kuin peräpeiliin katsomiseen”.

### 5.7 Digitalisaation hyödyntämisen mahdollisuudet ja haasteet

Paneelin asiantuntijoiden arvioiden mukaan tärkeimmät käyttökohteet digitaaliselle kaksoselle sosiaali- ja terveydenhuollossa olivat potilaan hoitopolun, tuotteiden ja palvelujen suunnittelu, sekä tiedon kerääminen, analysointi ja jakaminen. Kuvassa 34 on esitetty asiantuntijaneelin näkemyksiä digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuuksista ja haasteista.



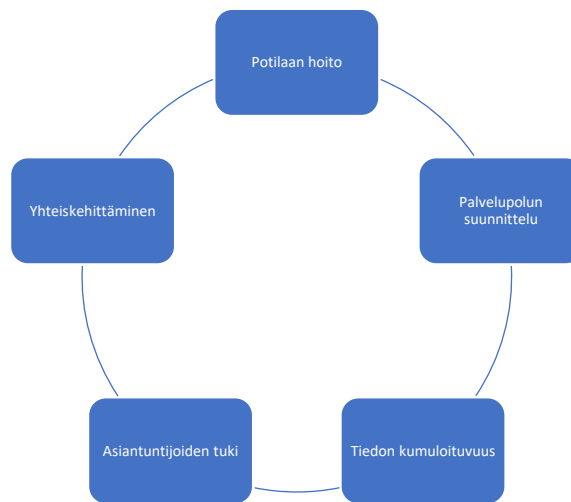
Kuva 34. Digitaalisen kaksosen mahdollisuudet ja haasteet

Digitaalisen kaksosen hyödyntämisen suurimpina haasteina ilmeni teknologisten asiantuntijoiden pieni määrä, taloudelliset ongelmat ja henkilökunnan teknologinen osaamattomuus. teknisesti kyvykkäiden soteammattilaisten puute. Kiristynvä taloudellinen tilanne vaatii miettimään palvelujen uudelleen järjestämistä ja lyhyen tähtäimen kustannushyötyjen etsimistä, jolloin esimerkiksi digitaalisen kaksosen teknologia ja toimintamallit nähdään ylimääräisenä kulueränä.

Asiantuntijoiden yhteisen näkemyksen mukaan tieto dataan pohjautuvasta arvonluonnista, digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikuttavuudesta on vielä vähäistä päätäjien keskuudessa. Dataa ylipäätään hyödynnetään liian harvoin ja liian harvojen toimesta. Asiantuntijoiden mielipiteiden ja arvioiden mukaan haasteena on se, ettei hyvinvointialueiden johtamisessa ei ole tarpeeksi osaamista hyödyntää datapohjaista arvonluontia, eikä digitaalisen kaksosen teknologioita. Arvioitiin, että jos johtamista ei kehitetä, minkä tahansa teknologian hyötyarvo jää pieneksi. Asiantuntijan kommentin mukaan kehittämisen tulisi tapahtua organisaatioiden yhteydessä, jottei tapahtuu arjesta irtoamista, ammattilaisten ja asiakkaiden tarpeen unohtumista.

## 5.8 Yhteenveto keskeisistä tuloksista

Kirjallisuuskatsaus ja Delfoi-tutkimus muodostivat tutkimuksen keskeiset tulokset. Alustava malli digitaalisen kaksosen hyödyntämiselle sosiaali- ja terveydenhuollossa perustui kirjallisuuskatsauksen teemoille (kuva 35).



Kuva 35. Malli digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä sosiaali- ja terveydenhuollossa

Mallin teemoihin pohjautuvat asiantuntijoiden näkemykset täsmensivät ja monipuolistivat mallia sekä toivat esiin digitaalisen kaksosen hyödyntämisen uusia mahdollisuuksia ja haasteita. Tutkimuksen tuloksia käsitellään tarkemmin kappaleessa johtopäätökset ja yhteenveto. Taulukkoon 4 seuraavalle sivulle on koottu yhteenveto tutkimuksen keskeisistä tuloksista.



Taulukko 4. Yhteenveto tutkimuksen keskeisistä tuloksista

Digitaalisen kaksosen avulla	Mahdollisuudet	Haasteet
<b>Teema: Potilaan hoito</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ennakoidaan ja simuloidaan potilaan hoidon eri vaihtoehtoja.</li> <li>-Vaikeiden sairauksien ja moniongelmaisten potilaiden hoito on luotettavampaa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diagnosoinnin apu</li> <li>-Palvelujen kohdentaminen moniongelmaisten segmentoinnilla</li> <li>-Haastavien ongelmien mallintaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Teknologiaan liittyvät haasteet</li> <li>-Datan määrä ja laatu</li> <li>-Korkeat kustannukset</li> <li>-Ei riittävästi tietoa hyödyistä</li> <li>-Moniongelmaiset ovat kirjava joukko</li> </ul>
<b>Teema: Palvelupolun suunnittelu</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Simuloidaan ja ennakoitetaan potilaan hoitopolkua.</li> <li>-Hätätilanteiden hoitoketjut voidaan optimoida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Henkilökohtaistaminen</li> <li>-Palveluennustaminen eri järjestelmissä</li> <li>-Ennusmerkkien löytäminen, varhaisempi puuttuminen</li> <li>-Kotihoidon reittien optimointi</li> <li>-Oikea-aikainen palvelu</li> <li>-Nopeammat palveluketjut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ihmisen käyttäytymisen kompleksisuus, riippuminen useista eri tekijöistä</li> <li>-Hoitoketjut nyt jo hyvällä tasolla</li> <li>-Datan suojaus, tietoturvallisuus</li> </ul>
<b>Teema: Tiedon kumuloituminen</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Seurataan hyvinvointialueen toimintaa reaaliaikaisesti, analysoidaan ja jaetaan tietoa.</li> <li>-Asiantuntijoiden, tutkijoiden, tuote- ja palvelukehitystä tekevien yritysten virtuaalinen online-tila kommunikoinnille ja tiedon jakamiselle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Oikein johdettuna tuo lisäarvoa</li> <li>-Tietojen monipuolinen kerääminen, tallentaminen ja jakaminen</li> <li>-Tiedon jakaminen verkoston jäsenille</li> <li>-Tiedon skaalautuvuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Päätöksiä ei tehdä tietoon pohjautuen. Jos johtamista ei kehitetä teknologioiden hyötyarvo jää pieneksi.</li> <li>-Lainsäädäntö estää</li> <li>-Tiedon suojauksen ja omistamisen ongelmat</li> </ul>
<b>Teema: Asiantuntijoiden tuki</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Asiantuntijoiden tuki tiedon kerääjänä ja käsittelijänä</li> <li>-Päätöksenteon luotettavuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Asiantuntijuutta vaativissa, kuten lääketieteessä, tehtävissä kypsyystaso teknologian käyttöön korkea</li> <li>-Manuaalisen työn korvaaja</li> <li>-Päätöksenteon keskittäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Simulaation varmentaminen reaalielämällä. Datan laatu voi vaihdella.</li> <li>-Digitaalinen kaksonen on sotessa tuntematon, eikä teknologiaa osata hyödyntää</li> </ul>
<b>Teema: Yhteiskehittäminen</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Asiakaskokemuksen kehittämiseksi harjoitellaan erilaisia asiakaspalvelutilanteita ja -tyyppejä</li> <li>-Teknologisten osaamisen ja resurssien rajallisuuden ratkaisuksi liittoutuminen kumppaneiden kanssa perustamalla yhteisiä digiosaamiskeskuksia, kouluttamalla korkean tason teknologisia asiantuntijoita</li> <li>-Palveluiden, tuotteiden suunnittelu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Organisaatioiden tuki</li> <li>-Resurssien kasvu</li> <li>-Verkostoituminen</li> <li>-Ekosysteemin verkoston tuki</li> <li>-Lisääntyvä arvontuotto verkoston jäsenille ja muille sidosryhmille, kuten asiakkaalle</li> <li>-Asiakaskokemuksen kehittäminen</li> <li>-Yhteisten, virtuaalisten tilojen järjestäminen asiantuntijoille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Muutosjohtamisosaaminen</li> <li>-Teknologia nähdään kulueränä</li> <li>-Hyvinvointialueet ovat eri kehitystasoilla teknologian hyödyntämisen suhteen.</li> <li>-Kehittäminen irtoaa käytännön toiminnasta</li> <li>-Teknologisten asiantuntijoiden ja soteammattilaisten puute</li> <li>-Yhteisen ymmärryksen haaste</li> <li>-Luottamuksen puute</li> </ul>

## 6 Johtopäätökset

Tähän kappaleeseen on koottu tutkimuksen johtopäätökset ja arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimuksen tuloksia heijastetaan suhteessa aikaisempaan teoriaan ja esitetään jatkotutkimusehdotuksia.

### 6.1 Tutkimuskysymys yksi: Mitä käyttötarkoituksia digitaalisella kaksosella on sosiaali- ja terveydenhuollossa?

Kirjallisuuskatsauksen tuottamat tulokset osoittivat digitaalista kaksosta käytettävän sosiaali- ja terveydenhuollossa sekä sosiaali- ja terveydenhuoltoon yhteydessä olevassa pelastustoimessa eri tavoilla. Tutkimuksen keskeisiksi teemoiksi nousivat digitaalisen kaksosen hyödyntäminen potilaan hoidossa, potilaan palvelupolun suunnittelu, tiedon kumuloituminen, asiantuntijoiden tukena toimiminen ja yhteiskehittäminen.

Tutkimus osoitti digitaalisen kaksosen käyttökohteiksi erityisesti potilaiden tilan reaaliaikaisen seurannan, datan käytön diagnoosien määrittämisessä, vaikeiden äkillisten traumojen ja hätätilanteiden hoitoketjut, kirurgisten toimenpiteiden avustamisen sekä potilaan toipumisen seurannan. Digitaalista kaksosta käytettiin eri yhteyksissä datan keräämisessä, säilytyksessä, jakamisessa, auttamassa asiantuntijatyötä ja johtamista.

### 6.2 Tutkimuskysymys kaksi: Miten digitaalista kaksosta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa sosiaali- ja terveydenhuollossa?

Delfoi-tutkimuksen tulosten mukaan tärkeimmät käyttökohteet digitaaliselle kaksoselle tulevaisuudessa olivat potilaan hoitopolun, tuotteiden ja palvelujen suunnittelu, sekä tiedon kerääminen, analysointi ja jakaminen. Tutkimuksen tuloksista löytyi yhtäläisyyttä aikaisempien tutkimusten tuloksiin, mutta tämän tutkimuksen tuloksissa antoivat monipuolisemman tulevaisuuden kuvan digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä verrattuna aikaisempaan tutkimustietoon aiheesta. Sosiaali- ja terveydenhuollon sekä digitaalisen kaksosen aiemmissa

tutkimuksissa korostui digitaalisen kaksosen hyödynnettävyys erityisesti potilaan hoidossa keräämällä ja analysoimalla terveystietoja (esimerkiksi Aheleroff, Xu, Zhong & Lu 2021; He & Bai 2021; Sahal, Alsamhi & Brown 2022).

Tulokset korostivat ongelmien ennustemerkkien löytymistä ajoissa molemmissa osatutkimuksissa. Digitaalisen kaksosen hyödyksi tulevaisuudessa nähtiin suurempien ja kalliimpien ongelmien syntymisen estäminen. Häätötilanteiden hoitoketjujen järjestäminen digitaalisen kaksosen avulla saattoi tehostaa akuuttien tilanteiden hoitamista. Tämän tutkimuksen tulokset laajensivat digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksia myös muille sosiaali- ja terveydenhuollon osa-alueille. Tutkimuksen empiiriset ja teoreettiset tulokset muodostivat lisäksi seuraavat hyödynnettävyyteemat:

#### Asiakkaan kokema hyöty

Yksi keskeinen digitaalisen kaksosen käyttökohde on asiakaskokemuksen kehittäminen (myös esimerkiksi Alrashed et al. 2022). Digitaalinen kaksosen käyttää useita eri datalähteitä luodakseen ja tarjotakseen uusia palveluita. Markkinointi- ja kommunikointistrategioita on mahdollista kehittää uusilla tavoilla sekä implementoida ekosysteemin toimijoiden välisen yhteistyön avulla. Tutkimuksen tulosten mukaan digitaalisen kaksosen simulaation avulla voidaan ennalta harjoitella erilaisia palveluja, asiakaspalvelutilanteita ja -tyyppejä. Sulautuminen laajempaan palveluekosysteemiin ja asiakaskokemukseen panostamalla, on mahdollista kehittää esimerkiksi erilaisten ryhmien asiakassitoutuvuutta (myös Khademi 2020).

#### Ekologinen hyöty

Ympäristöasiat voivat kehittyä digitaalisen kaksosen käytön seurauksena. Paikallisten ja alueellisten digitaalisten kokonaisuuksien muodostaminen voi edistää liikkumisen vähentämistä, hukkamateriaalien, ja -energian muodostumista. Tämä saattaa lisätä hyvinvointialueiden, sosiaali- ja terveydenhuollon vihreää imagoa ja markkinapotentiaalia. Aiemmissä tutkimuksissa ei juuri arvioitu kestävä kehityksen näkökulmia monipuolisesti digitaalisen kaksosen avulla, vaikka esimerkiksi Ricci et al. 2022; Sahal et al. 2022 sivusivat asiaa.

### Organisatorinen ja operatiivinen hyöty

Hyödyntämällä tulevaisuudessa digitaalisen kaksosen keräämää, jakamaa ja analysoimaa dataa hyvinvointialueiden päätöksentekoa voi olla mahdollista. Digitaalinen kaksosen voi tukea asiantuntijoiden työtä ja tuoda parempaa päätöksentekoa esimerkiksi diagnosoitiin (myös esimerkiksi Ricci, Croatti & Montagna 2022; Sahal et al. 2022), vaikka teknologian ei nähdä lähitulevaisuudessa korvaavan asiantuntijan työtä. Tulosten mukaan vaikeiden sairauksien sekä moniongelmaisten potilaiden hoito voi olla luotettavampaa digitaalisen kaksosen virtuaalisen simulaation avulla. Moniongelmaisten haasteet ovat yksi keskeisimmistä palvelujärjestelmää kuormittavista ja häiriökysyntää aiheuttavista tekijöistä, mutta moniongelmaisten kirjajaan joukkoon lukeutuu erilaisia segmenttejä. Digitaalinen simulaatio voi selventää eri ryhmien palvelukäyttäytymistä. Mallinnuksen avulla voidaan tunnistaa keskeisiä solmukohtia ja puuttua ajoissa moniongelmaisten haasteisiin. Digitaalista kaksosta voitaisiin hyödyntää erottamaan moniongelmaisten joukosta he, joita voidaan auttaa paremalla palvelujen kohdentamisella sekä he, jotka tarvitsevat paljon palveluja. Kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa ei ollut mainintaa häiriökysynnästä, moniongelmaisista potilaista tai potilaiden segmentoinnista digitaalisen kaksosen avulla.

### Sosiaalinen hyöty

Sosiaalinen hyöty monimuotoistuu yhdistettäessä digitaalisen kaksosen avulla useita eri toimijoita, toiminta-alueita, organisaatioita ja kuluttajia. Sitoutumisella teknologian muodostamiin yhteisöihin on mahdollista monipuolistaa kommunikointia, vuorovaikutusta ja edistää yhteistyötä muiden toimijoiden sekä asiakkaiden kanssa. Digitaalisen kaksosen teknologioita hyödynnettäessä hyvinvointialueilla muodostuu uudenlaisia työnteon tapoja ja ihmisen empatia- sekä viestintätaidot korostuvat. Digitaalisen kaksosen hyödyntäminen rutiinimaisissa perustehtävissä voi lisätä resursseja toisaalla inhimillistä kohtaamista, erilaisia ongelmatilanteiden selvittämistä vaativissa työtehtävissä. Vaikka teknologia kehittyy, pohjimmiltaan ihmisten inhimilliset tarpeet kuitenkin säilyvät ennallaan. Kirjallisuuskatsauksen tutkimukset eivät yksiselitteisesti käsitelleet digitaalisen kaksosen luomaa sosiaalisen hyödyn näkökulmaa, eivätkä monipuolisesti käsitelleet esimerkiksi kommunikointitapojen, viestinnän ja vuorovaikutuksen teemoja.

## Taloudellinen hyöty

Taloudellista hyötyä on mahdollista lisätä yhteisen palvelutarjoaman tuottamisella, yhteisillä palvelujärjestelyillä ja arvon luomisella. Digitaalisen kaksosen avulla voi olla mahdollista hyvinvointialueiden palveluprosesseja simuloimalla löytää potilaalle optimaalinen toimintasuunnitelma ja hoitopolku pienemmillä kustannuksilla. Digitaalinen kaksonen voi monipuoliseen dataan perustuen tilastollisesti ennustaa, ehdottaa soveltuvia laaja-alaisia palveluketjua ja ohjautumista palvelujärjestelmässä yksilön tarpeiden kautta (myös esimerkiksi Cheng, Lian & Tian 2022; Ricci, Croatti & Montagna 2022). Tällä tarkoitetaan laaja-alaisia palveluita, johon kuuluu esimerkiksi sosiaalityö. Ennakoimalla ja simuloimalla potilaan hoidon eri vaihtoehtoja hoitoketjun osia, palvelupolkuja voidaan tehostaa oikea-aikaisesti. Digitaalisen kaksosen simulaatio voi selventää potilaan palvelukäyttäytymistä, vähentää sosiaali- ja terveydenhuollon häiriökysyntää, ja auttaa ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa ennen kalliimpia hoitoja. Uuden tiedon ja teknologioiden luominen voi edistää kustannustehokkaampaa dataan perustuvaa tutkimustyötä.

Digitaalisen kaksosen hyödyntäminen voi luoda uusia työpaikkamahdollisuuksia paikallisesti ja alueellisesta. Datan monipuolinen käsittely, analysointi ja hyödyntäminen vaativat uudenlaista asiantuntijuutta, jota varten voi olla syytä kehittää uusia koulutusaloja ja ammattiryhmiä. Esimerkiksi teknologisten osaajien sosiaali- ja terveydenhuollossa nähtiin vähäiseksi, mikä voi lisätä tarvetta erilaisille täydennyskoulutuksille. Nämä seikat eivät korostuneet kirjallisuuskatsauksen aineistossa. Eri toimialojen yritykset, toimittajat, asiakkaat, ja muut yritysten kanssa yhteydessä olevat toimijat voivat hyötyä taloudellisesti digitaalisen kaksosen mahdollistamista uusista liiketoimintamalleista. Toimijoiden välillä on sekä yhteistyötä että kilpailua mikä voi lisätä uusien palvelujen, ja liiketoiminnan kehittymistä. Lisää tutkimustietoa tarvitaan päättäjien keskuudessa dataperustaisen arvonluonnin ja ratkaisujen hyödyistä ja kustannusvaikuttavuudesta. Tämä on ratkaisevassa asemassa siinä, missä määrin tulevaisuudessa hyvinvointialueet ovat valmiita investoimaan digitaalisen kaksosen avulla dataperustaisen arvonluonnin kehittämiseen ja ratkaisujen käyttöönottoon.

## Teknologinen hyöty

Myös kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa todettiin asiantuntijoiden näkemyksen mukaisesti digitaalisen kaksosen teknologioiden hyödyt. Digitaalisen kaksosen teknologioiden avulla on mahdollista lisätä myös ekosysteemin toimijoiden teknologista hyötyä ja yhdistää organisaatioiden lisäksi ihmisiä, tuotteita ja palveluita. Valmiudet teknologian suhteen ovat alueilla erilaiset, joten lyhyellä tähtämellä eroja tulee luultavasti olemaan hyvinvointialueiden välillä. Monet hyvinvointialueet keskittyvät aluksi perustason teknologian toiminnan varmistamiseen, koska muutokset tietojärjestelmien suhteen ovat toiminnan ja organisaatioiden yhdistämisissä suuret. Osassa hyvinvointialueita isot rakenteelliset muutokset on tehty jo aikaisemmin, ja tutkimuksessa arvioitiin, että näiden hyvinvointialueiden valmius keskittyä edistyksellisimpiin teknologisiin toimintamalleihin, kuten digitaalisen kaksosen käyttöön, on joitakin muita alueita parempi.

## Tiedon kumuloituminen ja tietämyksen lisääntyminen

Tutkimuksen tuloksena ilmeni, että asiantuntijat, tutkijat sekä tuote- ja palvelukehitystä tekevät yritykset tarvitsevat tulevaisuudessa virtuaalisen, tietoturvallisen, yhteistilan, jossa he voivat kommunikoida, kehittää ja simuloida dataan perustuvia ratkaisuja (myös Tao & Qi 2019). Tutkimuksen tuloksissa korostui eri tavoilla kerätyn, ja käsitellyn datan jakaminen niin, että data liikkuu eri toimijoiden välillä esteettömästi ja tietoturvallisesti luoden arvoa niin asiakkaille kuin palveluntarjoajille. Toimijoita hyödyttävän tiedon luominen on mahdollista digitaalisen kaksosen avulla esimerkiksi yhteisten tietokantojen avulla. Verkostot ja ekosysteemit perustuvat tiiviiseen yhteistyöhön ja vuorovaikutukseen. Ekosysteemien organisaatiot jakavat toimintaa, ja yhden organisaation päätökset vaikuttavat kaikkiin muihinkin ekosysteemin jäseniin. Kohdennetut ja ennakoivat palvelut vaativat datan hyödyntämistä ja liikkumista eri osapuolille.

## TKI-toiminta

Organisaatioiden muodostamat verkostokokonaisuudet voivat luoda uusia tutkimus- ja kehitysinnovaatioita paikallisesti ja alueellisesti. Tutkimuksessa tunnistettiin, että tulevaisuudessa olisi syytä perustaa alueellisia digiosaamiskeskustoja, jotka auttavat yksittäisiä

organisaatioita digitaalisessa palvelullistamisessa. Neuvonnan ja tutkimuksen keskittämistä tarvitaan, esimerkiksi muodostamalla hallituksen, yliopistojen, tutkijoiden ja organisaatioiden yhteisiä tietopankkeja, keskustelutiloja, joissa teknologiaa, kuten digitaalisia kaksosia, kehitetään, hallitaan ja tietoa jaetaan (myös Tai & Qi 2019). Asiantuntijat toivoivat, että digitalisaatio kietoutuu osaksi toimintamalleja ja toimintaa niin, että esimerkiksi digitaalinen kaksonen olisi luonteva osa toimintaa eikä erillinen osa. Uutta tietoa, yhteisiä alustoja ja verkoston kumppanuuksia hyödyntämällä voidaan viedä eri toimijoiden ja yhteistä TKI-kehitystä eteenpäin.

#### Yhteistyön hyödyt ja datapohjainen arvonluonti

Tutkimus osoitti digitaalisella kaksosella olevan erilaisia potentiaalisia mahdollisuuksia datapohjaisessa arvonluonnissa. Osaavalla johtamisella, teknologisten asiantuntijoiden ja henkilökunnan koulutuksella sekä riittävillä resursseilla voidaan datapohjaista arvonluontia kehittää digitaalisen kaksosen avulla. Tulevaisuudessa digitaalinen kaksonen auttaa suurien datamäärien, hyvinvointialueiden yhteisen prosessien reaaliaikaisessa seurannassa, tietojen analysoinnissa ja jakamisessa. Digitaalisilla kaksosilla mahdollistetaan tiedon kerääminen, seuranta ja jakaminen, sekä saatetaan toimijoita yhteen. Hyvinvointialueen teknologisen osaamisen ja muiden resurssien rajallisuus voidaan ratkaista liittoutumalla verkostokumppaneiden kanssa ja kouluttamalla teknologisia asiantuntijoita yhteisiin osaamiskeskuksiin.

Digitalisen kaksosen hyödyntämisen keskeiseksi tulevaisuusskenaarioksi muodostui ensinnäkin tiedon kumuloituminen verkostoissa. Datapohjaisen arvonluonnin kehittyminen verkostoissa edistyy digitaalisen kaksosen teknologioiden keräämän datan tallettamisen, jakamisen ja hyödyntämisen avulla. Toinen digitaalisen kaksosen hyödyntämisen tulevaisuuden skenaario on tiedon ja palveluiden skaalautuvuus verkostoissa. Organisaatioiden välinen yhteistyö ja mallintaminen voi vähentää yksittäisen toimijan osaoptimointia. Muiden ekosysteemin toimijoiden datan hyödyntäminen toi tavan kehittää ja testata uusia palveluja, tuotteita, sekä toimintamalleja. Tulevaisuuden skenaario on myös organisaatioiden yhteiskehittäminen. Verkostoituminen on tiiviimpää ja monipuolisempaa kuin perinteinen yhteistyö. Verkoston avulla organisaatiot saavat käyttöönsä kaikki verkostoon liittyvät resurssit, mutta yksittäinen organisaatio sitoo myös omia resurssejaan. Verkoston jäsenet ovat riippuvaisia

muiden jäsenten toiminnasta, jolloin johtaminen ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen liittyvä osaaminen korostuu. Yhteistyö lisää jaettava tietoa ja luo osaamista, minkä pohjalta voi syntyä uutta toimintaa. Tietovarastot ja -virrat tarjoavat mahdollisuuksia uudenlaisen dataan pohjautuvan liiketoiminnan ja -yhdistelmien kehittymiselle.

### 6.3 Tutkimuskysymys kolme: Mitä haasteita digitaalisen kaksosen hyödyntämiselle nähdään sosiaali- ja terveydenhuollossa?

Tutkimusten tulosten mukaan suurimmat haasteet digitaalisen kaksosen hyödyntämiselle sosiaali- ja terveydenhuollossa olivat teknologisten asiantuntijoiden pieni määrä, henkilökunnan teknologinen osaamattomuus, ja hyvinvointialueiden taloudelliset ongelmat. Taloutta niukemmaksi resurssiksi nähtiin niiden teknologisesti kyvykkäiden asiantuntijoiden ja sosiaali- ja terveydenhuollon ammattilaisten puute, jotka voivat käyttää, ylläpitää ja osallistuvat kehittämistyöhön. Aikaisemmassa tutkimuksessa huolta sosiaali- ja terveydenhuollon teknologisten asiantuntijoiden rajallisesta määrästä tai henkilökunnan osaamista digitaalisen kaksosen hyödyntämisessä ei tuotu niin voimakkaasti esiin kuin tämän tutkimuksen asiantuntijoiden kommentteissa. Aiemmin taloudelliset ja teknologian esteet korostuivat inhimillisten haasteiden sijaan. Arvioiden mukaan hyvinvointialueiden taloudelliset resurssit eivät riitä eri teknologioiden, kuten digitaalisen kaksosen täysimittaiseen hyödyntämiseen. Teknologioiden hinnan toiminnan esteenä huomioivat aiemmissä myös esimerkiksi Tai & Qi 2019; Fuller et al. 2020.

Tämä tutkimus osoitti digitaalisen kaksosen hyödyntämisen haasteeksi johtamisen ongelmat, jota ei kirjallisuuskatsauksen aineiston tutkimuksissa juuri tuotu esiin. Tieto dataan pohjautuvasta arvionluonnista, digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikuttavuudesta voi olla vähäistä päättäjien keskuudessa. Tutkimuksen tuloksissa kyseenalaistettiin johtajien osaamista. Osaavatko hyvinvointialueiden johtajat ja päättäjät toimia ennakoivasti, eivätkä vain reagoi jälkikäteen ilmeneviin ongelmiin? Lyhytjänteisellä ajattelulla hyvinvointialueiden teknologiat eivät välttämättä kehity. Tutkimuksen tulosten mukaan hyvinvointialueiden palvelutuotannossakaan ei ole riittävästi tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksista., ja digitaalinen kaksonen nähtiin ylipäätään vielä varsin tuntemattomana käsitteenä.



Tulosten mukaan hyvinvointialueilla ei välttämättä nähdä digitaalisen kaksosen mahdollistaman dataperustaisen arvonluonnin tuomia hyötyjä. Kiristynvä taloudellinen tilanne pakottaa miettimään, kuinka palvelut jatkossa tuotetaan. Tiukassa taloudellisessa tilanteessa ei katsetta välttämättä siirretä tulevaisuuteen ja kehittämiseen, vaan keskitytään lyhyen tähtäimen kustannushyötyihin. Toimintaympäristön muutos voi olla dataperustaiselle arvonluonnille joko uhka tai mahdollisuus. Hyvin usein teknologia, data ja uudet digitaaliset toimintamallit voidaan nähdä ylimääräisenä kulueränä, koska tietoa niiden kustannusvaikuttavuuden osoittamiseksi ei juuri ole.

Tämän tutkimuksen empiirisissä tuloksissa korostui aikaisemman tutkimuksen (kuten Armeni et al. 2022; Cheng, Lian & Tian 2022) lailla lainsäädännön vaikutus digitaalisen kaksosen hyödyntämisessä, mutta tutkimusta lain rajoitteista tai mahdollisuuksista tarvitaan edelleen lisää. Vaatimuksilla terveystietojen salassapidosta ja tietoturvasta voi olla vaikutusta digitaalisen kaksosen toiminnan järjestämiseen, mutta täsmällistä tietoa asiasta tarvitaan lisää. Nykyisellä lainsäädännöllä digitaalista kaksosta voi käyttää ennakoimaan potilaiden riskitekijöitä, mutta varsinainen hoitotoimien päätöksenteko kuuluu edelleen asiantuntijoille.

#### 6.4 Tutkimuksen arviointi ja luotettavuus

Tutkimuksen tarkoitus oli tuottaa uutta tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä erityisesti sosiaali- ja terveydenhuollossa. Tutkimuksen tulokset antavat tietoa tutkimukselle, koulutukselle, ja hyvinvointialueiden toiminnan suunnittelulle sekä kehittämislle. Nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä organisaatioihin kohdistuu uusia haasteita ja reformeja kuten teknologian monipuolinen käyttö, kustannusten alentaminen ja tuottavuuden lisääminen, sekä sosiaali- ja terveydenhuollon palvelujärjestelmän jatkuvat uudistukset. Yhteiskunnan, organisaatioiden ja teknologian muuttuessa hyvinvointialueiden rakenteet, prosessit ja roolit muuttuvat. Empiiristä tutkimusta eri tasoilta, näkökulmista ja menetelmillä tarvitaan yhdistämään olemassa olevia tuloksia toisiinsa tiedon kumuloitumiseksi. (Higgs & Rowland 2010, 371–372; Higgs & Rowland 2011, 311; Ford, Ford & Polin 2014, 215.)

Oli tärkeä luoda tulevaisuuden skenaarioita digitaalisen kaksosen hyödyntämiselle. Aihe sisälsi monta erilaista tulokulmaa ja arvomaailmaa. Diplomityön aihe oli tärkeä ajankohtaisuuden vuoksi sen vastatessa tarpeeseen tuottaa tietoa dataan perustuvasta arvionluonnista erityisesti digitaalisen kaksosen ja vastaperustettujen hyvinvointialueiden toiminnassa. Tutkimuksessa aihetta tarkasteltiin tuoreista näkökulmista aiheen uutuuden, ajankohtaisuuden ja tutkimustiedon niukkuuden vuoksi. Delfoi-menetelmällä aihetta pääsi käsittelemään eri näkökulmasta ja tuottamaan ennakoivaa asiantuntijatietoa. Tulevaisuuden tutkimuksen menetelmää oli perusteltua käyttää, koska digitaalisen kaksosen tulevaisuuden hahmottaminen oli epäselvää.

Ensimmäisen Delfoi-kierroksen tulevaisuusväitteet laadittiin kansainvälisten, vertaisarvioitujen tutkimusten pohjalta. Tieteellisten artikkeleiden käyttö kirjallisuuskatsauksessa oli perusteltua, koska tieteellisissä tutkimuksissa on usein ajantasaisin tutkimustieto aiheesta (myös Salminen 2011, 31). Kirjallisuuskatsauksen aineisto oli suhteellisen monipuolinen sisältäen eri alojen lehtiä, tuottaen moninäkökulmaista aineistoa ja käsiteltyjen tutkimusten empiria ulottui useisiin maihin. Aineisto muodostui valitulta ajanjaksolta niin, että tutkimuksissa näytti olevan tietty toistuvuus ja osin myös temaattinen yhtenäisyys. Tutkimusartikkeleissa oli havaittavissa erilaisia teoreettisia lähtökohtia, mutta itse teorian rakentelua oli niukasti. Organisaatorajat ylittäviä koko ekosysteemiä koskevia tutkimuksia digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä ei ollut, ja sosiaalityöhön kohdistuvia tutkimuksia on vähän. Nämä seikat muodostavat selkeän tutkimusaukon.

Perusominaisuutena Delfoi-menetelmässä ovat iteratiivisuus, asiantuntijuus, anonymisyys ja palaute. Delfoi-tutkimuksen arvioinnin kohtia ovat esimerkiksi vastaajaryhmän riittävä asiantuntijuus, kommentoinnin anonymiteetti ja tiedonmuodostus vastaajien kesken. Yksi tärkeä Delfoi-prosessin kohta oli sopivien asiantuntijoiden valinta paneeliin (Duffield 1993, 228). Asiantuntijalla tarkoitetaan henkilöä, jolla on asiasta paras tieto (Kuusi 2003). Delfoi-menetelmän ajatus oli, että mukaan valitut asiantuntijat toimivat tulevaisuuden näkijöinä. Vastausten saamiseksi oli tärkeää löytää paneeliin asiantuntijat, joiden osaaminen kattoi aihealueen, ja asiantuntijoiden valinta oli tutkimuksen onnistumisen kannalta ratkaisevaa. Asiantuntijoiden ja -tuntemus muodostuivat paneeliin valinnan kriittisiksi tekijöiksi, vaikka on

vaikea realistisesti määritellä riittävän asiantuntijuuden kriteerit (Goodman 1987, 731–732). Paneelisiin koottiin hyvinvointialueiden lääkäreitä, insinöörejä/diplomi-insinöörejä, sosiologi- ja terveysalan korkeasti koulutettuja sekä pelastuslaitoksen henkilökuntaa. Tavoitteena oli rakentaa moniääninen paneeli, joka tutkimusprosessin aikana synnyttää dialogia, argumentteja sekä mahdollistaa yhteisen oppimisen. Paneelin kuului tulevaisuuden toimeenpannijoita, päätöksentekoon osallistuvia tahoja. On vaikea sanoa kuinka monta asiantuntijaa paneelissa olisi hyvä olla (Reid 1988; Williams & Webb 1994, 182), sillä suuren vastaajajoukon hyöty asetetaan kyseenalaiseksi (Kuusi 1993, 136). Se, mikä asiantuntijamäärä on riittävästi, jää jokaisen tutkijan harkittavaksi. Pienemmällä asiantuntijajoukolla voi saada saman tuloksen kuin suurella joukolla. (Kuusi 1993, 136.) Asiantuntijamenetelmää käytettäessä sopivan henkilön valinta on tärkeämpi kuin asiantuntijoiden määrä.

Tulevaisuusväitteiden luomisessa oleellista oli tasapainotella sen tiedon ääressä, mitä tiedämme nyt suhteessa siihen mitä tietomme olisi tulevaisuudessa. Ensimmäisen kierroksen päätyttyä pystyi tarkastelemaan panelistien vastauksia yleisimpiin ilmiöitä koskeviin väitteisiin. Tulosten analysointia ei välttämättä pysty luomaan samanlaiseksi eri tutkimusten välillä, koska Delfoi-analyysistä ei ole yhtenäistä metodologiaa (Whitman 1990, 378, Procter & Hunt 1994, 1004). Joissain tilanteissa manageri osallistuu panelistien käymään keskusteluun, mutta tätä ei koettu tässä tutkimuksessa luontevaksi tavaksi hallita tiedonkeruuta. Tutkija teki valintoja kesken tiedonkeruun päättäessään, mitä asioita nostaa panelisteille keskusteluun seuraavalle kierrokselle. Toisen kierroksen väitteiden rakentaminen lähti panelistien ensimmäisen kierroksen vastauksista. Tämä vaihe syvensi ymmärrystä käsiteltävästä aiheesta.

Panelistien asiantuntijuus ja vastaaminen erilaisista lähtökohdista toi hyvinvointialueiden tulevaisuuden tarkasteluun monenlaisia näkökulmia. Delfoi-menetelmä toi esiin sellaisia alan asiantuntijoiden näkemyksiä, jotka eivät muutoin välttämättä tule käsiteltäväksi. Delfoi mahdollisti näkemysten vaihdon ja loi uusia oivalluksia sekä rakensi alan keskustelua jäsenytyneesti. Delfoi-menetelmällä asiantuntijaryhmässä tehtyjä arviointeja pidetään hyödyllisinä, ja tekniikalla on todettu tuotettavan riittävän varmaa tietoa tulevaisuudesta. Tulevaisuudenkuva kehittyy, kun asiantuntijoiden heikkoja signaaleja kerätään, jaetaan,

analysoidaan ja käytetään hyödyksi. (Masini 1993, 102–106; Linturi & Kuusi 2000; Hiltunen 2013; Niiniluoto 2013, 23–30.) Nämä seikat toimivat perusteina, miksi Delfoi-menetelmä alun perin valittiin tutkimukseen. Se oli haastavaa, inspiroivaa ja ehdottomasti menetelmän sekä tutkimuksen opin paikoista.

Seuraavassa vaiheessa tuli päättää iteraatiokertojen määrä. Useat kierrokset vievät aikaa ja lisäävät kustannuksia (Williams & Webb 1994, 182; Kuusi 1993, 136), eikä kolmannen kierroksen jälkeen juuri tule muutoksia mielipiteisiin (Duffield 1988). Kaksikierroksinen Delfoi sopi tutkimukseen ja tuotti hyödynnettävää materiaalia. Vastaaajien määrä vaikutti tulosten analysointiin käytettävän menetelmän valintaan. Pienen vastausprosentin vuoksi ryhmien välisiä eroja ei tarkasteltu. Tutkimusaineiston yleistettävyyttä voi heikentää vähemmän panelisteja on mukana, mutta määrän vaikutus tutkimuksen laatuun ja tuloksiin on tapauskohtaisesti arvioitava tavoitteiden ja käsiteltävän aiheen kautta. Vastausprosentti tutkimuksessa oli kokonaisuudessaan melko pieni, joka saattoi johtua kiireestä, hyvinvointialueen aloittamisen työllistämisestä, kyselyiden runsaudesta, sekä teknologisesta tietämättömyydestä. Kato vastaajissa oli odotettavissa, tämä huomioitiin paneelin kokoa ja panelistien valintaa määrittäessä.

Delfoi-menetelmän käyttö tutkimuksissa on yleistynyt, mutta se voi silti muotona olla asiantuntijoille vieras. Vastausmuoto toivottavaa-todennäköistä eDelphi-ohjelmassa voi joko innostaa tai etäännyttää panelisteja vastaamisessa. Hyvinvointialueiden valtuutetut saattoivat yleisesti ottaen olla tietämättömiä teknologian kehityksestä, eivätkä digitaalisen kaksoisen-käsite tai teknologiat ole kaikille vielä tuttuja. Lääkärit ja insinöörit/diplomi-insinöörit vastasivat tutkimuksiin innokkaimmin, ja heille sosiaali- ja terveydenhuollon teknologiat voivat olla jo arkipäiväisiä sekä erilaiset tutkimusasetelmat kiinnostavia. Panelistit muodostuivat alan asiantuntijoista, ja tuottivat johdonmukaista sekä kiinnostavaa aineistoa. Vastajat vaikuttivat kommenttien perusteella olevan kiinnostuneita aiheesta, halukkaita argumentoimaan ja ottamaan kantaa tulevaisuusorientoituneesti. On vaikea arvioida, olisivatko tutkimuksen tulokset muuttuneet panelistien määrää lisäämällä.

Yksi Delfoi-menetelmän keskeinen ongelma on arvioida riittävä konsensus (Williams & Webb 1994, 184; Duffield 1993). Aiempaa yksimielisyyden vaatimusta tuloksesta ei enää juuri ilmene, koska yksimielisyys asiantuntijoiden tavoitteena saattaa olla väkinäistä ja johtaa relevantin informaation katoamiseen (Kuusi 1993, 136, Turoff & Hiltz 1996, 56). Tässä tutkimuksessa ei pyritty yksimielisyyteen, vaan eri näkökulmat hyödynnettiin tuloksina. Nykyään useimmat Delfoi-menetelmän soveltajat tavoittelevat pikemminkin monia perusteltuja näkemyksiä tulevasta kehityksestä (Kuusi 2003). Tutkimus ei tähännyt vain olemassa olevan tiedon keruuseen vaan siinä pyrittiin myös tuottamaan uutta tietoa tulevaisuuden mahdollisuuksista. Asiantuntijoiden heikkojen signaalien ajoissa kuuleminen, ymmärtäminen ja hyödyntäminen oli tarpeellista ennakoimassa tulevaisuuden suuntia. Mikäli aineistosta nousee erilaisia tulevaisuuden skenaarioita, se antaa tutkimukselle luotettavuutta, koska tulevaisuus ei voi olla vain yksi tapa. Hyvällä Delfoi-kysymyksellä ei ollut ennen tutkimusta eikä tutkimuksen jälkeenkään yksiselitteistä vastausta. Ongelma kuitenkin koettiin tärkeäksi, ja asiantuntijoilla oli siitä toisistaan poikkeavia käsityksiä ja näkökohtia. (Kuusi 1996; Linturi, Linturi & Rubin 2013.)

Delfoi-tutkimuksen tulevaisuusskenaarion uusiutuvuus on epätodennäköistä (Reid 1988; Williams & Webb 1994, 182), koska ihmisen mielipide on riippuvainen monesta tekijästä, ja toiset asiantuntijat olisivat voineet antaa toisenlaisen lopputuloksen. Ennakointi ei tuota täydellistä tietoa vaihtoehtoisista tulevaisuuksista, ja tässä tutkimuksessa esitetyt näkemykset perustuivat siihen osallistuvien henkilöiden tulkintaan. Digitaalinen kaksonen ilmiönä on ajassa muotoutuva, teknologiat kehittyvät nopeasti ja on vaikea arvioida tulosten yleistettävyyttä kovin pitkälle tulevaisuuteen samojenkin asiantuntijoiden näkökulmasta.

## 6.5 Jatkotutkimus

Yhteiskuntatieteiden, sosiaali- ja terveydenhuollon tutkimusparadigmojen yhdistäminen tuotantotalouden paradigmaan antaa tieteelle ja käytännölle tarpeellisia näkökulmia sekä edistää poikkitieteellisen tutkimustradition kehittymistä. Yhteiskunnalliset ilmiöt, teknologia ja organisaatiot muuttuvat nopeasti, jonka vuoksi useimmat teoreettiset ja käytännön

näkökulmat näyttäytyvät riittämättöminä. On tarve tämän tutkimuksen käsitteiden määrittelmien täsmentämiselle, laajentamiselle, uudelleenmäärittelylle ja ilmiön ymmärryksen kehittämiseksi (myös Sturdy & Grey 2003, 652; Macchi, Roda, Negri & Fumagalli 2018).

Vasta-aloittaneiden hyvinvointialueiden tutkimuksista löytyy useita aukkoja. Tämä tutkimus osoitti, ettei digitaalisen kaksosen hyödyntämistä hyvinvointialueiden toiminnassa ole riittävästi tarkasteltu käytännön tasolla. Jatkotutkimusta tarvitaan esimerkiksi digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä palvelujärjestelmiä runsaasti käyttävien moniongelmaisten segmentoinnissa ja heidän palvelutarpeiden optimoinnissa. Lisäksi tutkimuksissa on syytä tarkastella digitaalisen kaksosen hyödyntämistä terveydenhuollon, sosiaalityön ja pelastustoimen yhteisten palveluprosessien kehittämisessä. Samaan johtopäähän tuli esimerkiksi Töttö (2001, 312–330), joka huolestui sosiaalityön tutkimuksen yksipuolisuudesta ja kritisoi yksipuolista, pelkästään sosiaalityön ammattikäytäntöihin perustuvaan kuvailevaa tietoa.

Tutkimuksen tuloksissa korostui ennakointi, joka edellyttää lisää erilaisten tulevaisuuden tutkimusten menetelmien hyödyntämistä asiantuntijoiden heikkojen signaalien kartoittamisessa. On tärkeä tutkia digitaalisen kaksosen lisäksi digitaalista palvelullistamista ja dataan perustuvaa arvonluontia eri teknologioilla ja eri prosesseissa, sillä tutkimuksesta saatavan tiedon avulla voidaan kehittää sekä tuotantotalouden tutkimusta että hyvinvointialueiden käytännön toimintaa. Yhteiskuntaan ja hyvinvointialueiden organisaatioihin vaikuttavat lukuisat muutkin asiat kuin digitaalinen kaksonen, ja digitaalisen kaksosen vaikutusten erottaminen tutkimuksessa on hankalaa. Tämän vuoksi tarvitaan lisää monitieteellisiä menetelmiä (vrt. Kuhn 1962; Popper 1963/1995 falsifiointi). Jatkoanalyysinä saman tutkimuksen suorittaminen eri ajankohtana olisi hyödyllistä asiantuntijoiden näkemysten uudelleentarkastelemiselle.

## 7 Yhteenveto

Tutkimuksen tarkoitus oli tuottaa uutta tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämisestä erityisesti sosiaali- ja terveydenhuollossa. Tulevaisuuden kilpailukyky nojaa dataan, joka on tulevaisuudessa yhä tärkeämpi perusta organisaatioiden toiminnalle, kehitykselle ja taloudelliselle kasvulle. Dataa keräämällä, jakamalla, yhdistelemällä, ja analysoimalla voidaan tuottaa lisäarvoa hyvinvointialueille.

Tutkimus koostui kahdesta osatutkimuksesta. Integroivan kirjallisuuskatsauksen aineisto koottiin LUT Primo -tietokannasta ja induktiivisen sisällönanalyysin tuloksena aineistosta muodostui viisi digitaalisen kaksosen hyödyntämistä koskevaa teemaa. Teemojen pohjalta luotiin väittämät toiseen osatutkimukseen, jonka aineisto kerättiin Delfoi-menetelmällä eDelphi-ohjelmassa hyvinvointialueiden aluevaltuustojen jäsenistä koostuvalta asiantuntijapaneelilta. Asiantuntijoiden kiistanalaiset näkemykset ja heikot signaalit vietiin asiantuntijoiden uudelleenarvioitavaksi toiselle Delfoi-kierrokselle. Tuloksista muodostettiin tulevaisuusskenaarioita.

Tutkimus osoitti digitaalisen kaksosen hyödyntämisen mahdollisuuksiksi useita teemoja. Keskeisinä hyödyntämisen mahdollisuuksina tutkimuksissa korostuivat potilaan hoito, palvelupolun suunnittelu, tiedon kumuloituminen, asiantuntijoiden tuki ja yhteiskehittäminen. Digitaalisen kaksosen simulaation avulla voi olla mahdollista selventää potilaan palvelukäyttäytymistä, vähentää häiriökysyntää, ja auttaa ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa. Hyödyntäminen edellyttää osaavaa johtamista, riittäviä resursseja, sekä asiantuntijoiden, että muun henkilökunnan digitaalisten taitojen kouluttamista. Resurssien rajallisuutta voi ratkaista liittoutumalla ekosysteemiverkoston kumppaneiden kanssa ja kouluttamalla korkean tason teknologisia asiantuntijoita yhteisiin osaamiskeskuksiin.

Keskeiseksi tulevaisuuden skenaarioksi muodostuivat digitaalisen kaksosen mahdollistaman tiedon kumuloituminen, tiedon ja palvelujen skaalautuvuus verkostoissa sekä eri

organisaatioiden, että toimijoiden yhteiskehittäminen. Kommunikaation, vuorovaikutuksen ja yhteisen tekemisen lisääminen yksityisen, julkisen ja kolmannen sektorin organisaatioiden kesken on tarpeellista. Tarvitaan kehittyneitä keinoja, jotta ekosysteemin eri yksiköiden ja toimijoiden väliset tekijät ja riippuvuudet tulevat otetuksi huomioon digitaalista kaksosta hyödynnettäessä.

Digitaalisilla kaksosilla mahdollistetaan suurien datamäärien kerääminen, hallinta, seuranta ja jakaminen. Lisäksi voidaan tehostaa tiedon keräämistä, jakamista, saattaa toimijoita yhteen sekä parantaa johtamista, päätöksentekoa ja sairauksien diagnosointia lääketieteessä. Yhteistyö ja mallintaminen voi vähentää yksittäisen toimijan osaoptimointia. Datapohjaisessa arvonluonnissa verkostoituminen liittyy digitaalisen kaksosen teknologioiden keräämän datan tallettamiseen, jakamiseen ja hyödyntämiseen.

Muiden ekosysteemin toimijoiden datan hyödyntäminen toi tavan kehittää ja testata uusia palveluja, tuotteita, ja toimintamalleja. Verkostoituminen on tiiviimpää ja monipuolisempaa kuin perinteinen yhteistyö. Verkoston avulla organisaatiot saavat käyttöönsä kaikki verkostoon liittyvät resurssit, mutta yksittäinen organisaatio sitoo myös omia resurssejaan. Verkoston jäsenet ovat riippuvaisia muiden jäsenten toiminnasta, jolloin johtaminen ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen liittyvä osaaminen korostuu. Yhteistyö lisää jaettua tietoa ja luo osaamista, minkä pohjalta voi syntyä uutta toimintaa.



## Lähteet

Adner, R. 2006. Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem. *Harvard Business Review*, 84, 98.

Aheleroff, S., Xu, X., Zhong, RY. & Lu, Y. 2021. “Digital Twin as a Service (DTaaS) in Industry 4.0: An Architecture Reference Model.” *Advanced Engineering Informatics* 47: 101225.

Akash, SS. & Ferdous, MS. 2022. Blockchain A. Based System for Healthcare Digital Twin. *IEEE Access*, 10, 50523–50547.

Alasoini, T. 2019. Askelmerkkejä työelämän todelliseen digiloikkaan. Julkaisussa Räisänen H. (toim.) 2019. Työpoliittinen aikakausikirja. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 1/2019 vk. 62. Vol. 11–19.

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus. Vastapaino.

Alrashed, S., Min-Allah, N., Ali, I. & Mehmood, R. 2022. COVID-19 outbreak and the role of digital twin. *Multimedia Tools and Applications* 81:26857–26871.

Altman, EJ, Nagle, F. & Tushman, ML. 2020. Managed Ecosystems, and Translucent Institutional Logics: Engaging Communities. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings* (1):15698.

Altman, EJ., Nagle, F. & Tushman, ML. 2022. The translucent hand of managed ecosystems: Engaging communities for value creation and capture. *Academy of Management Annals*. Vol. 16, nro. 1.

Aluvalu, R., Mudrakola, S., Maheswari, UV., Kaladevi, AC., Sandhya, MVS. & Bhat, CR. 2023. The novel emergency hospital services for patients using digital twins. *Microprocessors and Microsystems*. Vol. 98, April, 104794.

Amit, R. & Zott, C. 2001. Value creation in e-business. *Strategic Management Journal*, 22, s. 493-520.

Armeni, P., Polat, I., Rossi, LMD., Diaferia, L., Meregalli, S. & Gatti, A. 2022. Digital Twins in Healthcare: Is It the Beginning of a New Era of Evidence-Based Medicine? A Critical Review. *Journal of Personalized medicine*.

Augusto, V., Murgier, M. & Viallon, A. 2019. A modelling and simulation framework for intelligent control of emergency units in the case of major crisis. Published in: 2018 Winter Simulation Conference (WSC).

Autiosalo, J. 2018. Platform for industrial Internet and digital twin focused education, research, and innovation: Ilmatar the overhead crane. *Proc. IEEE 4th World Forum Internet Things (WF-IoT)*, February s. 241–244.

Basaglia, A., Spacone, E., van de Lindt, J.W. & Kirsch, TD. 2022. A Discrete-Event Simulation Model of Hospital Patient Flow Following Major Earthquakes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Vol. 71, March, 102825.

Baumeister, R. & Leary, M. 1997. Writing Narrative Literature Reviews. *Review of General Psychology* 1: 3, s. 311–320.

Bezborodova, OE., Bodin, ON., Gerasimov, AI., Kramm, MN., Rahmatullof, RF. & Ubiennykh, AG. 2020. Digital Twin technology in medical information systems. *Journal of Physics: Conference Series* 1515, 052022.

Bolton, RN., McColl-Kennedy, JR., Cheung Gallan, LA., Witell, C.L. & Zaki, M. 2018. Customer experience challenges: bringing together digital, physical, and social realms. *Journal of Service Management*. Vol. 29 No. 5, s. 776-808.

der Borgh, M., Cloudt, M. & Romme, AGL. 2012. Value Creation by Knowledge-Based Ecosystems: Evidence from a Field Study. *R& D Management*. 42(2), s. 150-169.

Boulus, N. & Bjorn, P. 2010. A cross-case analysis of technology-in-use practices: EPR-adaptation in Canada and Norway. *International Journal of Medical Informatics*. Vol. 79 No. 6, s. 97-108.

Callahan, J. 2014. Writing Literature Reviews: A Reprise and Update. *Human Resource Development Review*. Vol. 13, nro 3.

Castells, M 2007. Communication, power, and counter-power in the network society. *International Journal of Communication* 1(1): 238–66.

Cenamor, J., Sjödin, DR. & Parida, V. 2017. Adopting a platform approach in servitization: Leveraging the value of digitalization. *International Journal of production economics*. Vol. 192, October, s. 54-65.

Chen, Y., Visnjic, I., Parida, V. & Zhang Z. 2021. On the road to digital servitization – The (dis)continuous interplay between business model and digital technology. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 41, nro. 5.

Cheng, W., Lian, W. & Tian, J. 2022. Building the hospital intelligent twins for all-scenario intelligence health care. *Digital Health*. Vol. 8, s. 1–4.

Cooper, HM. 1989. *Integrating research: A guide for literature reviews* (2nd ed.). Sage Publications, Inc.

Coreynen, W., Matthyssens, P. & Van Bockhaven, W. 2017. Boosting servitization through digitization: Pathways and dynamic resource configurations for manufacturers. *Industrial Marketing Management*. Vol. 60, January, s. 42-53.

Coreynen, W., Matthyssens, P. & Vanderstraeten, J. 2020. Unravelling the internal and external drivers of digital servitization: A dynamic capabilities and contingency perspective on firm strategy. *Industrial Marketing Management*. Vol. 89, August, s. 265-277.

Creswell, JW. & Plano Clark, VL. 2011. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. 2nd edition. Los Angeles: Sage Publications.

Custer, RL., Scarcella, JA. & Steward, BR. 1999. The Modified Delphi Technique – A Rotational Modification, *Journal of Vocational and Technical Education*, 15;2. Saatavilla: <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JVTE/v15n2/custer.html>. Viitattu: 30.10.2022.

Croatti, A., Gabellini, M., Montagna, S. & Ricci, A. 2020. On the Integration of Agents and Digital Twins in Healthcare. *Journal of Medical Systems* 44: 161.

Defraeye, T., Shrivastava, C., Berry, T., Verboven, P., Onwude, D., Schudel, S. & Rossi, R. M. 2021. Digital twins are coming: Will we need them in supply chains of fresh horticultural produce? *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 109, s. 245-258.

Demirkan, H., Spohrer, J.C. & Welser, J.J. 2016. Digital Innovation and Strategic Transformation. *IT Professional*. Vol. 18, nro. 6, Nov.-Dec.

Denzin, N.K., & Lincoln, Y.S. (Eds.). 2005. *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed.). Sage Publications Ltd.

De Boer, B., Strasser, C. & Mulder, S. 2022. Imagining digital twins in healthcare: Designing for values as designing for technical milieus. DOI:10.13169/prometheus.38.1.0067

Duffield, C. 1988. The Delphi technique. *Australian Journal of Advanced Nursing*. 6(2):41-5.

Duffield, C. 1993. The Delphi technique: a comparison of results obtained using two expert panels. *International Journal of Nursing Studies*. Vol. 30, nro. 3, June, s. 227-237.

Eloranta, V., Ardolino, M. & Saccani, N. 2021. A complexity management approach to servitization: the role of digital platforms. *International Journal of Operations & Production Management ahead-of-print(ahead-of-print)* DOI: 10.1108/IJOPM-08-2020-0582.

Eriksson, K., Isola, A., Kyngäs, H., Leino-Kilpi, H., Lindström, U. Å., Paavilainen, E., Pietilä, AM, Salanterä, S., Vehviläinen-Julkunen, K. & Åstedt-Kurki, P. 2006. *Hoitotiede*. WSOY Helsinki.

Errandonea, I., Beltrán, S. & Arrizabalaga S. 2020. "Digital Twin for Maintenance: A Literature Review." *Computers in Industry*. 123: 103316.

Eskola, J. & Suoranta, J. 2015. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino Tampere.

Evans, P.C. & Gawer, A. 2016. *The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey*. The Center for Global Enterprise.

Fagherazzi, G. 2020. Deep Digital Phenotyping and Digital Twins for Precision Health: Time to Dig Deeper. *Journal of Medical Internet research*. 020;22(3): e16770.

Favoretto, C., Mendes, GHS., Oliveira, MG., Cauchick-Miguel, PA., & Coreynen, W. 2022. From servitization to digital servitization: How digitalization transforms companies' transition towards services. *Industrial Marketing Management*. Vol. 102, April, s.104-121

Fichter, K. 2009. Innovation communities: the role of networks of promoters in open innovation. *R&D Management* 39, s. 357-371.

Ford, J., Ford, L. & Polin, B. 2014. Leadership in the Conduct of Organizational Change: An Integrative View. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings* 1:10830-10830.

Found, P., Walley, P. & Williams, S. 2018. Failure demand: a concept evaluation in UK primary care. *International Journal of Health Care Quality Assurance*. 32(1), s. 21–33.

Garg, H. 2021. Digital twin technology: Revolutionary to improve personalized healthcare, *Science Progress and Research*. Vol. 1, nro. 1, s. 32-34. DOI: <https://doi.org/10.52152/spr/105>.

Gebauer, H., Paiola, M., Sacconi, N. & Rapaccini, M. 2021. Digital servitization: Crossing the perspectives of digitization and servitization. *Industrial Marketing Management*. Vol. 93, February, s. 382-388.

Gill, R. 2003. Change management or change leadership? *Journal of Change Management*, 3:4, s. 307-318.

Gillette, K., Gsell MAF., Prassl, AJ., Karabelas, E., Reiter, U., Reiter, G., Grandits, T., Payer, C., Šterna, D., Urschler, M., Bayer, JD., Augustin, CM., Neici, A., Pock, T., Vigmond, EJ., & Plank, G. 2021. A Framework for the generation of digital twins of cardiac electrophysiology from clinical 12-leads ECGs. *Medical Image Analysis*. Vol. 71, July, 102080

Goodman CM. 1987. The Delphi technique: a critique. *Leading Global Nursing Research*. November.

Gregory, R., Henfridsson, O., Kaganer, E. & Kyriakou, H. 2022. Data Network Effects: Key Conditions, Shared Data, and the Data Value Duality. *Academy of Management Review*. Vol. 47, nro. 1.

Grübel, J., Thrash T., Aguilar L., Gath-Morad M., Chatain J., Sumner R.W., Hölscher C. & Schinazi VR. 2022. The Hitchhiker's Guide to Fused Twins: A Review of Access to Digital Twins in Situ in Smart Cities. *Remote Sensors*. 14, 3095.

Hassani, H., Huang, X. & MacFeely, S. 2022a. Impactful Digital Twin in the Healthcare Revolution. *Big Data Cogn. Computer*. 6, 83.

Hassani, H., Huang, X. & MacFeely, S. 2022b. Enabling Digital Twins to Support the UN SDGs. *Big Data Cogn. Computer*. 6(4), 115.

Hasselgren, A., Rensaa, JAH., Krlevska, K., Gligoroski, D. & Faxvaag, A. 2021. Blockchain for increased trust in virtual health care: Proof-of-concept study. *J. Med Internet Res*. 23, e28496.

Hasson, F. & Keeney, S. 2011. Enhancing Rigour in the Delphi Technique Research. *Technological Forecasting and Social Change*, 78;9.

Haveri, A. & Majoinen, K. 2000. Muutosprosessit ja johtajuus – kuinka kunnat yhdistyvät? Suomen Kuntaliitto.

He, B. & Bai KJ. 2021. "Digital Twin-Based Sustainable Intelligent Manufacturing: A Review." *Advances in Manufacturing*. 9:1, s. 1–21.

Hesse, A. 2018. Digitalization and Leadership-How Experienced Leaders Interpret Daily Realities in a Digital World. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*.

Higgs, M. & Rowland, D. 2010. Emperors With Clothes On: The Role of Self-awareness in Developing Effective Change Leadership. *Journal of Change Management*. Vol. 10, December No. 4, s. 369– 385.

Higgs, M. & Rowland, D. 2011. What does it take to implement change successfully? A study of the behaviors of successful change leaders. *The Journal of Applied Behavioral Science*.

Hill, AV., Collier, DA., Froehle, CM., Goodale, JC., Metters, RD. & Verma R. 2022. Research opportunities in service process design. *Journal of Operations Management*. Vol. 20, nro 2, April, s. 189–202.

Hiltunen, E. 2013. Heikot signaalit. Teoksessa Kuusi, O. ym. (toim.): *Miten tutkimme tulevaisuuksia?* Helsinki: Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. s. 296–303.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. *Tutki ja kirjoita*. Tammi Helsinki.

Holmström, J. & Partanen, J. 2014. Research note: Digital manufacturing-driven transformations of service supply chains for complex products. *Supply Chain Management* 19(4).

Hossein H., Xu, H. & MacFeely, S. 2022. Impactful Digital Twin in the Healthcare Revolution. *Big Data Cogn. Computer*, 6, 83.

Hsieh, H-F. & Shannon, SE. 2005. Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research* 15 (9), s. 1277–1288.

Huhtala, T. 2022. *Datapohjainen arvonluonti terveydenhuollon palveluverkostoissa*. Väitöskirja Oulun yliopisto.

Ibrahim, MS., Fan, J., Yung WKC., Prisacaru A., van Driel W., Fan X. & Zhang G. 2020. Machine Learning and Digital Twin Driven Diagnostics and Prognostics of Light-Emitting Diodes.

Ilmarinen, V. & Koskela, K. 2015. *Digitalisaatio, yritysjohdon käsikirja*. Talentum Helsinki.

Itkonen, P. 2004. North Karelia regional chain of care: Finnish experiences. *Studies in health technology and informatics*. Vol. 100 s. 94-100.

Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon J. & Hicks B. 2020. Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. Vol. 29, Part A, May, s. 36-52.

Jovanovic, M., Sjödin, D. & Parida, V. 2021. "Co-evolution of platform architecture, platform services, and platform governance: expanding the platform value of industrial digital platforms," *Technovation*, (forthcoming), 102218, doi: 10.1016/j.technovtion.2020.102218.

Juárez-Juárez, MG., Botti, V. & Giret Boggino; AS. 2021. Digital Twins: Review and Challenges. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*. 21(3):1-23. <https://doi.org/10.1115/1.4050244>.

Juuti, P. 2013. *Jaetun johtajuuden taito*. PS-Kustannus Jyväskylä.

Kamel, B., Maged, N. & Zhang, P. 2021. Digital Twins: From Personalised Medicine to Precision Public Health. *Journal of Personalized* 11, 745.

Kamp, B. & Parry, G. 2017. Servitization and advanced business services as levers for competitiveness. *Industrial Marketing Management* 60, s. 11-16.

Kane, GC., Palmer, D., Phillips, AN., Kiron D. & Buckley N. 2015. Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation, Becoming a digitally mature enterprise [Online]. MIT Sloan Management Review.

Karatas, M., Eriskin, L., Deveci, M., Pamucar, D. & Garg, H. 2022. Big Data for Healthcare Industry 4.0: Applications, challenges, and future perspectives. *Expert Syst. Appl.* 200, 116912.

Kaul, R., Ossai, C., Forkan, ARM., Jayaraman, PP., Zelcer, J., Vaughan, S. & Wickramasinghe, N. 2022. The role of AI for developing digital twins in healthcare: The case of cancer care. *WIRE Data mining and knowledge discovering*. Vol. 13, January/February, nro. 1.

Khademi, B. 2020. Ecosystem Value Creation and Capture: A Systematic Review of Literature and Potential Research Opportunities. *Technology Innovation Management Review* January.

Khan, S., Arslan, T. & Ratnarajah, T. 2022a. Digital Twin Perspective of Fourth Industrial and Healthcare Revolution. *IEEE Access*, 10, 25732–25754.



Khan, S., Saied IM., Ratnarajah T. & Arslan T. 2022ab. Evaluation of Unobtrusive Microwave Sensors in Healthcare 4.0-Toward the Creation of Digital-Twin Model. *Sensors* 22, 8519.

Kharat, R. Bavane, V., Jadhao, S. & Marode, R. 2018. Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication, *Global Journal of Engineering Science and Research*, November.

Kindström, D. 2010. Towards a service-based business model - Key aspects for future competitive advantage. *European Management Journal*. 28(6), s. 479–490.

Kinnunen, J. & Vuori, J. 2005. Terveydenhuollon johtamiskulttuurin holistinen malli. Teoksessa Vuori Jari (toim.) 2005. *Terveys ja johtaminen. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen tutkimusraportti*. WSOY.

Kivinen, T. 2008. Tiedon ja osaamisen johtaminen terveydenhuollon organisaatiossa. Väitöskirja Kuopion Yliopisto.

Kohtamäki, M., Paridac, V., Oghazie, P., Gebauer, H. & Baines, T. 2019. Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm. *Journal of Business Research* 104, s. 380-392.

Kotter, JP. 1995. "Leading change: Why Transformation Efforts Fail", *Harvard Business Review*. Vol. 73, nro. 2, s. 59-67.

Kowalkowski, C., Kindström, D. & Gebauer, H. 2013. "ICT as a catalyst for service business orientation", *Journal of Business & Industrial Marketing*. Vol. 28, nro. 6, s. 506-513.

Kuhn, TS. 1962. *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press, Chicago.

Kuusi, O. 1993. Delfoi-tekniikka tulevaisuuden tekemisen välineenä. Teoksessa M. Vapaa-vuori (toim.) *Miten tutkimme tulevaisuutta?* Acta Futura Fennica. No. 5. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. Painatuskeskus. Helsinki, s. 132–140.

Kuusi, O. 1996. Asiantuntijatiedon jalostaminen tulevaisuudentutkimuksessa. *Futura*. Vsk. 15, nro. 4, s. 8–16.

Kuusi, O. 2013. Delfoi-menetelmä. Teoksessa Kuusi, Osmo, Bergman, Timo & Salminen, Hazel (toim.). Miten tutkimme tulevaisuuksia? s. 248–266. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. Sastamala.

Kylmä, J. & Juvakka, T. 2007. Laadullinen terveystutkimus. Edita Publishing Oy.

Kyngäs, H. & Vanhanen, L. 1999. Sisällön analyysi. *Hoitotiede* 11, 1, s. 3–11.

Laaki, H., Miche, Y. & Tammi, K. 2019. Prototyping a Digital Twin for Real Time Remote Control Over Mobile Networks: Application of Remote Surgery. *IEEE Access* Vol. 7, s. 20325 – 20336.

Lightfoot, H., Baines, T. & Smart, P. 2013. The servitization of manufacturing: A systematic literature review of interdependent trends. *International Journal of Operations & Production Management*, 11 November.

Leser, P., Warner, J. E., Leser, W. P., Bomarito, GF, Newman, JA. & Hochhalter, JD. 2020. A digital twin feasibility study (Part II): Non-deterministic predictions of fatigue life using in-situ diagnostics and prognostics. *Engineering Fracture Mechanics* 229.

Lim, KYH., Zheng, P. & Chen, CA. 2020. State-of-the-art survey of Digital Twin: techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives. *Journal of Intellectual Manufacturing* 31, 1313–1337.

Lim, C., Kim, K-H., Kim, M-J, Heo, J-Y., Kim, K-J. & Maglio, P. 2018. From data to value: A nine-factor framework for data-based value creation in information-intensive services. *International Journal of Information Management*. Vol. 39, April, s. 121-135.

Linstone, H. A. & Turoff, M. 2002. The Delphi Method. Teoksessa Linstone, Harold A. (toim.) *The Delphi method. Techniques and applications*.

Linturi, H. 2007. Delfoin metamorfoosit. *Futura* 1. eDelfoi-artikkelit.

Linturi, H., Linturi, J. & Rubin, A. 2013. e-Delfoi – metodievoluutiota verkossa. Delfoi-metodiartikkeli. e-Delfoi.fi. Luontosuhde 2040. TVA2013.

Linturi, H. 2019. Delfoi-pedagogia. Delfoi-sarja 1/2019. ISBN 978-952-6605-05-0. Metodix Oy. Helsinki. Saatavissa: <https://metodix.fi/2019/11/15/delfoi-pedagogia/>.

Lopez, CA., Castillo, LF. & Corchado, JM. 2021. Discovering the Value Creation System in IoT Ecosystems. *Sensors* 21, 328.

Lunkka, N. 2018. Sairaalan muutosprojektien aktualisuus: merkityksellistämisen näkökulma. Väitöskirja Oulun yliopisto.

Lluch, M. 2011. Healthcare professionals' organisational barriers to health information technologies—A literature review. *Int. J. Med. Inf.* 80: 849–862. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2011.09.005.

Lusch, RF. & Nambisan S. 2015. Service innovation. *MIS Quarterly*. Vol. 39, nro. 1 March, s. 155-176.

Lv, X., Yang, Y., Qin, D., Cao, X. & Xu, H. 2022 2022. Artificial intelligence service recovery: The role of empathic response in hospitality customers' continuous usage intention. *Computers in Human Behavior*. Vol. 126, January, 106993.

Macchi, M., Roda, I., Negri, E. & Fumagalli, L. 2018. Exploring the role of Digital Twin for Asset Lifecycle Management. *IFAC-PapersOnLine*. Vol. 51, nro. 11, s. 790–795.

Malaska, P. 2013. Tulevaisuustietoudesta ja tulevaisuudesta tietämisestä: tulevaisuus mielenkiinnon kohteena. Teoksessa Kuusi, O. ym. (toim.) 2013. Miten tutkimme tulevaisuuksia? Helsinki: Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, 14–22.

Marcolino, MS., Oliveira JAQ., D'Agostino, M., Ribeiro, A., Alkmim, M. & Novillo-Ortiz, D. 2018. The Impact of mHealth Interventions: Systematic Review of Systematic Reviews. *JMIR Mhealth Uhealth*. Jan 17;6(1): e23.

Manocha, A., Afaq, A. & Bhatia, M. 2022. Digital Twin-assisted Blockchain-inspired irregular event analysis for eldercare. November. *Knowledge-Based Systems* 260(7):110138.

Masini, E. 1993. *Why futures studies?* Grey Seal London.

Mengshoel, AM. 2012. Mixed methods research – So far easier said than done? *Manual Ther*:17:373– 75.

Molling, G. & Klein, A. 2022. Value proposition of IoT-based products and services: a framework proposal. *Electronic Markets*. Vol. 32, s. 899–926.

Muegge S. 2013. Platforms, Communities, and Business Ecosystems: Lessons Learned about Technology Entrepreneurship in an Interconnected World. *Technology Innovation Management Review* February.

Mulder, ST., Omidvari, AH., Rueten-Budde, AJ., Huang, PH., Kim, KH., Bais, B, Rousian, M., Hai, R., Akgun, C., van Lennep, JR., Willemsen, S., Rijnbeek, PR. Tax, DM., Reinders, M., Boersma, E., Rizopoulos, D., Visch, V. & Steegers-Theunissen, R. 2022. Dynamic Digital Twin: Diagnosis, Treatment, Prediction, and Prevention of Disease During the Life Course. *Journal of medical Internet research*;24(9): e35675.

Naik, P., Schroeder, A., Kapoor, KK., Bigdeli, ZA. & Baines, BT. 2020. Behind the scenes of digital servitization: Actualising IoT-enabled affordances. *Industrial Marketing Management*. Vol. 89, August, s. 232-244.

Naisbitt, J. 1982. *Megatrends: Ten New Directions Transforming Our Lives* Hardcover – New York: Warner Books, October 27.

Neghab, HK., Jamshidi, M. & Neghab, HK. 2022. Digital Twin of a Magnetic Medical Micro-robot with Stochastic Model Predictive Controller Boosted by Machine Learning in Cyber-Physical Healthcare Systems.

Neittaanmäki, P., Lehto M. & Savonen M. 2021. *Yhteiskunnan digimurros*. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta.

Niiniluoto, I. 1997. *Johdatus tieteenfilosofiaan: Käsitteen- ja teorianmuodostus*. Helsinki: Otava.

Niiniluoto, I. 2013. *Tulevaisuuden tutkimus – tiedettä vai taidetta?* Teoksessa Kuusi, Osmo, Bergman, Timo & Salminen, Hazel (toim.) *Miten tutkimme tulevaisuuksia?* Acta Futura Fennica 5. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. Sastamala, s. 23–30.

Okegbile, S. D., Cai, J., Yi C., & Niyato, D. 2022. Human digital twin for personalized healthcare: Vision, architecture, and future directions. *IEEE Network*.

Opresnik, D. & Taisch, M. 2015. The value of big data in servitization. *International journal of production economics*. July, 165, s.174-184.

Orlikowski, W.J. 2000. "Using technology and constituting structures: a practice lens for studying technology in organizations", *Organization Science*. Vol. 11, nro. 4, s. 404-428.

Orlikowski, W.J. 2010. "The sociomateriality of organisational life: considering technology in management research", *Cambridge Journal of Economics*. Vol. 34, nro. 1, s. 125-141.

Osmundsen, K., Iden, J. & Bygstad, B. 2018. "Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications". *MCIS 2018 Proceedings*. 37. <https://aisel.aisnet.org/mcis2018/37>.

Palmatier, RW., Houston, MB. & Hulland J. 2018. Review articles: Purpose, process, and structure. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 02 October.

Palomäki, R. & Hyyryläinen, E. 2022. Digitaalisen transformaation organisaatiokulttuurinen perusta: tarkastelussa Kela. Vol 41, nro 2: *Hallinnon Tutkimus*.

Paiola, M. & Gebauer, H. 2020. Internet of things technologies, digital servitization and business model innovation in BtoB manufacturing firms. *Industrial Marketing Management*. Vol. 89, August, s. 245-264.

Paune, LM., Dahl, A. & Peltier, JV. 2021. Digital servitization value co-creation framework for AI services: a research agenda for digital transformation in financial service ecosystems. *Journal of Research in Interactive Marketing*. February.

Paunonen, M. & Vehviläinen-Julkunen, K. 1997. *Hoitotieteen tutkimusmetodiikka*. WSOY.

Panayides, AS., Amini, A., Filipovic, ND., Sharma Ashish, Tsafaris SA., Young A, Foran D., Do N., Golemati, S., Kurc T., Huang Kun, Nikita KS., Veasey BP., Zervakis M., Saltz JH., & Pattichis CS. 2020. AI in Medical Imaging Informatics: Current Challenges and Future Directions. *IEEE Journal of biomedical and health informatics*. Vol. 24, nro. 7, July.

Pellikka, J. & Ali-Vehmas, T. 2016. Maagin Innovation Ecosystems to Create and Capture Value in ICT Industries. *Technology Innovation Management Review*. October, Vol. 6, nro. 10.

Pesapane, F., Rotili, A., Valconi, E., Agazzi, G.M., Montesano, M., Penco, S.; Nicosia, L., Bozzini, A., Meneghetti, L. & Latronico, A. 2022. Women's Perceptions and Attitudes to the Use of AI in Breast Cancer Screening: A Survey in a Cancer Referral Centre. *Br. J. Radiol.* 2022, 95, 20220569.

Pocol, C., Stanca, L., Dabija, D-C., Pop, I. & Miscoiu, S. 2022. Knowledge Co-creation and Sustainable Education in the Labor Market-Driven University–Business Environment. *Frontiers in Environmental Science* February. Vol. 10, 781075.

Popper, KR. 1963/1995. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, 5th revised edition. London and New York, Routledge.

Poppo, L. & Zenger, T. 2002. Do formal contracts and relational governance function as substitutes or complements? *Strategic management journal*. Vol. 23, nro. 8, August, s. 707-725.

Procter, S. & Hunt, M. 1994. Using the Delphi survey technique to develop a professional definition of nursing for analysing nursing workload. *Journal of Advanced Nursing* 19, s. 1003-1014.

Putnam, H. 1975. The meaning of "meaning". In K. Gunderson (Ed.), *Language, Mind and Knowledge: Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Ricci, A., Croatti, A., Mariani, S. & Montagna, S. 2022. Web of Digital Twins. *ACM Transactions on Internet Technology* 22(4):1-30. November.

Reid, N. 1988. The Delphi technique: its contribution to the evaluation of professional practice. Teoksessa Ellis, R. (ed.) 1988: *Professional Competence and Quality Assurance in the Caring Professions*. Lontoo, Chapman and Hall.

Rubin, A. 2012. *Futurex – Future expertsprojektin Delfoi Tutkimus*. Turun yliopiston koulutus- ja kehittämiskeskus Brahean julkaisu B:9.

Elkefi, S. & Asan, O. 2022. Digital Twins for Managing Health Care Systems: Rapid Literature Review. *Journal of medical Internet Research*. 24(8).

Sahal, R., Alsamhi, S. & Brown, K. 2022. Personal Digital Twin: A Close Look into the Present and a Step towards the Future of Personalised Healthcare Industry. *Sensors*, 22(15), 5918.

Sahal, R., Alsamhi, S. H., Brown, K. N., O'Shea, D. & Alouffi, B. 2022. Blockchain-Based Digital Twins Collaboration for Smart Pandemic Alerting: Decentralized COVID-19 Pandemic Alerting Use Case. *Computational Intelligence and Neuroscience*, ID 7786441.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja.

Schilling, L.S. & Seuring, S. 2022. Sustainable value creation through information technology-enabled supply chains in emerging markets. *The International Journal of Logistics Management*. Vol. 33, nro. 3.

Shaharuddin, S., Abdul Maulud, K.M., Syed Abdul Rahman, S.A.F. & Che Ani, A.I. 2022. Digital twin for indoor disaster in smart city: a systematic review. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XLVI-4/W3-2021.

Sjödina, D., Paridaa, V., Kohtamäki, M., & Wincent, J. 2020. An agile co-creation process for digital servitization: A micro-service innovation approach. *Journal of Business Research* 112, s. 478-491.

Sklyar, A., Kowalkowski, C., Tronvoll, B. & Sörhammar, D. 2019. Organizing for digital servitization: A service ecosystem perspective. *Journal of Business Research*. Vol. 104, November, s. 450-460.

Spigel, B. 2017. The Relational Organization of Entrepreneurial Ecosystems. *Entrepreneurship: Theory and Practice* 41:1.

Snyder, H. 2019. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. Vol. 104, November, s. 333-339.

Sturdy, A. & Grey, C. 2003. Beneath and Beyond Organizational Change Management: Exploring Alternatives. *Organization* November, 10, 4, s. 651-662.

Tai, Y., Zhang, L., Li, Q., Zhu, C., Chang, V., Rodrigues, J., & Guizani, M. 2022. Digital-Twin-Enabled IoMT System for Surgical Simulation Using rAC-GAN. *IEEE Internet of Things Journal*. November Vol. 9, Nro. 21, 1.

Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H. & Sui, F. 2018. Digital twin-driven product design, manufacturing, and service with big data. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* Vol. 94, s. 3563–3576.

Tao, F. & Qi, Q. 2019. Make more digital twins. *Nature* 26 September. Vol. 573, 491.

Tao, F., Qi Q., Wang, L. & Nee, AYC. 2019. Digital Twins and Cyber-Physical Systems toward Smart Manufacturing and Industry 4.0: Correlation and Comparison. *Engineering*. Vol. 5, s. 653–661.

Teddle, C. & Tashakkori, A. 2006. A General Typology of Research Designs Featuring Mixed Methods. *RESEARCH IN THE SCHOOLS* Mid-South Educational Research Association. Vol. 13, No. 1, s. 12-28.

Torraco, R.J. 2005. Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*. Vol. 4, s. 356-367.

Tranfield, D. Denyer, P. & Smart, 2003. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*. Vol. 14, s. 207-222.

Tronvoll, B., Sklyar, A., Sörhammar, D. & Kowalkowski, C. 2021. Transformational shifts through digital servitization. *Industrial Marketing Management*. Vol. 89, August, s. 293-305.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. *Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi*. Helsinki Tammi.

Turoff, M. & Hiltz, SR. 1996. *Computer-Based Delphi Processes*. Jessica Kingsley Publishers. London. Teoksessa M. Adler & E. Ziglio (toim.) *Gazing into the Oracle. The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health*, s. 56-85.



Töttö, P. 2001. Olisiko syytä tutkia myös sosiaalisten ongelmien syitä ja sosiaalityön vaikutuksia? *Janus* 9:4, s. 312–330.

Paavola, H., Seppänen, M. & Eloranta, V. 2021. Datapohjaisen arvonluonnin strategiset vaihtoehdot. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 3.

Uusitalo, H. 2001. Tiede, tutkimus ja tutkielma. Sanoma Pro Oy.

Valkokari, K., Seppänen, M., Mäntylä, M. & Jylhä-Ollila, S. 2017. Orchestrating Innovation Ecosystems: A Qualitative Analysis of Ecosystem Positioning Strategies. *Technology Innovation Management Review*, 7(3), s. 12-24.

Valtakoski, A. 2017. Explaining servitization failure and deservitization: A knowledge-based perspective. *Industrial Marketing Management*. Vol. 60, January, s. 138–150.

Valtioneuvosto, 2021a. Sote-uudistus – Sosiaali- ja terveydenhuollon ja pelastustoimen uudistus. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 29.01.2023]. Saatavissa: <https://soteuudistus.fi/hyvinvointialueet->

Valtioneuvosto 2021b. Hyvinvointialueiden viitearkkitehtuuri Viitearkkitehtuurin kuvaus Ensimmäinen julkaistava versio 1.0. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 29.01.2023]. Saatavissa: <https://soteuudistus.fi/documents/16650278/91062200/Hyvinvointialueiden+viitearkkitehtuuri.pdf/bab7c550-34e3-6647-b8d1-32a8190823e2/Hyvinvointialueiden+viitearkkitehtuuri.pdf?t=1632748301963>

Van Alstyne, M., Parker, G. & S. Choudary, 2016. Pipelines, Platforms, and the New Rules of Strategy. *Harvard Business Review*, 4.

Vendrell-Herrero, F., Bustinza, O., Parry, G. & Georgantzis, N. 2017. Servitization, digitization and supply chain interdependency. *Industrial Marketing Management*.

Verma, R, Fitzsimmons, J., Heineke, J. & Davis, M. 2020. New Issues and Opportunities in Service Design Research. *Journal of Operations Management*. April. Vol. 20, nro. 2, s. 117-208.

Vial, G. 2019. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The journal of strategic information systems*. June Vol. 28, nro. 2, s. 118-144.

Volkov, I., Radchenko, G. & Tchernykh, A. 2021. Digital Twins, Internet of Things and Mobile Medicine: A Review of Current Platforms to Support Smart Healthcare. *Programming and Computer Software*. Vol. 47, s. 578–590.

Vuori, J. 2005. *Terveys ja johtaminen. Terveystieteiden tutkimuskeskus*. WSOY Helsinki.

Wang, J., Ye, L., Gao, RX., Li, C. & Zhang, L. 2018. *International Journal of Production Research*. Vol. 57, nro. 12: Special Issue: Sustainable Cybernetic Manufacturing.

Watanabe, C. & Ilmola, L. 2018. *Digitalization of global economy and public sector funding. Reports on scientific computing and optimization*.

Whitman, NI. 1990. The Delphi Technique as an Alternative for Committee Meetings. *Journal of Nursing Education* 29(8), s. 377–379.

Wiili-Peltola, E. 2005. *Sairaala muutosten ristipaineissa. Akateeminen Väitöskirja*. Tampereen yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta, terveystieteen laitos.

Wickramasinghe, N., Jayaraman, PP., Zelcer, J., Forkan, ARM., Nalika, U., Kaul, R. & Vaughan, S. 2022. A Vision for Leveraging the Concept of Digital Twins to Support the Provision of Personalized Cancer Care. *Digital Object Identifier*. September/October.

Williams, P. & Webb, C. 1994. The Delphi technique: a methodological discussion. *Leading Global Nursing Research*. January.

Wolf, K., Dawson, RJ., Mills, JP. & Morley, J. 2022. Towards a digital twin for supporting multi-agency incident management in a smart city. *Scientific Reports*. Vol. 12, nro. 16221.

Yoo, CS. 2015. Moore's law, Metcalfe's law, and the theory of optimal interoperability. *Colorado Technology Law Journal*, 14, s. 16-7.

Zhang, XZ., Liu, JJ. & Xu, ZW. 2015. Tencent and Facebook data validate Metcalfe's law. *Journal of Computer Science and Technology*, 30(2), s. 246-251.

Zhang, J. & Tai, Y. 2021. Secure medical digital twin via human-centric interaction and cyber vulnerability resilience. *Connection science* 2022. Vol. 34, nro. 1, s. 895–910.

## Liite 1. Kirjallisuuskatsauksen teemojen muodostaminen

Yläkategoria	Alakategoria	Alkuperäinen ilmaisu	Tutkijat
Potilaan hoito	Reaaliaikainen potilaiden monitorointi	<p>Digitaalinen potilas integroi ihmisen erilaiset mittaukset. DT lääketieteessä voi pelastaa henkiä reaaliaikaisten ja historiallisten tietojen perusteella.</p> <p>DT tarkkailee potilaita ja tarjoaa terveydenhuollon työntekijöille reaaliaikaisia tietoja ja työkaluja potilaiden etähoitoon, jos potilaiden on hankalaa käydä terveydenhuollon tiloissa.</p> <p>Potilashoitojärjestelmä, joka valvoo potilaiden tilaa antureilla. Potilaan tilan seuranta reaaliajassa. Tietojen analysointi, yhteenveto ja louhinta diagnoosia varten.</p> <p>Simulaatio siitä, mihin anturit tulisi sijoittaa, ennen kuin todellinen leikkaus alkaa. Terveydenhuolto saa kaikki tarvittavat yksityiskohdat antureista, röntgenkuvista ja laboratorioanalyysistä.</p> <p>Terveydenhuolto ylläpitää yksilöiden terveystietoja tarjotakseen asiakkaille nopeita ja tehokkaita palveluita. Potilaiden terveystietoja kerätään erilaisten puettavien laitteiden avulla, jotka välittävät tietoja tietokantaan.</p> <p>Jatkuva seuranta, poikkeavuuksien havaitseminen ja sydänsairaudet tunnistava EKG:n käyttöönotto. Hermoverkko-pohjaiset algoritmit käsittelevät EKG-tietoja paremmin kuin perinteiset ML-algoritmit.</p>	<p>Ibrahim et al. 2020; Leser et al. 2020; Garg 2021; Gillette et al. 2021; Zhang &amp; Tai 2021; Hossein, Xu, &amp; MacFeely 2022; Khan et al. 2022ab; Mulder et al. 2020; Gillette et al. 2021; Panayides et al. 2020; Volkov, Radchenko &amp; Tchernykh 2021; De Boer B., Strasser, C. &amp; Mulder, S. 2022; Neghab, Jamshidi &amp; Neghab 2022; Pesapane et al. 2022; Sahal et al. 2022</p>
	Personoitu, ennakkoiva sairauksien hoito	<p>DT:t ovat avainroolissa henkilökohtaisten hoitojen ja interventioiden suunnittelussa. DT:n avulla voidaan mallintaa potilaan elimiä ja luoda yksilöllisiä, mukautettuja lääke- ja hoitosuunnitelmia.</p> <p>PDT auttaa yksilöidyssä diagnoosissa, hoidon valinnassa ja toimenpiteiden suunnittelussa potilaan fyysisten ominaisuuksien, sairaushistorian, nykyisen kunnon ja tulevien tarpeiden perusteella. Geneettisen taustan ja sairaushistorian perusteella tutkijat voivat luoda yksilölliset hoitosimulaatiot. PDT:n avulla määrittääkseen parhaan hoitovaihtoehdon yksittäisille potilaille.</p> <p>DT:n perustuva yksilöllinen hoito auttaa ennustamaan, kuinka potilas reagoi hoitoon, mistä hän voi hyötyä ja mitkä ovat sivuvaikutukset. DT:n käyttäminen henkilökohtaisten terveydenhuoltotietojen keräämiseen potilaista ja niiden analysointiin tekoälytekniikalla antaa tietoa potilaiden terveydentilasta.</p> <p>Yksilöllinen lääketiede, hoidot ja interventiot tulevaisuudessa. Täsmälääketieteen ja kansanterveyden aikakausi. Apu astman, diabeteksen, sydänsairauksien, multippelliskleroosin varhaisessa diagnosoinnissa. Henkilökohtaista syövänhoitoa.</p>	<p>Bezborodova et al. 2020; Fagherazzi 2020; Garg 2021; Volkov, Radchenko, Tchernykh 2021; De Boer, Strasser &amp; Mulder 2022; Leser et al. 2022; Manocha, Afaq &amp; Bhatia 2022; Sahal et al. 2022; Tai &amp; Qi 2022; Okegbile, Cai, Yi &amp; Niyato 2022; Wickramasinghe et al. 2022</p>
Palvelupolun optimointi	Palvelujen järjestämisen optimointi	<p>DT:n avulla luodaan sairaalasta jäljennös, jolla optimaalisen strategian löytämiseen sairaalalle.</p> <p>DT auttaa toimitusketjun optimoinnissa, vähentää aikaa potilasvirtauksessa sairaalan läpi. Strateginen suunnittelu luomalla sairaalan, toimintastrategioiden tai lääketieteellisten prosessien digitaalinen kaksoiskappale. On mahdollista hyödyntää digitaalisia simulaatioita määrittämään toimenpiteitä.</p> <p>Sairaalan palveluiden työnkulku optimoidaan ennakoivalla päätöksentekomallilla, jossa on käytetty reaaliaikaista dataa päivittäisiä toimintoja keskeyttämättä.</p>	<p>Armeni et al. 2022; Cheng &amp; Tian 2022; Hossein, Xu, &amp; MacFeely 2022; Pesapane et al. 2022; Ricci, Croatti &amp; Montagna 2022</p>

	Alakategoria	Alkuperäinen ilmaisu	Tutkijat
	Hätätilanteiden hoito	Traumahallintaa pidetään konkreettisena tosielämän esimerkkinä DT:n hyödyntämisestä. Traumatilanne jakaantuu kahteen vaiheeseen: sairaalaa edeltävään ensiapuun ja seuraavaan vaiheeseen, kun potilasta hoitaa traumatiimi sairaalassa. Digitaalinen kaksonen auttaa trauman hallinnassa, kokoaa tietoja ja raportoi hoidosta, kuten toimenpiteistä, lääkkeistä, tutkimuksista, ja elintoiminnoista. Potilasvirtaus sairaalan läpi katastrofin, hätätilanteen sattuessa. Ambulanssin yhdistäminen, sairaalayhteistyö. <u>Liikenteenhallintajärjestelmä ja nopea kaupunkikäyttö.</u>	Croatti et al. 2020; Basaglia et al. 2022; Ricci, Croatti & Montagna 2022
	Älykäs sairaala älykkäässä kaupungissa	Älykäs sairaala skenaariossa luodaan sairaalan kaksonen. DT epidemiassa taudin leviämisen minimoimiseksi ja tarvittavien palvelujen tarjoamiseksi. Pandemioiden torjunta. COVID-19, useiden kaupunkien DT:n ja paikallisen strategian nopea jakaminen. Palvelin hallitsee useiden kaupunkien DT:n päivityksiä ja globaalia mallia kehitetään useissa älykkäiden kaupunkien DT-järjestelmissä. Malli pystyy korreloimaan useiden infektioitrendien ja hoitosuunnitelmien välillä. Sairaalat pystyvät pandemioissa majoittamaan suuria määriä potilaita optimoinnin avulla. Älykaupunkikokeilut vahvistavat sekä oppimista että tietoon perustuvaa päätöksentekoa. DT:t tarjoavat kaupunkiympäristön, jossa voidaan yhdistää useiden sidosryhmien suunnittelutiimejä yhden digitaalisen alustan kautta. Teknologiaa sovelletaan älyrakennusten tai -rakenteiden kehittämiseen, sekä jatkuvana reaaliaikaisena ennuste- ja seurantatyökaluna. DT:n ja data-analytiikan käyttö mahdollistaa suuremman tarkkuuden rakennusten ja rakenteiden ennustamisessa ja ylläpidossa, kun muutokset tehdään virtuaalisesti ja sovelletaan fyysisesti.	Tao & Qi 2019; Fuller et al. 2020; Shaharuddin et al. 2021; Alrashed et al. 2022; Cheng, Lian & Tian 2022; Grübel et al. 2022
Tiedon kumuloituminen	Datan, tiedon hallinta ja jakaminen	DT:n tekniikat muuttavat perinteisiä sähköisiä terveysasiakirjoja ja niiden populaatioita. DT:n integroiminen terveydenhuoltoalaan parantaa terveydenhuollon prosesseja tuomalla potilaat ja terveydenhuollon ammattilaiset yhteen älykkääksi, kattavaksi ja skaalautuvaksi terveydenhuollon ekosysteemiksi. Käyttäjätietojen hallinta ja jakaminen. Henkilön terveystietojen kerääminen, tallentaminen, analysointi ja vertaaminen muiden potilaiden tietoihin. Yhteistyö tarkoittaa tiedon jakamista ja vaihtoa yksiköiden kesken sekä tehtävien. Elinten digitaalinen kaksoispari ja annetut hoidot ilmenevät DT:ssä, jos potilas päättää vaihtaa nykyistä terveydenhuollon tarjoajaa tai hätätilanteessa. Lääketieteen tutkijat tarvitsevat suuria tietomääriä useilta osallistujilta.	Alrashed et al. 2020; Fagherazzi 2020; Fuller et al. 2020; Volkova, Radchenkoa & Tchernykh 2021; Ankush et al. 2022; Hassani, Huang & MacFeely 2022ab
	Tiedon transformatio	DT mahdollistaa oppimisen, uuden tiedon löytämisen, hypoteesin luomisen ja testaamisen sekä kokeet ja vertailut. Tiedon muuttuminen kiinnostaa tutkijoita, klinikoita ja poliittisia päättäjiä. Tiedon johtaminen tarkoittaa datan soveltamista vähintään kolmelle toiminta-alueelle: terveydenhuollon ammattilaisten käytäntöihin, terveysviranomaisten ja hallitusten päätöksentekoon sekä politiikan täytäntöönpanoon. Strategioita, joiden avulla terveydenhuollon ammattilaiset ja päättäjät voivat työskennellä yhdessä politiikkojen toteuttamiseksi. Teknologiapohjainen tiedon muuntuminen, yhteistyön puitteiden luominen.	Hossein, Xu & MacFeely 2022

Yläkategoria	Alakategoria	Alkuperäinen ilmaisu	Tutkijat
Asiantuntijoiden tuki	Asiantuntijoiden henkilökohtainen digiagentti	DT, automatisoidut virtuaaliset avustajat ja palvelurobotit avustavat lääkäreitä heidän työssään. PMDA (Personal Medical Digital Assistant). DT käyttävät useat ammattihenkilöiden henkilökohtaisina avustajina toimivat agentit.	Croatti et al. 2020; Ricci, Croatti & Montagna 2022
	Johtaminen	Terveysthuoltoon parempi päätöksenteko. Virtuaalimallit tehostavat toimintaa simuloimalla päätöksiä. Päätösten simulointi suunnittelusta toimintoihin, käyttäjätietojen hallintaan ja jakamiseen. Tietoa terveydenhuollon ja sairaalan johtamiseen. Johtajien päätöksenteon apuväline tarjoamalla tietoa yhteisön dynamiikasta. Sairaalan älykkäiden kaksosten tutkiminen voi olla kannattavaa yritystä arvioitaessa, kuinka näyttöön perustuvaa päätöksentekoa, potilaiden tyytyväisyyttä ja tuloksia voidaan parantaa. Terveysthuollon johtajat hyödyntävät tietoja ja soveltavat tekoälyä rakentaakseen kokonaiskuvan yksittäisistä asiakkaista ja heidän persoonallisuuksistaan ja tarjotakseen tehostettuja hoitopalveluja. Näyttöön perustuvaa päätöksentekoa voidaan informoida paremmin ja parantaa potilaiden tyytyväisyyttä ja tuloksia.	Tao & Qi 2019; Armeni et al.; Fuller et al. 2020; Leser et al. 2020; Hossein et al. 2022; Alrashed et al. 2022; Sahal et al. 2022; Saleh et al. 2022
Yhteiskehittäminen	Käyttäjäkokeemuksen kehittäminen	Käyttäjäkokeemuksen parantaminen luomalla virtuaalisia kuluttajamalleja. Digitaalisten, fyysisten ja sosiaalisten alueiden integrointi. Organisaatioiden yhteisten asiakaskokemusten luominen erilaisissa olosuhteissa. Haastaa organisaatiot luomaan hyviä asiakaskokemuksia sekä yritysten välisillä että yritysten ja kuluttajien välisillä markkinoilla. Tutkijoilla ja johtajilla on tärkeä rooli asiakaskokemuksen, organisaation tuloksen ja yhteiskunnallisen hyvinvoinnin parantamisessa lisäämällä tietämystä ja valmiuksia luoda palveluita digitaalisessa, fyysisessä ja sosiaalisessa maailmassa ja niiden välillä.	Bolton et al. 2018; Volkov et al. 2021; Ricci et al. 2022; Sahal et al. 2022
	Yhteydet ekosysteemissä	Digitaaliset kaksokset voivat luoda yhteyksiä muiden digitaalisten kaksosten kanssa muodostaen lohkoketjuteknologian. Digitaalisten kaksosten ekosysteemi toimii yhteisenä palvelukerrosena sovelluksille, ja moniagenttitiimeille. Osallistuminen yhteisiin prosesseihin ja fyysiseen ekosysteemiin tuo potilaat ja terveydenhuollon ammattilaiset yhteen älykkääksi, kattavaksi ja skaalautuvaksi terveysekosysteemiksi. Eri toimijat ja tutkijat tarvitsevat online-tilan, jossa he voivat keskustella, kehittää ja julkaista tutkimuksia.	Bolton et al. 2018; Cheng, Lian, & Tian 2022; Manocha, Afaq & Bhatia 2022
	Elinkaarien hallinta	Elinkaarihallintaratkaisut digitaalisten kaksosten kautta. Digitaalinen, ekosysteemissä kehitetty ratkaisu, joka tarjoaa taloudellista, kestäväää arvoa asiakkaalle ja sidosryhmille integroimalla tuotteet sekä palvelut. Fyysiset ja digitaaliset infrastruktuurit toimitetaan ratkaisun elinkaaren ajalta.	Hassani, Huang & MacFeely 2022ab

## Liite 2. Kutsukirje Delfoi-paneeliin

### eDelphi-kysely hyvinvointialueiden aluevaltuutetuille

Arvoisa hyvinvointivaltuuston asiantuntija,

teen LUT-yliopiston tuotantotalouden diplomityöhöni liittyvää tutkimusta digitaalisten teknologioiden ja datapohjaisen arvonaluonnin hyödyntämismahdollisuuksista sosiaali- ja terveydenhuollon sekä pelastustoimen palvelutuotannossa. Tutkimukseni keskittyy erityisesti digitaalisen kaksosen teknologioihin ja niiden luomiin mahdollisuuksiin datan keräämiseen, käsittelyyn, rikastamiseen ja hyödyntämiseen liittyen.

Kutsun Sinut asiantuntijana osallistumaan kyselyyn. Kyselyn vastaajajoukkoon on poimittu julkisesti saatavilla olevien tietojen avulla hyvinvointialueiden aluevaltuustojen edustajia koulutustaustan ja työtehtävän perusteella. Kysely koostuu kahdesta erillisestä, lyhyestä kyselykierroksesta, jossa ensimmäisessä arvioidaan väittämiä ja toisessa arvioidaan ensimmäisen kierroksen tuloksia. Vastaukset käsitellään luottamuksellisina ja vastaajia yksilöiviä tietoja ei raportoida. Tutkimus raportoidaan LUT-yliopiston diplomityönä kevään 2023 aikana.

Pyydän, että olet käytettävissä kyselyyn vastaajana. Jos et ehdottomasti halua osallistua kyselyyn, ilmoitanko minulle vastaamalla tähän viestiin, niin etsin tilalle toisen vastaajan. Linkki kyselyyn lähetetään erillisenä viestinä 29.11.2022 (viestin otsikko on ”KUTSU EDELPHI-PANEELIIN DT”).

Työn ohjaajana LUT-yliopistossa toimii tutkijaopettaja Jouni Koivuniemi (dosentti jouni.koivuniemi@lut.fi, +358400580683), joka antaa tarvittaessa lisätietoja.

Ystävällisin terveisin Mirka Parkkinen

### Liite 3. Delfoi -kyselyn väittämät ensimmäisellä kierroksella

- 1 Hyvinvointialueet investoivat tulevaisuudessa dataperusteisen arvonluonnin kehittämiseen ja ratkaisujen käyttöönottoon
- 2 Hyvinvointialueiden toiminta tulee olemaan erilaisin kustannus- ja tulostittarein mitattuna eritasoista, koska alueilla on käytössään erilaiset teknologiset resurssit ja toimintamallit.
- 3 Digitaalinen kaksosen auttaa tulevaisuudessa hyvinvointialueiden toiminnan reaaliaikaisessa seurannassa, tietojen analysoinnissa, ja jakamisessa Digitaalisen kaksosen avulla voidaan hyvinvointialueen palveluprosesseja simuloimalla löytää potilaalle optimaalinen toimintasuunnitelma ja hoitopolku.
- 4 Vaikeiden sairauksien ja moniongelmaisten potilaiden hoito tulee olemaan luotettavampaa digitaalisen kaksosen avulla.
- 5 Digitaalisen kaksosen avulla voidaan tulevaisuudessa ennakoida ja simuloida potilaan hoidon erivaihtoehtoja
- 6 Häätötilanteiden hoitoketjut voidaan järjestää tulevaisuudessa nopeasti digitaalisen kaksosen avulla.
- 7 Digitaalisen kaksosen avulla voidaan simuloida hyvinvointialueen eri palveluprosesseja, löytää optimaalinen toimintastrategia ja potilaan hoitopolku.
- 8 Alueiden, kaupunkien ja organisaatioiden reaaliaikaiseen dataan perustuva digitaalinen kaksosen auttaa päättäjiä ennakoimaan, suunnittelemaan ja tekemään päätöksiä.
- 9 Digitaalinen kaksosen muodostaa tulevaisuudessa henkilökohtaisen avustajan vaikeasti saataville asiantuntijoille, kuten erikoislääkäreille, auttaen heitä keräämään ja käsittelemään tietoa työssään.
- 10 Hyvinvointialueen asiantuntijoiden työtehtäviä korvataan tulevaisuudessa teknologian, kuten digitaalisen kaksosen avulla.
- 11 Asiantuntijat, tutkijat sekä tuote- ja palvelukehitystä tekevät yritykset tarvitsevat tulevaisuudessa virtuaalisen, tietoturvallisen, online-tilan, jossa he voivat kommunikoida, kehittää ja simuloida dataan perustuvia ratkaisuja.
- 12 Hyödyntämällä tulevaisuudessa digitaalisen kaksosen keräämää ja analysoimaa dataa, hyvinvointialueen päätöksenteko onnistuu luotettavammin.
- 13 Asiakaskokemuksen kehittämiseksi harjoitellaan digitaalisen kaksosen simulaation avulla erilaisia asiakaspalvelutilanteita ja -tyyppejä.
- 14 Hyvinvointialueiden taloudelliset resurssit riittävät digitaalisen kaksosen täysimittaiseen hyödyntämiseen.
- 15 Tieto dataan pohjautuvasta arvonluonnista, digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikuttavuudesta on vähäistä päättäjien keskuudessa.
- 16 Hyvinvointialueiden palvelutuotannossa on riittävästi tietoa digitaalisen kaksosen hyödyntämismahdollisuuksista.
- 17 Tulevaisuudessa on syytä perustaa alueellisia digiosaamiskeskustoja, jotka auttavat yksittäisiä organisaatioita digitaalisessa palvelullistamisessa.

Mielestäni digitaalista kaksosta voidaan tulevaisuudessa hyvinvointialueella hyödyntää parhaiten, valitse mielestäsi kolme tärkeintä. Vaihtoehdot 1) potilaan hoitopolun suunnittelu, 2) johtamisen päätöksenteko, 3) asiantuntijatyön apu, 4) potilaiden viheliäisten ongelmien ratkaisujen simulointi, 5) tiedon kerääminen, analysointi ja jakaminen

Suurimmat digitaalisen kaksosen käytön haasteet hyvinvointialueilla ovat, valitse kolme. Vaihtoehdot 1) asiantuntijoiden vähyyys 2) taloudelliset ongelmat 3) teknologinen osaamattomuus 4) sopivan teknologian valinnan vaikeus 5) integroinnin vaikeus hyvinvointialueen toimintaan

#### Liite 4. Delfoi-paneelin väittämät toisella kierroksella

- 1 Osa hyvinvointialueista on edelläkävijöitä liittyen teknologiseen kehitykseen ja datan hyödyntämiseen. Selite: Osa hyvinvointialueista joutuu keskittymään perustason teknologian toimivuuteen, joten mahdollisuuksia modernien teknologisten innovaatioiden, kuten digitaalisen kaksosen käyttöön ei ole.
- 2 Hyvinvointialueiden teknologista strategiaa ei ole laadittu pitkäjärjestyksellä. Selite: Lyhytjänteisen panostuotos ajattelun vuoksi hyvinvointialueet eivät kehity.
- 3 Hyvinvointialueiden johtamisessa ei ole tarpeeksi osaamista hyödyntää datapohjaista arvonluontia, eikä digitaalisen kaksosen teknologioita. Selite: Jos johtamista ei kehitetä, minkä tahansa teknologian hyötyarvo jää pieneksi.
- 4 Taloutta niukempi resurssi hyvinvointialueilla ovat teknologiset asiantuntijat ja teknisesti kyvykkäät so-  
teammattilaiset.
- 5 Kyky jalostaa ja analysoida dataa systemaattisesti useiden henkilöiden toimesta, myös asiakkaiden, on keskeinen hyvinvointialueiden tuottavuutta ja kilpailukykyä voimistava tekijä.
- 6 Tieto dataan pohjautuvasta arvonluonnista ja digitaalisen kaksosen ominaisuuksista ja kustannusvaikutta-  
vuudesta on vähäistä päättäjien keskuudessa.
- 7 Hyvinvointialueen teknologisen osaamisen ja resurssien rajallisuus voidaan ratkaista liittoutumalla ver-  
kostokumppaneiden kanssa yhdistämällä voimia täydentäville ja rinnakkaisille osaamisalueille. Selite:  
Hyvinvointialueiden yhteisiin digiosaamiskeskuksiin tulee kouluttaa korkean tason teknologisia asiantun-  
tijoita.
- 8 Suomen lainsäädäntö salassapidosta ja tietoturvasta estää virtuaalisen online-tilan perustamisen, jossa asi-  
antuntijat voivat keskustella ja kehittää dataan perustuvia ratkaisuja.
- 9 Digitaalinen kaksonen voi korvata rutiinimaisia työtehtäviä, mutta teknologia ei tule korvaamaan ihmisten  
välistä kanssakäymistä ja vuorovaikutusta. Selite: Manuaalinen, rutiininomainen työ korvataan teknologi-  
alla ja asiantuntijat keskittyvät viheliäisiin ongelmiin, sekä empatiaa vaativiin tehtäviin.
- 10 Digitaalisen kaksosen tärkeä käyttökohde olisi kotihoidon toiminnan optimointi, esimerkiksi kotihoitajien  
päivittäisten reittien suunnittelu.
- 11 Digitaalisen kaksosen kypsyystaso lääketieteessä hyödyntämiseen on korkeampi kuin esimerkiksi sosiaa-  
lipalveluissa.
- 12 Digitaalisen kaksosen suurin hyöty löytyy ongelmien ennustamisesta ja ehkäisevien ennusmerkkien löy-  
tymisessä, joilla estetään raskaammat ja kalliimmat hoidot.
- 13 Digitaalisen kaksosen simulaatio voi selventää palvelukäyttäytymistä, vähentää häiriökysyntää, ja auttaa  
ennaltaehkäisevässä päätöksenteossa. Selite: Moniongelmaisten haasteet ovat yksi keskeisimmistä palve-  
lujärjestelmää kuormittavista ja häiriökysyntää aiheuttavista tekijöistä.