



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Carita K. Mattsson

Kyberisaatio terveydenhuollossa

Näkökulmia tulevaisuuden mahdollisista kyberratkaisuista hoiva- ja terveydenhuoltoalan toimintaympäristössä

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen
akateeminen yksikkö
Tietojärjestelmätieteen pro gradu -tutkielma
Digitaalinen liiketoiminnan kehittäminen -maisteriohjelma

Vaasa 2021

VAASAN YLIOPISTO
Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Tekijä:	Carita K. Mattsson
Tutkielman nimi:	Kyberisaatio terveydenhuollossa – Näkökulmia tulevaisuuden mahdollisista kyberratkaisuista hoiva- ja terveydenhuoltoalan toimintaympäristössä
Tutkinto:	Kauppatieteiden maisteri
Oppiaine:	Digitaalinen liiketoiminnan kehittäminen -maisteriohjelma
Työn ohjaaja:	Juho-Pekka Mäkipää
Valmistumisvuosi:	2021 Sivumäärä: 105

TIIVISTELMÄ:

Digitalisaation aikakausi on taittumassa uuteen aikaan. Monet kansainväliset tieteelliset artikkelit kutsuvat tätä aikaa nimellä *kyberisaatio*. Kyberisaatio sanaa ei ole määritelty suomen kielen eikä siitä löydy tutkimuksia terveydenhuollon kontekstissa. Tämä pro gradu -tutkielma tutkii kyberisaatiota, sen ilmentymistä ja vaatimuksia hoiva- ja terveydenhuollon toimintaympäristössä. Uusia ilmiöitä tutkimalla voidaan parhaimmillaan vaikuttaa terveydenhuollon toivottuun teknologiseen kehitykseen.

Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Tausta-aineisto kerättiin kyberisaatio ilmiötä käsittelevistä tieteellisistä julkaisuista (n=20). Empiirinen tutkimusaineisto muodostui viiden (n=5) Helsingin yliopistollisen keskussairaalan ja HUSin kehittämisestä vastaavien henkilöiden haastatteluista. Tutkimustavoite saavutettiin selvittämällä kirjallisuustutkimuksen avulla mistä kyberisaatio ilmiössä on kyse ja muodostamalla empiirisen aineiston avulla toivottuja-, todennäköisiä- ja vältettäviä tulevaisuuskuvia. Lopuksi selvitettiin ilmiöön liittyviä muutostekijöitä ja vaatimuksia.

Tutkimustulosten mukaan tarpeellisimmat terveydenhuollon tulevaisuuden kybertoteutukset liittyvät älykkäisiin pieniin etämittauslaitteisiin, sosiaalisiin- tai erityistehtäviin suunniteltuihin robotteihin, massatiedon hyödyntämiseen hoitopäätöksissä, virtuaalitodellisuuden ympäristöihin ja tarvekohtaisesti suunniteltuihin etäviestintä menetelmiin. Tärkeä tutkimuslöydös on se, että kyberisaatio tulee muuttamaan potilas-käsitettä ja terveydenhuollon johtamisrakenteita ja sitä, miten potilaita tullaan tulevaisuudessa hoitamaan. Massadatan hyödyntämistä halutaan lisätä kliiniseen päätöksentekoon. Tiettyjen potilasryhmien hoito siirtyy kotiin ja erikoissairaanhoidon hoitoa tulevaisuudessa vain *vaikeimmat* tapaukset. Vanhusten osalta, etähoitomenetelmiin siirtyminen tulee kuitenkin edellyttämään kulttuurista muutosta Suomessa. Aineistosta nousi yleisenä havaintona esiin se, että terveydenhuoltoalan ohjelmistoihin ja mittauslaitteisiin liittyvä regulaatio on puutteellista ja ratkaisuja luodaan markkinoiden säätelemänä.

Tutkielman johtopäätös on, että digitalisaatiota seuraa kyberisaation aikakausi. Kyberisaatioon liitettyjen kyberfyysisten ja -sosiaalisten esivaiheiden osailmentymiä on jo olemassa, mutta ne vaativat vielä paljon kehitystyötä terveydenhuollon toimintaympäristössä. Tarpeellisten kybertoteutusten lähitulevaisuuden positiivisen kehityksen etenemisen edellytyksenä on puuttuvan regulaation säätäminen, terveydenhuollon vaatimustenmukaisten ratkaisujen ja tietomallien ammattitaidon lisääntyminen ja asiakastarpeiden syvälinen ymmärtäminen. Mikäli edellä kuvatut edellytykset eivät täyty, terveydenhuoltoalan kyberratkaisujen tarpeellinen ja toivottujen ratkaisujen kehityskulku viivästyy.

AVAINSANAT: digitalisaatio, erikoissairaanhoido, hoiva-ala, kybernetiikka, kyberavaruus, muutos, terveydenhuolto, tulevaisuus

Sisällys

1 Johdanto	6
1.1 Tavoite ja tutkimuskysymykset	9
1.2 Tutkimuksen toteutus ja -rakenne	10
2 Kyberisaatio tutkimuskirjallisuudessa	13
2.1 Digitalisaation evoluutio	15
2.2 Kybernetiikka	17
2.3 Kyberisaatio ja sen erilaiset ilmentymät tutkimuskirjallisuudessa	20
2.3.1 Kyberisaatio	20
2.3.2 Kybermaailmat	22
2.3.3 Kyberfyysiset järjestelmät	23
2.3.4 Esineiden internet	29
2.3.5 Digitaaliset kloonit, kyborgit	30
2.3.6 Tekoäly	32
2.3.7 Cybermatics-tiede	33
2.4 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto	36
3 Tutkimusmenetelmä ja aineisto	39
3.1 Laadullinen tutkimus	39
3.2 Tulevaisuuden muutostekijöiden ennakointimenetelmiä	40
3.3 Aineiston hankinta, kuvaus ja käsittely	42
3.3.1 Haastatellut henkilöt	43
3.3.2 Teemahaastattelu haastattelumetodina	44
3.3.3 Aineiston hankinta	46
3.3.4 Aineiston kuvaus	48
3.3.5 Aineiston käsittely ja analysointi	49
3.4 Tutkimuksen luotettavuus	51
4 Mahdollisia tulevaisuuskuvia	54
4.1 Nykytila	55
4.2 Todennäköisiä tulevaisuuskuvia	56
4.3 Toivottavia tulevaisuuskuvia	59

4.4	Epätodennäköisiä tulevaisuuskuvia	62
4.5	Vältettäviä tulevaisuuskuvia	63
4.6	Tulevaisuuden muutostekijöitä	65
4.7	Aineiston yhteenveto ja tulokset	69
4.7.1	Kyberfyysiset, -sosiaaliset ja -mentaaliset tulevaisuuskuvat	70
4.7.2	Vastausjakauma	72
4.7.3	Muutostekijät	73
4.7.4	Kyberisaatio terveydenhuollossa	75
5	Diskussio	83
5.1	Pohdintaa	84
5.2	Johtopäätökset	86
5.3	Jatkotutkimusehdotukset	91
	Lähteet	94
	Liitteet	104
	Liite 1. Ote saatekirjeestä	104
	Liite 2. Teemahaastattelu	105

Kuviot

Kuvio 1.	Tutkimusprosessin päävaiheet.	11
Kuvio 2.	Terveydenhuollon kyberfyysinen järjestelmä.	25
Kuvio 3.	Kyberisaation kyberyhdistetyt maailmat.	37
Kuvio 4.	Kyberisaatio taustakirjallisuudessa.	38
Kuvio 5.	Teemahaastattelun suunnittelu- ja toteutusvaiheet.	45
Kuvio 6.	Teemahaastattelun runko.	45
Kuvio 7.	Kyberisaatio terveydenhuollossa.	82
Kuvio 8.	Kyberisaatio ja sen olomuodot.	83

Taulukot

Taulukko 1.	Haastatellut henkilöt.	43
Taulukko 2.	Kyberfyysisiä tulevaisuuskuvia.	70
Taulukko 3.	Kybersosiaalisia- ja -mentaalisiä tulevaisuuskuvia.	71
Taulukko 4.	Yhteenvedo keskeisistä kyberilmentymistä toiminta-alueittain.	72
Taulukko 5.	Vastausjakauma: Kyberisaation todennäköiset osailmiöt.	73
Taulukko 6.	Tulevaisuuden muutosajureita.	74
Taulukko 7.	PESTEL-analyysi.	74

1 Johdanto

It is easy to make a simple machine which will run toward the light or run away from it, and if such machines also contain lights of their own, a number of them together will show complicated forms of social behavior... (Norbert Wiener).

Yli kaksisataa vuotta sitten teollinen vallankumous käynnisti aikakauden, jossa ihmiset alkoivat kommunikoida erilaisten koneiden avustuksella. Tieto on yksi suurimmista voimista, joka on vaikuttanut ja vaikuttaa informaatio- ja viestintäteknologioiden kehitykseen. Ihmisen ja tiedonhallinnan evoluutiossa on ollut viisi tiedon vallankumousta: puhekielen kehittyminen, puheen ja ajatusten kirjoittaminen, kirjoitetun aineiston tulostaminen, sähköinen viestiminen ja viimeisenä, tietokoneet sekä internet. Kaikki nämä ovat omina aikakausinaan vaikuttaneet merkittävästi ihmisten elämään ja muuttaneet yhteiskuntia. (Ma, Ning, Huang, Liu, Yang, Chen & Min, 2015.)

Kun 1980-luvulla manuaalinen tietojenkäsittely käynnisti teknologisen kehityksen, niin 1990-luvulla MTK:n, eli manuaalisen tietojenkäsittelyn korvasi automaattinen tietojenkäsittely, eli ATK. 2000-luku oli informaatio- ja viestintäteknologioiden aikakautta. 2010-luvulla siirryttiin toimintojen digitalisoimiseen. Käynnissä olevalla vuosikymmenellä tekoäly, automatisointi, itsepalvelut ja robotisaatio ovat teknologisten toteutusten ja toimintojen keskiössä. Valtiovarainministeriö (2017) ennustaa, että 2030 vuosikymmenen kyvykkyyksiä ja mahdollisuuksia ovat teknologian hyödyntäminen sähköistyksen, digitalisaation, tekoälyn ja robotisaation avulla. Valtiovarainministeriö (2017.)

Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana koneisiin tukeutuva viestintä on laajentunut osaksi jokapäiväistä arkeamme (Ma ja muut, 2015). Esimerkiksi vuonna 2019 89 % 16–89-vuotiaista suomalaisista käytti internettiä useita kertoja päivässä (Tilastokeskus, 2019). Sairauksiin, ravitsemus- ja terveystiedon etsintään internettiä käytti 65 % väestöstä ja ajanvaraukseen lääkäriä 42 %. 29 % väestöstä käytti matkapuhelimella kuntoiluvelluksia mitatakseen urheilu- tai kuntoilusuorituksiansa. (Tilastokeskus, 2019.)

Vuonna 2019 80 % suomalaisista käytti internetiä yleisimmin matkapuhelimillaan, joita omistaa 83 % väestöstä (Tilastokeskus, 2019).

Kun internet on mullistanut maailmaa, digitaalinen infrastruktuuri on mahdollistanut digitaalisten asioiden leviämisen ajasta ja paikasta riippumatta globaaleiksi, kustannustehokkaiksi ja uudelleen monistettaviksi tuotteiksi tai palveluiksi. (Aaltonen, 2019. s. 106–109.) Digitalisaation avulla pyritään säästämään aikaa, alentamaan kustannuksia ja lisäämään tuottavuutta. Digitalisaatio edistää toimintatapojen ja palveluiden, kansalaisten hyvinvointia parantavaa ja tulevaisuussuuntautunutta kehittämistä (Valtiovarainministeriö, 2017.) Laajassa digitaalisessa taloudessa massadataa voidaan hyödyntää prosessien tehostamiseksi ja kustannusten pienentämiseksi. Kehitys tarjoaa mahdollisuuksia, joita ei ole koskaan aikaisemmin ollut käytettävissä. Nämä mahdollisuudet avautuvat tiedonkäsittelyyn, lääketieteeseen ja terveydenhoitamiseen. (Aaltonen, 2019.)

Tietoyhteiskunnan kehittyminen sekä laitteiden lisääntyminen vaikuttavat myös ihmisten terveyteen heidän tullessa riippuvaisemmaksi koneista ja yhteiskunnan vaatimusten lisääntyessä. Työskentely- ja toimintatavat muuttuvat mitä enemmän tekniikkaa otetaan käyttöön. (Metsämuuronen, 2000, s. 36–37.) Toimintatapojen muutos edellyttää huolellista suunnittelua. Hoitoteknologian ja lääketieteen kehitys avaavat uusia mahdollisuuksia muuttaa sosiaali- ja terveystalouden järjestämistä kuin myös palveluiden tuottamista erilaisille kohderyhmille (Parjanne, 2004, s. 42.)

Uusi teknologia ja parantuneet tietoliikenneyhteydet vähentävät etäisyyksien merkitystä ja palveluita on helpompi järjestää syrjäseuduille. Väestön ikääntyminen lisää uudenlaisia vaatimuksia ja käyttötarpeita sähköisille palveluille etäsairaanhoidossa, hätäpalveluissa sekä ikäihmisten kotihoidossa. (Parjanne, 2004, s. 42.) Sairaalamailman uusi trendi on rakentaa uudet sairaalarakennukset toiminta-alustoiksi, sairaalan erikoisaloja suunnittelussa huomioimatta siten, että toiminta sopeutuu tarpeiden mukaan. Tätä uudentyypistä toimintamallia kuin myös yleensäkin tehokkaampaa organisoitumista ja palveluntuottamista tukevat monenlaiset digitaaliset ratkaisut, jotka

liittyvät sensoriteknologiaan, digitaalisiin termostaatteihin, äänipalveluihin, älykkäisiin mittareihin ja sisäänrakennettuihin teknologioihin. (Aaltonen, 2019. s. 106–109.)

Älykkäissä päätelaitteissa käytetään monenlaisia terveyttä seuraavia sovelluksia. Älylaitteet tuottavat tietoa geeniperimästä, herkkyyksistä tiettyihin sairauksiin ja elintoiminnoista stressitasojen jatkuvaan seurantaan. Esimerkkinä edellä mainitusta ensimmäisestä konkreettisesta sovellutuksesta on ollut korvakäytävään istutettu digitaalinen mikroprosessori. Nykyään mikroprosessoreita voidaan ohjata ja sopeuttaa ympäristöön langattoman bluetooth-tekniikan avulla. Sensoreilla voidaan ennaltaehkäisevästi kerätä erilaista tietoa ihmisen elämästä, elintavoista ja tutkia tuloksia älypuhelimilla. Esimerkiksi New Yorkissa asennettiin vuonna 2009 Wi-Fi pohjainen sydämentahdistaja, joka yhdistettiin asioiden internettiin. Vastaavat sovellukset laajentuvat erilaisten sairauksien hoitamiseen. Etätarkkailun sovellukset mahdollistavat tehokkaamman terveydentilan seurannan ja vähentävät yksittäisiä rutiinitarkastuksia. Uudet sovellukset muuttavat toimintalogiikkaa siten, että perinteisiin hierarkkisiin rakenteisiin perustuva terveydenseuranta ja -testaaminen korvautuu yksilöistä lähtöisiin oleviin toimintamalleihin. (Aaltonen, 2019, s. 110.)

Uuden sukupolven tekoälytuetut IT-järjestelmät tulevat tehostamaan järjestelmien käyttöä 10–20 %. Tekoälytuetujen ominaisuuksien ja käytettävyyden parantumisen myötä työaika voidaan käyttää tehokkaammin, jolloin säästöpotentiaaliksi saadaan 200–400 milj. €/vuosi eli 2,0–4,0 mrd. € 10 vuodessa. Lisäksi uudet sukupolven tekoälytuetut IT-järjestelmät tehostavat hoitoprosessia kaikissa eri vaiheissa. Säästöpotentiaali on n. 400 milj. €/vuosi = 4,0 mrd. € kymmenessä vuodessa. (Neittaanmäki & Kaasalainen, 2018.)

Samaan aikaan kun ammatillisissa ja yleisissä -lähteissä kirjoitetaan digitalisaatiosta ja sen hyödyistä nyt ja tulevaisuudessa, monissa kansainvälisissä tieteellisissä artikkeleissa viitataan ”Cyberization” nimiseen ilmiöön tai nousevaan trendiin, jonka sanotaan seuraavan digitalisaation aikakautta. Tämän uuden ilmiön yksi tyypillinen piirre on tehdä siihen liittyvistä, vielä tänä päivänä tavanomaisista tietoteknistäkin toiminnoista

kyvykkäitä tuntea, kommunikoida ja käsitellä tietoa kognitiivisen vuorovaikuttamisen keinoilla (Ma, 2016, s.85).

Taustakirjallisuus liittyy *Cyberization* ilmiöön muun muassa kyberentiteetit ja kolme kybermaailmaa, jotka ovat kyberfyysinen, -mentaalinen ja -sosiaalinen. Syksyllä 2020 englanninkielinen *Cyberization* termi löytyy pääaiheena ja avainsanana yli 500 englanninkielisessä tieteellisessä artikkelissa. Tutkimuksia *Cyberization* ilmiöstä hoiva- ja terveydenhuollon toimintaympäristössä on vaikea löytää. Artikkelit käsittelevät pääosin muita toimialoja kuin terveydenhuoltoa. *Cyberization* -sanalle ei ole määritelty suomenkielistä vastinetta ja se on käsitteenä vielä tuntematon.

1.1 Tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, miten tieteellisissä artikkeleissa viitattu *Cyberization* ilmiö realisoituu terveydenhuollolle. *Cyberization* ilmiöstä ei löydy tutkimuksia terveydenhuollon toimintaympäristössä, mistä syystä vertailu aikaisempaan tutkimuskirjallisuuteen ei ole mahdollista. Ilmiöön liittyvät tieteelliset artikkelit ja tutkimukset keskittyvät pääosin vasta kehitteillä oleviin yksittäisiin kybertoteutuksiin.

Ilmiö -käsite on filosofiselta näkökulmalta määritettäessä kokemuksessa esiin ilmaantuva asia tai tapahtuma (Tieteen termipankki:Filosofia, 2020; Sitra, 2020). Ilmiön taustalla on monia toisistaan erillään olevia tekijöitä (Sitra, 2020). Ilmiötä ei voi selittää yhdellä tekijällä, koska jokainen ilmiö on moniulotteinen, joten on tärkeää ymmärtää sen olennaiset puolet ja niiden väliset suhteet (Aaltola & Valli, 2015, s. 43). ”Mikäli ymmärrämme ilmiön synnyn, voimme myös ymmärtää ja hallita sitä. Ilmiön varsinainen luonne selviää sen synnyssä, koska se kumuloituu osana kehitystä, ja seuraamus on lopulta synnyn kertautumisen peilikuva” (Hyötyniemi, 2013, s. 29.)

Tutkielma pyrkii päätavoitteen lisäksi lisäämään ymmärrystä tutkittavan ilmiön olemuksesta, vaatimuksista, vaikutuksista ja tuottamaan tietoa tulevista tapahtumista

terveydenhuollon toimintaympäristössä. Toimintaympäristössä tapahtuvien muutosten tarkastelu on samalla myös ilmiöiden tarkastelua ja ymmärtämistä silloin kun seurataan mitä erilaisista tulevaisuudenvalinnoista seuraa (Tulevaisuuden-tutkimuskeskus, 2020). Tutkielma ei pyri konstruoimaan uutta käsitettä tai teoriaa, vaan se olettaa, että se on jo olemassa.

Tulevaisuuden teknologisten ratkaisujen ja asiakkaiden käyttäytymisen arviointi on haastavaa (Inkinen & Jauhiainen, 2006). Heikot signaalit nähdään joskus myös muotoaan ja tulevaisuutta muuttavina ilmiöinä. Ilmiön ominaisuudet ja se, mihin se tulee vaikuttamaan, tulisi selvittää. Toisaalta, jotta voimme vaikuttaa tulevaan päätöksillämme, ei pelkkä ilmiöiden syiden tai nykytilan ymmärtäminen riitä, vaan tarvitaan käsitystä millainen on todennäköinen, mahdollinen ja toivottava tulevaisuus. (Rubin, 2020.) *Cyberization* ilmiön olemusta ja ilmentymistä sekä sen mukanaan tuomia vaatimuksia hoiva- ja terveydenhuoltoalalle selvitetään seuraavilla tutkimuskysymyksillä:

Päättökysymys on:

1. Miten *Cyberization* -ilmiö tulee ilmentymään hoiva- ja terveydenhuollon toimintaympäristössä ja mitkä ovat siihen liittyvät todennäköiset, toivotut ja vältettävät ratkaisut terveydenhuollon toimintaympäristössä?

Pääkysymystä täydentävät lisäkysymykset ovat:

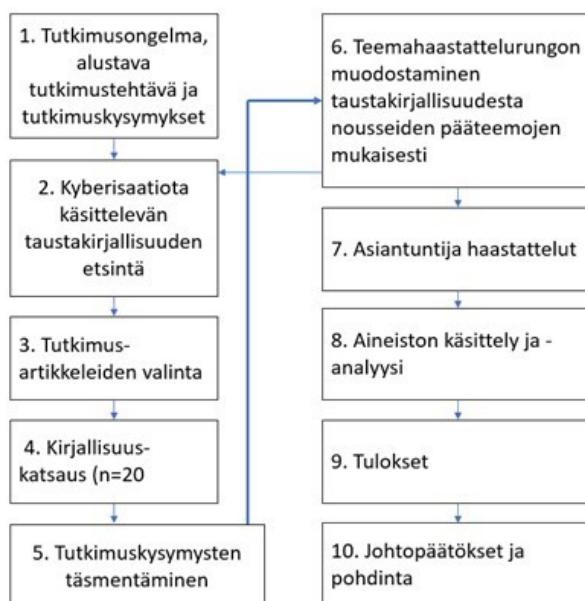
2. Millaisia ovat ilmiöön liittyvät muutostekijät, ajurit tai heikot signaalit?
3. Miten kyberisaatio muuttaa hoiva- ja terveydenhuoltoalan toimintaympäristöä ja mitä vaatimuksia se tuo mukanaan?

1.2 Tutkimuksen toteutus ja -rakenne

Tutkimus hakee vastauksia tutkimuskysymyksiin laadullisella tutkimusotteella ja empirialla. Aineiston keruumenetelmänä käytettiin teemahaastattelua erikoissairaanhoidon kehittämisestä vastaavien johtavissa kehittämisetehtävissä työskentelevien henkilöiden näkökulmien kautta. Aineistoanalyysi toteutettiin

teoriaohjaavana sisällönanalyysinä siten, että analyysi toteutettiin aineistolähtöisesti ja sen jälkeen tehtyjä havaintoja verrattiin yhtäläisin osin taustakirjallisuuteen.

Tutkimusprosessi sisälsi kymmenen vaihetta (ks. kuvio 1). Aluksi määriteltiin tutkimusongelma, alustava tutkimustehtävä sekä näihin vastauksia antavat alustavat tutkimuskysymykset. Määrittelyn motiivina toimi käsitteen ja ilmiön uutuusarvo hoiva- ja terveydenhuollon kontekstissa ja englanninkielisissä tieteellisissä artikkeleissa. Tämän jälkeen etsittiin ilmiötä käsittelevää taustakirjallisuutta ja valikoitiin soveltuvimmat artikkelit ja julkaisut. Valintakriteereinä olivat, että julkaisun pääaiheena tai avainsanana oli *Cyberization* tai *Cyberisation*, taikka näihin läheisesti liittyvä kyber-alkuinen osailmentymä. Tutkimuskirjallisuuteen valikoitui kaksikymmentä (n=20) ensisijaista englanninkielistä tieteellistä artikkelia. Näiden pohjalta koostettiin kirjallisuuskatsaus ja määriteltiin ilmiöön liittyvät keskeiset käsitteet. Kun ymmärrys käsitteistä ja ilmiöön liittyvästä sisällöstä oli riittävän selkeä, tutkimuskysymyksiä täsmennettiin.



Kuvio 1. Tutkimusprosessin päävaiheet.

Haastattelurunko rakennettiin taustakirjallisuudesta nousseiden kyberteemojen ja päätutkimuskysymykseen liittyvien tulevaisuuskuva odotusten yhdistelmällä. Empiirisen aineiston tiedonlähteenä käytettiin asiantuntijahaastattelua, johon valittiin oman erikoisalueensa arvostettuja johtavissa kehitystehtävissä olevia henkilöitä. Haastatteluaineisto litteroitiin, teemoitettiin, tyypiteltiin ja analysoitiin. Analyysissä kerättiin tulevaisuuskuvat, muutostekijät ja uudet ylösnousseet teemat. Muutostekijällä tarkoitetaan, joko yksilöä tai järjestäytyntä toimintoa, jonka tavoitteena on aiheuttaa muutos (Rubin, 2020a). Lopuksi tulokset raportoitiin, löydökset koottiin yhteen, muodostettiin synteesi ja kirjoitettiin diskussio.

Tutkimusraportin sisällys etenee kronologisesti edellä kuvatun tutkimusprosessin mukaisesti ja jakautuen viiteen päälukuun. Ensimmäinen johdantoluku taustoittaa tutkimusta ja tutkimustehtävää sekä esittää tutkimuskysymykset. Toinen luku muodostaa kirjallisuuskatsauksen, eli teorialuvun. Se tarkastelee ensin digitalisaation evoluutiota, toiseksi kybernetiikkaa ja lopuksi sukeltaa kyberisaatioon liittyvien ilmentymien ääreen. Kyberisaation luvussa tarkastellaan sitä, miten tutkimukseen valitut tieteelliset artikkelit kuvaavat ilmiötä ja mitä käsitteellisiä lähtökohtia ja termejä siihen liittyy. Taustakirjallisuus muodostaa tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen, johon empiriaa lopuksi verrataan. Kolmas metodi- ja materiaaliluku sisältää seikkaperäisen tutkimusaineiston- ja menetelmien kuvauksen sekä johdattelee empiriaan tarkastelemalla tutkimuksen luotettavuuden, eettisyyden ja uskottavuuden kriteereitä.

Neljäs luku on aineisto- ja analyysiluku, jossa kuvataan tärkeimmät empiriaan pohjautuvat tutkimustulokset nykytilan kuvauksesta asiantuntijoiden tulevaisuuskuva odotuksiin sekä heidän näkemiin muutostekijöihin. Neljännessä luvussa vertaillaan aineistoa taustakirjallisuuteen siltä osin kuin yhteneväisyyksiä empiriaan nousi esiin. Kuudes ja viimeinen pääluku sisältää johtopäätökset ja päättää tutkimusraportin jatkotutkimusehdotuksiin.

2 Kyberisaatio tutkimuskirjallisuudessa

Tässä luvussa tarkastellaan ensin digitalisaation evoluutiota ja kybernetiikkaa sekä lopuksi kyberisaatio ilmiöön liitettyjä käsitteitä ja teorioita. Käsitteet luovat tieteen pohjan, kuvaten yleensä jotain kiinnostavaa tai merkityksellistä asiaa tai kohdetta (Kamaja, 2014, s.129). Teoria toimii laadullisen tutkimuksen taustatietona ja välineenä asioiden tai ilmiöiden tieteelliseen selittämiseen (Termipankki, 2020). Sen avulla voidaan ”selittää kiinnostavia ilmiöitä tai ilmiössä esiintyvien entiteettien käyttäytymistä” (Kamaja, 2014, s.129). Anttila (2019) kirjoittaa, että teoriapohja luo perustan tulkintojen tekemiselle. Teoria termi pohjautuu kreikankieliseen sanaan *Theoria, katselu mietiskely* (Termipankki, 2020). Esimerkiksi liiketaloustieteissä tutkittavia ilmiöitä voidaan kuvata useilla toisistaan poikkeavilla teorioilla ilman, että jokin niistä olisi ainoa oikea, vaikkakin tietyt teorit voivat soveltua selittämiseen parhaiten. (Puusa & Juuti, 2020, s.87.)

Jotkin taustakirjallisuuden tutkijat, kuten esimerkiksi Ma (2015) sekä Zhou ja muut (2020) kirjoittavat, että tietokoneiden ja tietotekniikan aikaa seuraa uusi aikakausi ja tieteen suuntaus nimeltään *Cyberization* (Ma, 2015 ja Zhou, Flavia, Kevin, Wang, I-Kai & Huang, 2020). *Cyberization* on kybermaailmojen prosessi, joka tulee muokkaaman uusiksi meidän nykyiset fyysiset, sosiaaliset sekä mentaaliset maailmamme ja sulauttamaan ne täysin uudentyypisiin kyberyhdistettyihin kybermaailmoihin. (Ma ja muut, 2016; Zhou ja muut, 2020.)

Oxfordin sanakirja liittää *Cyber*-sanan informaatioteknologiaan, virtuaalitodellisuuteen sekä tietokoneiden kulttuurin ja ”kyberaikaan” (Oxford English and Spanish dictionaries, 2020). *Cyber*-sanan isäksi viitataan usein Norbert Wienerin vuonna 1948 julkaisemaa ”Cybernetics” -teosta, jossa käsitellään ohjaamista ja valvontaa viestinnässä kybernetiikan eri muodoissaan (Limnell, 2014). Wienerin vaikutusta kybernetiikan ja kyberisaation kehitykseen tarkastellaan tarkemmin myöhemmin tässä luvussa. Suomen kielen *kyber*- sana pohjautuu englanninkieliseen *Cyber* (Limnell, 2014, s. 8) ja sitä käytetään yhdyssanan määriteosana (Sanastokeskus, 2018). Määriteosaa voidaan

käyttää kuvaamaan henkilöä, asiaa tai ideaa (Aiken, 2016, s. 326). Merkityssisältö liittyy digitaaliseen tiedonkäsittelyyn ja sähköiseen viestintään kuten esimerkiksi tietoverkkoihin, tietotekniikkaan tai tietojärjestelmiin. Sana pohjautuu alun perin kreikankieliseen sanaan *Kybereo* - ohjata, opastaa, hallita (Sanastokeskus, 2018.)

Kyber-alkuiset sanat ovat lisääntyneet kielessä, tietoturvakeskusteluissa, tieteissä, ja kulttuurissa (Limnell, 2014; Li, 2017; Ma, 2016). Kyber-sanat ovat suosittuja etuliitteinä ja adjektiiveina puhuttaessa esineistä, jotka ovat kytkeytyneet internettiin tai tietokoneisiin sekä erilaisiin konsepteihin digitaalisesti kuten termeissä *kyberrikollisuus* tai *kyberfilosofia* (Ning, Liu, Ma, Yang & Huang, 2017; Ma, 2016). Limnellin (2014) mukaan kansainvälisesti kyberalkuiset sanat ja erityisesti kyberturvallisuuteen liittyvät käsitteet ovat epäyhtenäisiä ja useiden muiden (CCDCOE, 2015; Limnell, 2014; Ma, 2016) mukaan, niille on tehty useita yleisiä määritelmiä sekä variaatioita.

Turvallisuuskomitean sihteeristö on täsmentänyt kyberturvallisuuden sanastoa (TSK 520) vuonna 2018 yhteistyössä viestintäviraston, Sanastokeskuksen TSK:n ja huoltovarmuuskeskuksen kanssa. Projektin tavoitteena oli koota sanasto keskeisistä kyberturvallisuus- ja tietoturvakäsitteiden sisällöistä sekä antaa suosituksia suomenkielisestä termistöstä. Sanastohanke pyysi kommentteja viranomaisilta, järjestöiltä, tiedeyhteisöiltä ja yksityishenkilöiltä. Sanastoprojekti oli samalla osa Suomen kansallisen kyberturvallisuusstrategian toimeenpanoa. Uusittu sanastosta sisältää 29 Kyber-käsitettä. (Limnell, 2014.) Todettakoon tässä yhteydessä, että vuonna 2018 uusittu sanasto ei sisällä ”cyberization” -sanaa.

Kamaja (2014) sanoo, että informaatio ja tietotekniikka -käsitteiden määrittely on hankalaa, koska niillä on ”IT-tieteenalan rajaamisen ongelma” tietojärjestelmätieteisiin liittyen. Tulkinnalliset eroavaisuudet tieto- ja informaatiokäsitteistä kuin myös teknologia sekä tekniikkakäsitteistä vaikuttavat osaltaan määrittelyongelmaan (s.129). Suomen kielessä tekniikka- ja teknologia -käsitteille ei myöskään löydy selkeää käsitteellistä määrittelyä. Esimerkiksi näkemykset *teknologia* vai *tekniikka* -käsitteistä ilmiönä ja niiden alakäsitteistä puuttuvat, vaikka kyseessä on laajempi ilmiö. (Kamaja, 2014, s. 129.)

Englannin kielistä *Cyberization* -termiä ja sen merkitysisältöä ei ole määritelty suomen kieleen. Edellisestä syystä johtuen ja tästä eteenpäin, tutkielmassa käytetään ilmiöstä, *digitalisaatio* sanaa mukaillen, vapaata suomennosta: ”kyberisaatio”.

2.1 Digitalisaation evoluutio

Ihmistyden keskeinen ominaisuus on sen kyky kommunikoida (Ma, 2015). Ma (2015) jakaa tiedonvallankumoukset viiteen vaiheeseen, joilla kullakin on ollut oman osansa ihmisten evoluutiossa ja yhteiskuntien kehityksessä. Puhekielen syntymistä voidaan pitää perustana tiedonvälittämiselle ja ensimmäisenä vallankumouksena. Kirjoittamisen taito on vaikuttanut ihmisten ajattelukyvyn kehittymiseen. Tulostaminen eri muodoissaan, kuten kirjasimien ja paperin käyttö, on mahdollistanut tiedon nopean levittämisen. Elektroninen tiedonsiirto, tele- ja viestintätekniikka mahdollisti tiedon siirtämisen valonnopeudella. (Ma, 2015.) Kameroiden, nauhojen, nauhoittimien ja television tulo muuttivat kaikkien elämää. Tiedonsisältöä pystytään muokkaamaan erityyppisiin muotoihin monia tekniikoita hyödyntäen. (Ma, 2015.)

Viidennen, eli tiedon vallankumouksen ilmentymä on internet, tietokoneet ja tietoliikenneverkot. Se on ominaisuuksiltaan hyvin kaukana ensimmäisestä, koska se on muodostanut digitaalisen kyberavaruuden, uuden tiedon- eli kybermaailman. (Ma, 2015.) Tiedon vallankumous esiintyy erityyppisissä digitaalisissa kyber- ja hypermaailmojen muodoissa. Sen toiminta pohjautuu tietokoneisiin sekä tietoliikenneverkkoihin, kuten internettiin ja World Wide Web:iin ja se tulee muuttamaan tietoon liittyviä palveluita perustavanlaatuisesti. Tiedonhallinnan vallankumous luo uuden digitaalisen kybermaailman, jossa muodostuu fyysisiä maailmoja ja joissa kyberfyysinen sulautuu hypermaailmoihin. (Ma ja Ning, 2015.) Tiedon määrän lisääntyminen on vaikuttanut massatiedon lisääntymiseen. Massadata on viidenteen tiedon vallankumoukseen vaikuttanut tekijä ja olennainen suoraan kyber- ja hypermaailmaan vaikuttava asia ja sen ominaisuus. (Huang & Ma, 2015.)

Jatkuvasti muuttuva tieto ja tiedonkäsittelyn tarpeet muokkaavat digitaalisia maailmoja kohti kybermaailmoja (Ma ja muut, 2015). Kybermaailmat puolestaan muodostavat kyberfyysisiä hybermaailmoja, joissa hyberympäristöt ovat toisiinsa integroituneina. Nämä uudet maailmat tulevat sisältämään meille vielä tänään tuntemattomia asioita ja ilmiöitä, joilla on vaikutus tulevaisuuden ratkaisuihin, tiedonkäsittelyyn, tiedon jakamiseen ja -yhdistämiseen, palveluihin ja koneiden älykkyyteen. (Ma ja Ning, 2015.)

Ma ja muut (2015) viittaa Mark Weiserin kolmeen tietokoneiden aikakauteen, jotka kehittyivät tietojenkäsittelyn, ihmisten ja tietokoneiden välisestä suhteesta. Ma ja muut (2015) sanovat, jotta ymmärretään 70-vuotinen tietokoneiden kehityksen historia, on tärkeää ymmärtää tietokoneiden evoluution kolmijako ja sen ominaispiirteet eri aikakausina (s. 2). Ensin tulivat keskustietokoneet, joita käyttivät useat ihmiset samanaikaisesti. Sitten markkinoille tulivat henkilökohtaiset tietokoneet, eli PC-tietokoneet. Henkilökohtainen tietokone oli tarkoitettu yhdelle käyttäjälle kerrallaan. Henkilökohtaisten tietokoneiden aikaa seuraa kaikkialla läsnäolevien ubiikkien päätelaitteiden aikakausi, jossa ”joka paikassa” olevat ubiikit päätelaitteet palvelevat yhtä henkilöä. (Ma, 2015, s. 2.)

Ubiikkien laitteiden alustana toimii pilvipalvelut. Ohjelmistopalveluiden räjähdysmäinen laajentuminen on aiheuttanut tieto- ja viestintäteknikan hajautumisen pilveen, sijaintiriippumattomien Web-palveluiden, kuten ohjelmistojen ja palvelinkapasiteetin hankinnan palveluina ja palvelualustojen ulkoistamisen. Palvelut ovat mahdollistaneet mobiilikäyttöjärjestelmien käytön leviämisen miljoonille ihmisille. Ulkoistettujen pilvipalveluiden lisäksi on muodostunut muunlaisia uusia lisäpalveluita, kuten ”konttipohjaiset virtualisointi pilvipalvelut”, ”havainnointi palveluna”, ”tietoa palveluna”. ”Tietämys palveluna”, ”mitä tahansa palveluna” sekä monet muut vastaavat palvelut tulevat vaikuttamaan kyber- ja hybermaailmojen sisällä esiintyvien uusien palveluiden syntymiseen. (Huang & Ma, 2015.)

Kybertoimintaympäristö on useasta tai yhdestä digitaalisesta sähköisestä järjestelmästä muodostuva kyberympäristö (Kyberturvallisuuden sanasto, 2018). Termipankki (2014)

määrittelee kyberavaruus -sanat tietoverkkojen muodostamaksi ympäristöksi, joka hyödyntää sähköisiä aineistoja. Euroopan unioni ehdottaa kyberavaruus -termin yhteydessä käytettäväksi termiä *kybertoimintaympäristö* (European Union terminology, 2020).

Älykkäiden ohjelmistojen, laitteistojen ja sovellusten räjähdysmäinen lisääntyminen tuo mukanaan lisää älykkäitä elektronisia asioita ja ubiikkeja kaikkialla olevia seurantajärjestelmiä, jotka reagoivat yksilöiden käyttäytymiseen (Inkinen & Jauhiainen, 2006, s. 208). Vuonna 2009 IBM kutsui tätä järjestelmää ”älykkääksi planeetaksi”. (Jiang & Huang, 2015).

Huang ja Ma (2015) kirjoittavat, että viestintämenetelmien kuten sähköpostin, mobiililaitteiden ja sosiaalisen median suosio johtaa siihen, että ihmiset ovat yhdistettyjä toisiinsa - milloin tahansa ja mihin tahansa. Tätä yhdistymistä kutsutaan: ”yhteyksien räjähdykseen”, joka tarkoittaa tietokoneiden, dokumenttien, erilaisten virtuaalisten ja fyysisten laitteiden yhdistymistä toisiinsa. Nopeat mobiililaitteet ja esineiden internet ovat tärkeimpiä ominaisuuksia, joita tarvitaan hyper- ja kybermaailmoissa, jossa ”yksi asia voi olla yhteydessä kaikkiin muihin sen osiin”. Ma ja Huang (2015) huomauttavat, että edellä kuvattu asioiden yhdistyminen toisiinsa aiheuttaa sen, että maailmat tulevat erityisen hankaliksi ennustaa ja hallita, eikä yksittäisten tapahtumasarjojen seurauksia voida enää ennustaa. (Huang & Ma, 2015.)

2.2 Kybernetiikka

Kybernetiikka on tieteenala, joka tutkii kommunikaatiota ja kontrollointijärjestelmiä (Tieteen termipankki: Biologia, 2020; Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone, 2020). Kotimaisten kieltenkeskus ja Kielikone (2020) laajentavat kybernetiikan käsitteen kaikkeen kyberneettiseen ja tieteen termipankki (2020) kommunikaatioteoriaan ja biologiaan. Kybernetiikka -sana pohjautuu kreikan kielen *kubernetes* (perämies (Tieteen termipankki: Biologia, 2020)). *Kubernetes* lienee ollut kantasana kuvernööri -

termille (Wiener, 1948). Jotuni (Wiener, 1948) määrittelee kybernetiikan *kommunikaation vaellusteiden ja niiden muodostamien verkkojen- ja statististen informaatioiden teoriaksi* (Wiener, 1948, s. 9). Tieteen termipankin (2020) mukaan ”kybernetiikan populääri käsitys koskee inhimillisen tietojenkäsittelyn simulaatiota ja toisaalta digitaalisen tietokoneen sääteleviä funktioita”. Tietojenkäsittelyala keskittyy komponentteihin, jotka toisiinsa yhdistettyinä muodostavat monimutkaisia ja päämäärä suuntautuneita kyberneettisiä prosesseja. (Tieteen termipankki: Biologia, 2020.) Hyötyniemi (2013, s. 37) kirjoittaa, että kyberneettinen järjestelmä on ”yleistetty iteroitu todennäköisyysverkko”.

Kybernetiikan yksi useista tutkijoista Ivan Pavlov loi ensimmäisenä käsitteen ”self-control” ja ”self steering”. Vuonna 1917 hän sanoi seuraavasti: “The behaviour of a living organism is distinguished from all the other open material systems by its highly developed ability of self-regulation, or self-steering”. Itseohjautuvuus käsite elävissä organismeissa oli alku kyberneettiselle ajattelulle. (Ahmavaara, 1974, s. 85) Vuonna 1936 M.A Turing tutki automaatiota, mutta tärkeimmät kybernetiikkaa edistävät tutkimukset tulivat Neittaanmäen (2013) mukaan kahdelta tieteilijältä: psykiatrian professori Warren Mc Cullochilta (1898–1969) ja matemaatikko Johann von Neumanmilta (1903–1957). Muita kybernetiikkaan merkittävästi vaikuttaneita tutkijoita oli useita, muun muassa W. Ross Asby (1903–1972) systeemiteorian luoja. Kybernetiikan voidaan sanoa syntyneen pitkälti automaatioteorian alkuaikojen kehittymisen vanavedessä (Hyötyniemi, 2013).

Kybernetiikka -käsitteen loi Norbert Wiener (1894–1964) vuonna 1948 (Tieteentermipankki, 2020). Wienerin kybernetiikan tehtävänä oli kehittää kieli ja tekniikka, joka mahdollistaa kontrolli- ja viestintäongelmien hallinnan sen yleisissä muodoissaan sekä keksiä menetelmä ilmiöiden jakamiseksi niitä koskettaviin ryhmiin ominaisuuksien perusteella. (Wiener 1948, s. 23–24) Vuonna 1948 Norbert Wiener julkaisi kirjan: ihmisestä, koneista ja kielestä. Kirja määrittelee kybernetiikan perustavanlaatuisiksi käsitteeksi ihmisten ja koneiden väliseen kommunikointiin ja viestinnän kontrollointiin. (Wiener, 1948.) Wienerin (1948) mielestä, ainoastaan viestintäprosessien ja yhteiskunnan tutkimus on mielekästä viestintämahdollisuuksien

tutkimuksena, koska näihin liittyvä viestinnän ja tekniikoiden kehitys tulee nousemaan tulevaisuudessa tärkeään roolin - oli sitten kyse ihmisten, koneiden tai näiden yhdistelmän välisestä vuorovaikutuksesta. Wiener (1948) esitti lisäksi, että teknisestä näkökulmasta kontrolliteoria on sovellettua informaatioteoriaa, huolimatta siitä, onko se muodoltaan animaalista, mekaanista vai inhimillistä - vaikka tehtävissä olisikin yksityiskohtien osalta eroja (s. 23–24).

Wiener julkaisi systemaattiset ajatukset kybernetiikasta 1948 ilmestyneessä teoksessa *”Cybernetics”*. (Hyötyniemi, 2013). Cybernetics – teoksessaan Wiener esitti, että ihmisäivot ja sähköiset piirit muistuttavat toisiaan ja että koneet voisivat oppia pelaamaan shakkia. Kybernetiikka oli oppi siitä, kuinka erilaisia järjestelmiä ohjataan ja hallitaan. Wiener esitteli kirjassaan itsesäätelävän digitaalisen laskentakoneen perusteet ja esitti, että kybernetiikan tehtävänä on luoda kieli sekä tekniikka, joilla voidaan hallita viestintää sekä siihen liittyviä haasteita (Wiener, 1948, s. 24). Wienerin ajattelu johti säätötekniikan ja siihen liittyvien teorioiden syntymiseen (Hyötyniemi, 2013). Kybernetiikan tutkimuksen myötä syntyi myös tekoälyn tutkimuksenala (Hyötyniemi, 2016, s. 41).

Wiener oli yksi keskeisiä henkilöitä lännen ensimmäisten tietokoneiden ja automaattisten puolustusjärjestelmien luomisessa. (Hyötyniemi, 2013.) Itseohjautuvuus käsite elävissä organismeissa oli myös alku kyberneettiselle ajattelulle (Ahmavaara, 1974. s. 85). Kybernetiikassa takaisinkytkentä ja vuorovaikutus ovat tärkeimmässä rooleissa koska jokainen järjestelmä vaikuttaa toisiinsa. Hyötyniemi (2013, s.203) erottaa kyberneettisen tietokoneverkon ”minästä” ja ympärillämme olevasta luonnosta laadullisena kehitysaskelena. ”Minä” -käsite sisältää ihmiset, eläimet, kasvit, kulttuurit, systeemit ja on kyberneettisestä tietokoneverkosta irrallinen ilmiö. *Kyberneettiset järjestelmät perustuvat verkottuneiden prosessien korkeamman asteisiin jännitteisiin.* (Hyötyniemi, 2013.)

Institution of Engineering and technology-instituutio (IET) perusti maaliskuussa 2019 foorumin nimeltään: ”Kyberjärjestelmät ja robotit”. Foorumin tavoitteena on toimia

tukena innovaatioille, jotka liittyvät kyberneettisiin järjestelmään ja robotteihin. Chu ja muut (2019) kirjoittavat, että erittäin nopea teknologinen kehitys automaation, keinoälyn neurotieteiden ja viestinnän alalla tuovat Wienerin kuvaamat kybernetiikka ilmiöt tähän hetkeen.

2.3 Kyberisaatio ja sen erilaiset ilmentymät tutkimuskirjallisuudessa

Suomenkielisellä hakusanalla ”kyberisaatio” tai viittauksella englanninkieliseen *Cyberization* sanaan, internetin hakukoneista taikka tieteellisten arkistojen kirjastoista ei löydy suomenkielisiä tieteellisiä tutkimuksia. Käytettäessä englannin kielistä hakusanaa *Cyberization* tai *Cyberisation*, esimerkiksi tiedekirjasto Tritonian tietokanta (Tritonia, 2020) löysi vuoden 2020 alussa 150 ja myöhemmin lokakuussa 2020 kaikkiaan 169 artikkelia. *Cyberization* viitekehykseen keskittyvät artikkelit tai julkaisut käsittelevät joko kybertieteiden tarpeellisuutta yleisesti tai kyberfyysisiä ratkaisuja pääosin automaatioteollisuuden tai valmistavan teollisuuden toimintaympäristöissä.

Mikäli hakukriteereitä laajennetaan, ja liitetään *Cyberization* -sana terveydenhuollon ympäristöön ”healthcare” -lisähakusanalla, tulokseksi saadaan 62 julkaisua. Nämä julkaisut eivät varsinaisesti käsittele suoraan kyberisaatiota ja terveydenhuoltoa, vaan ne keskittyvät yksittäisiin teknologisiin tutkimusprojekteihin tai julkaisuihin. Tutkielman kyberisaatiota tarkastelemaan kirjallisuuskatsaukseen valittiin kaksikymmentä (n=20) englanninkielistä ensisijaista tieteellistä julkaisua, joiden aihe tai avainsana on *Cyberisation* tai *Cyberization*. Valintakriteerinä käytettiin lisäksi, että valitut artikkelit on luokiteltu julkaisufoorumin 1–3 tasoluokkiin. Seuraavissa luvuissa tarkastellaan miten tauskirjallisuus määrittelee *kyberisaation* ja siihen liittyvät tärkeimmät käsitteet.

2.3.1 Kyberisaatio

Kyberisaatioissa lukemattomat kyber-entiteetit toimivat kyberfyysisissä- ja mielen kybermaailmoissa (Ma, 2015; Zhou, Zomaya, Li & Ruchkin, 2018). Kyberisaatio johtaa

kybermahdollistettujen maailmojen sekä kyberavaruuden yhdistymiseen (Ma, 2016; Ning ja muut, 2017). Kyber-entiteetti on kyberavaruuden elementti. Se voi olla yksinkertaisimmillaan tuotetta esittelevä verkkosivusto tai digitaalisesti visualisoitu avaruusalue esittelevä monimutkainen toimintojen kuvaus. Kyber-entiteetti voi olla olemassa ilman, että sillä on ihmismäisiä profiileja ja se voi olla oikeaa elämää muistuttava digitaalinen kasvi tai eläin. Se voi olla RFID-tarra kauppatavarassa tai IBM Watson-tietokone, joka pystyy vastaamaan monimutkaisiinkin kysymyksiin luonnollisella kielellä. Kyber-entiteetti voi olla konkreettisesti elektroninen kirja tai abstrakti tietämyskanta automatisoituun älykkääseen tietojenkäsittelyyn. Kyberentiteetillä ei ole näin ollen välttämättä korrelaatiota fyysiseen maailmaan (Ma ja muut, 2015, s. 4.)

Esimerkkinä kyberentiteetistä voidaan mainita virtuaalinen 3D-grafiikkaohjelmisto, joka on tietokoneen syntetisoima. Kyberentiteetti voi olla myös osa suurempaa verkkoympäristöä, kuten ohjelmistoagentti tai digitaalinen komponentti, joka integroituu joko fyysiseen- tai sosiaaliseen järjestelmään kyberfyysisen tai -sosiaalisen systeemin rakentamiseksi. (Ma ja muut, 2015, s. 4.) Kyberentiteetit voivat olla hyvin monentyyppisiä ja muuttaa perinteisiä maailmoja rakentamalla uusia kyberfyysisiä, kybersosiaalisia ja kybermentaalaisia maailmoja tai näiden yhdistelmiä. (Ma ja muut, 2015, s. 4.)

Man (2016) mukaan kyberisaatiossa tietotekniset ja tiedonhallinnan elementit yhdistyvät, integroituvat, sulautuvat, sekoittuvat tai implantoituvat tavanomaisiin arkisiin asioihin, kuten kulutustavaroihin, kulkuvälineisiin, mekaanisiin järjestelmiin, huoneisiin, taloihin, vaatteisiin, huonekaluihin, maatiloihin, organisaatioihin, kaupunkeihin tai jopa kasveihin tai orgaanisiin asioihin kuten esimerkiksi aivoihin. (Ma, 2016). Näitä järjestelmiä voidaan kutsua myös kyberfyysisiksi järjestelmiksi. (Ning ja muut, 2017; O'Connor, 2012).

Kyberisaatio yhdistää tietotekniset ja muut älykkäät laitteet erilaisia viestintä- ja kommunikointi tekniikoita ja tietoliikenneprotokollia hyödyntämällä. Kyberisaatio

mahdollistaa ohjelmistojen, laitteistojen ja tiedon lähteiden jakamisen ja edistää tietokoneiden hyödyntämistä päivittäisessä elämässämme. Se edistää vallankumouksellista kehitystä niin teollisuuden kuin myös tieteen tutkimusalueilla (Hu, Yan, Ding & Yang, 2019.) Kyberisaatio keskittyy käsittelemään ihmisten välistä tiedonkäsittelyä erilaisten laajojen tiedonkäsittelyn sovellutusten, kuten kyberfyysisten ja sosiaalisten järjestelmien avustuksella. (Zhou ja muut, 2018.)

2.3.2 Kybermaailmat

Kyberavaruus on uusi trendi, jossa kyberentiteetit ja kyberfyysiset järjestelmät ”kyberistetään” (Ning ja muut, 2017). *Kyberavaruudesta* muodostui 90-luvulla verkkoyhteisöissä niin kutsuttu ”de facto” -synonyymi internetille ja World Wide Webille (Ma, 2016). Kybertoimintaympäristö, eli kyberavaruus on yhden tai useamman digitaalisen tietojärjestelmän muodostama toimintaympäristö. Sanastokeskuksen määritelmän mukaan tälle ympäristölle on tunnusomaista käyttää tiedon varastointiin, käsittelyyn tai siirtämiseen elektroniikkaa tai sähkömagneettista spektriä. Esimerkkeinä tällaisista toimintaympäristöistä Sanastokeskus (2018) listaa tietojärjestelmiin perustuvat ohjausjärjestelmät ydinvoimaloissa, kuljetus ja logistiikkajärjestelmät elintarviketeollisuudessa ja pankkien maksujärjestelmät.

Sanastokeskuksen IEC Electropedia (IEC Electropedia 2017–10) kuvaa termin *cyberspace* (suomeksi verkkoavaruus, kyberavaruus) seuraavasti: ”Virtual space constituted by a computer network with a set of distributed applications and its users”. Sanastokeskus (2018) puolestaan määrittelee sen tietoverkkojen muodostamaksi ympäristöksi, joka hyödyntää sähköisiä aineistoja (Sanastokeskus, 2018). Lisähuomautuksena, että kyberavaruudessa ihmiset jakavat yhteisiä virtuaalisia tiloja ja *käyttäytyvät näissä ympäristöissä tuttavallisesti*. Verkkoavaruus ja kyberavaruus -käsitteet kuvataan multimediasanastossa *sähköisiksi aineistoiksi, jotka hyödyntävät tietoverkkojen muodostamaa ympäristöä* (TSK 28, 1999). Kyberavaruudessa tietotekniset

tarkoitukselliset tai spontaanit sekä digitoitu maailma, internet mukaan lukien, on verkotettu toisiinsa (Ma ja muut, 2015).

Ning ja muut (2017) kirjoittavat, että kyberisaatio johtaa kyberavaruuden sekä kybermahdollistettujen maailmojen yhdistymiseen. Kybermahdollistetut maailmat sisältävät lukemattomia näkyviä ja näkymättömiä tietokoneita sekä sulautettuja verkkoja. Kybermaailmassa entiteetit voivat luoda itsensä tietokoneista tai fyysiset entiteetit, ihmisistä, eläimistä, koneista tai muista asioista. Kun kaikki asiat ovat digitaalisessa muodossa, entiteettien lukumäärä tulee lisääntymään eksponentiaalisesti. (Ma ja muut, 2015.)

Hybermaailmaksi voidaan puolestaan kutsua sellaisia tiloja, joissa ubiikit ja langattomat päätelaitteet, sosiaalinen tiedonkäsittely sekä fyysiset, sosiaaliset että psyykkiset maailmat yhdistyvät ja sulautuvat toisiinsa erilaisilla yhdistelmillä (Zhou ja muut, 2018; Dhelim, Ning, Cui, Ma, Huang & Wang, 2019). Nämä tilat sisältävät myös sosiaalisia ja ajattelevia kokonaisuuksia. (Dhelim ja muut, 2019.) Ma (2018) kuvaa, että kybermaailma koostuu neljästä toiminta-alueesta: kyberfyysisestä, kyberavaruudessa toimivasta kybermentaalisesta, kyberyhdistetystä ja kybersosiaalisesta toiminta-alueesta.

2.3.3 Kyberfyysiset järjestelmät

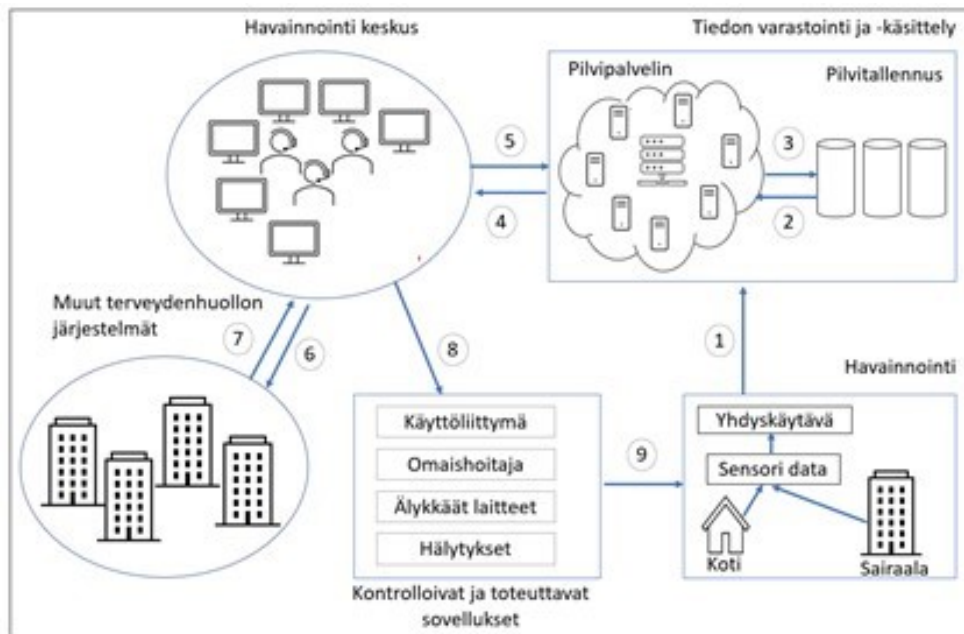
Kyberisaatiossa lukemattomat kyberentiteetit toimivat sekä kyberfyysisissä- kuin myös mielen kybermaailmoissa (Ma, 2015). Kyberfyysinen järjestelmä on yhdistelmä fyysisiä ja tietoteknisiä prosesseja ja vuorovaikuttamista (Rajkumar & Lee, 2010; Haque, Aziz & Rahman, 2014; Haque ja muut, 2014). Järjestelmä sisältää havainnoinnin, prosessoinnin ja verkottumisen teknologiat (Haque ja muut 2014, s. 1). Se yhdistää virtuaalisen maailman fyysiseen maailmaan integroimalla fyysiset laitteet kyberkomponentteihin muodostaen analyttisen järjestelmän, joka tottelee todellisen elämän vaihtuvia moninaisia vaatimuksia. (Haque ja muut, 2014.)

Kyberfyysinen järjestelmä voi sisältää monenlaisia laitteita, kuten älykästä teknologiaa, opastettua hoivaa, ympäristön havainnointia ja liikenteen ohjausta. (Rajkumar & Lee, 2010; Haque ja muut, 2014.) Haquen ja muiden (2014) mukaan terveydenhuollon ympäristössä sovellusalueet liittyvät elektroniseen terveyteen (engl. eHealth) ja niiden ominaisuuksia on yhteentoimivat algoritmit ja integroituneet lääkinnälliset laitteet. Kyberfyysinen järjestelmä tarjoaa monenlaisia sovellutuksia sairaaloihin, vanhusten - ja kotihoitoon. Sovellusalueet vaihtelevat implantoitavista älylaitteista, kehossa sijaitseviin tietoverkkoihin, ohjelmoitaviin materiaaleihin ja uusiin valmistuksen lähestymistapoihin. Serpanos (2018) jakaa terveydenhuollon kyberfyysiset sovellukset kahteen alueeseen a) avustavaan ja b) valvovaan. Avustavat sovellukset sisältävät terveyden itsenäisen seurannan ilman, että henkilön tarvitsee itse vaikuttaa seurantaan. Henkilölle voidaan antaa neuvoja etänä reaaliaikaisten fyysisten biosensoreiden avustuksella. (Serpanos, 2018.)

Kyberfyysisen järjestelmän suunnitteleminen terveydenhuollon ympäristöön on vaativaa siihen liittyvien erityisvaatimusten, kuten luotettavuuden, järjestelmän yhteentoimivuuden, laskennallisen älykkyyden, turvallisuuden ja tietosuojan sekä "tilannetietoisuus" -vaatimusten vuoksi (Haque ja muut, 2014, s. 1.). Lääkinnällisten laitteiden ohjelmistot ovat kiinteä osa laitteistoa, joka toimii ohjelmiston vuorovaikutuksesta. Kyberfyysinen järjestelmä toimii langattomassa sensoriverkostossa, joka mahdollistaa älykkyyden lisäämisen sosiaalisiin verkostoihin lääkinnällisten sensoreiden ja pilviteknologioiden avulla. Myös potilaiden vitaalitietojen kerääminen potilaan sijainnista huolimatta on mahdollista (Haque ja muut, 2014, s.1.)

Serpanos (2018) kirjoittaa, että perusterveydenhuolto on ensimmäisiä kyberfyysisiin järjestelmiin liittyviä toimintaympäristöjä, koska lääketieteelliset uudet innovaatiot tulevat tarjoamaan henkilökohtaista hoitoa potilaiden kotiin niin terveystieteissä kuin sairaaloissa sijaitsevien ja erityisten verkottuneiden lääkinnällisten terveyslaitteiden avustuksella. Etäkäytettäviä kyberfyysisiä -terveyssovelluksia voivat olla muun muassa

järjestelmät, jotka voivat seurata potilaiden terveydentilaa jatkuvasti ja jotka ”toimittavat lääkkeitä lennossa”. Tai ne voivat olla järjestelmiä, jotka mahdollistavat potilaiden valvonnan etänä tai liikuntarajoitteisten henkilöiden liikkumisen keinotekoisien raajojen avustuksella. (Serpanos, 2018, s. 70.)



Kuvio 2. Terveydenhuollon kyberfyysinen järjestelmä. (Mukaiillen Haque ja muut, 2014)

Haque ja muut (2014, s.5) esittävät esimerkin terveydenhuollon kyberfyysisestä järjestelmästä ja sen toiminnasta kuvion 2 mukaisesti. Järjestelmä kerää tietoa potilaista erilaisilla sensoreilla (ks. vaihe 1) ja lähettää datan pilvipalveluihin yhdyskäytävän kautta. Prosessoitu sensoridata lähetetään palvelimelle (ks. vaiheet 2 ja 3), joka tallentaa historiatiedot ja käsittelee mahdolliset tietokyselyt reaaliaikaisesti (ks. vaiheet 4 ja 5). Sairaalasta tai kodista tullut hälytys välitetään havainnointikeskukseen. Havainnointikeskuksen klinikoilla on pääsy pilvipalveluissa sijaitseviin potilastietoihin ja tarvittaessa he konsultoivat muita terveydenhuollon yksiköitä (ks. vaiheet 6 ja 7). Kliinikot ja asiantuntijat lähettävät päätökset toteuttaville sovelluksille ja tarvittavat lisämittaukset suoritetaan potilaille (ks. vaiheet 8 ja 9.).

Kyberfyysiset järjestelmät poikkeavat rakenteeltaan perinteisistä tietokone- tai tietojärjestelmistä (Serpanos, 2018). Järjestelmät sisältävät ison joukon heterogeenisiä teknologioita, kuten matemaattisesti simuloivia komponentteja ja toimilaitteita, jotka toimivat tietoverkoissa toistensa vuorovaikutuksessa. Kyberfyysisten järjestelmien uskotaan automatisoivan prosesseja ja korvaavan ihmistyövoimaa monissa organisaatioiden toimintaprosesseissa. Serpanos (2018) korostaa, että kyberfyysiset järjestelmät tulevat muuttamaan eri toimialojen ja sovellutusten teknisiä, laillisia ja sosiaalisia rakenteita ja aiheuttamaan yhteiskunnallisia haasteita ihmistyövoiman tarpeen vähentyessä palveluiden piiristä teknologisen kehittymisen myötä. (Serpanos, 2018, s. 71.)

Sepranos (2018, s. 71) huomauttaa, että kyberfyysisissä järjestelmissä erityisesti turvallisuuteen liittyvät haasteet tulee nostaa tietoteknisten ja viestinnällisten toimintojen yläpuolelle. Haasteina on tietoturvan lisäksi järjestelmän luotettava vuorovaikutus fyysisen maailman kanssa. Yksi esimerkki luotettavuudessa on tilanne, jossa kyberfyysinen järjestelmä alkaa ”käyttäytymään” odottamattomasti tai ”itsenäisesti”. Kyberfyysisen järjestelmän on toimittava aina luotettavasti ennakolta määritellyillä toimintatavoilla, jotta kaikki sen käyttöön liittyvät turvallisuuden edellytykset täyttyvät. (Serpanos, 2018, s. 72.) Myös Zhou ja muut (2020) tuovat esiin, että kybermaailmoiden suurin huolenaihe on niiden tietoturva, koska niiden fyysiset prosessit ovat virtuaalisten entiteettien hallinnassa. Toinen tärkeä turvallisuuteen liittyvä näkökohta liittyy käyttäjien yksityisyyteen. Sepranos (2018) viittaa kotona olevien laitteiden tietoturvahyökkäyksiin, jotka voivat johtaa arkaluontoisten henkilötietojen vuotamiseen. Kyberfyysisestä toiminnasta on odotettavissa nimettömänä tapahtuva pitkän aikavälin tiedon kerääminen. Tämä voi realisoitua esimerkiksi käyttäjien käyttäytymismallien paljastamisella, mahdollistaen henkilöiden tunnistamisen ja profiloinnin sovellusten ulkopuolella ja näin rikkoen henkilöiden yksityisyyden suojaa koskevia oikeuksia. (Serpanos, 2018.) Luotettavuus ja itsenäisyys ovat välttämättömiä etenkin sellaisissa kyberfyysisissä ympäristöissä, jotka vaativat jatkuvaa toimintaa, kuten esimerkiksi terveydenhuollossa, kriittisissä

infrastruktuureissa, teollisuudessa, itsenäisesti kulkevissa ajoneuvoissa ja vastaavissa. (s. 72.)

Kyberfyysiset järjestelmät vähentävät tarvetta käyttää ihmistyövoimaa, mutta ne luovat samalla uusia käyttötapoja sekä mahdollisuuksia ohjauspiirien hallintaan ja ylläpitoon. Kun työntekijöiden roolit muuttuvat, tarvitaan uusia käytänteitä kyberfyysisten toimintojen käyttöönottamiseksi. Tämä nostaa esiin eettisiä kysymyksiä: mitä, missä ja miten automaattiset prosessit korvaavat ihmistyövoimaa ja päätöksentekoa? Kysymyksiä nousee lisäksi inhimillisiin toimintoihin liittyviin asioihin kuin myös ihmisten tekniikan kautta hyödyntämiin terveydenseurannan ja hyvinvoinnin järjestelmiin, kotihoidon ympäristöihin ja laitteisiin, kuten esimerkiksi keinotekoisiiin kyberproteeseihin. (Serpanos, 2018, s. 73.)

Haquen ja muiden (2014) mukaan terveydenhuoltoalan kyberfyysisten järjestelmien arkkitehtuurisuunnittelussa tulee huomioida niiden tietoturvallisuus, tiedon ja tietomassojen tallentamiseen liittyvät asiat. Tietoa jatkuvasti keräävät sensorit ja järjestelmät edellyttävät merkittävää tallennuskapasiteettia, minkä vuoksi tietokantajärjestelmien tulee olla tehokkaita ja luotettavia. Kriittinen potilastieto tulee olla helposti ja nopeasti käytettävissä terveydenhoidon henkilökunnalle. Verkottoituneet sensorit itsessään harvemmin kykenevät suuren massatiedon tallentamiseen tai käsittelyyn, jolloin pilvipalvelut tarjoavat joitakin tiedontallennus resursseja näihin tarpeisiin. Pilvipalvelut ja sensoriverkko ”sensoripilvi” - yhdistelmä on kyberfyysisen järjestelmän selkäranka, jossa pilvi tarjoaa tallennuskapasiteetin ja sensorit tukevat fyysisiä toimintoja. (Haque ja muut, 2014.)

Serpanos (2018) viittaa artikkelissaan Japanissa vuonna 2016 käynnistyneeseen projektiin nimeltä ”Society 5.0” (Super smart society). Projektin tavoitteena on integroida kyberfyysiset järjestelmät esineiden internettiin, massadataan ja tekoälyyn kaikilla teollisuusaloilla ja osa-alueilla. Järjestelmien tarkoitus on auttaa yhteiskunnassa esiintyviä ongelmia. Hankkeen tärkeimmät toimialueet ovat kuljetus-, liikenne, infrastruktuurin ylläpitäminen, talous ja terveydenhuolto. (Serpanos, 2018.) Hankkeen

taustalla on Japanin visio teollisen evoluution seuraavasta askeleesta, jossa neljättä tiedonvallankumousta seuraa superälykäs yhteiskunta. (s.73.)

Dhelim ja muut (2020) kirjoittavat, että sosiaaliset tietokonejärjestelmät, kuten henkilökohtainen tiedonkäsittely ja sosiaalinen signaalinkäsittely edustavat uusia alueita, jotka keskittyvät käyttäjien sosiaalisen käyttäytymisen kohdennettujen sisältöpalveluiden tarjoamiseksi. Myös affektiivinen tietojenkäsittely ja aivojen toimintaan liittyvät tieteenalat kehittyvät ja tavoittelevat ihmisen ajatuksia ja tunteita kyberavaruudessa. Dhelim ja muut (2020).

Esineiden internetin, sosiaalisen tietojenkäsittelyn, affektiivisen laskennan, neurotieteiden ja kyberfyysisten järjestelmien yhdistelmä muodostaa kyberfyysisen-sosiaalisen-ajattelevan-hybermaailman (Dhelim ja muut, 2020). Hybermaailma muodostuu neljästä kybertilasta: kybermaailma, fyysinen maailma, sosiaalinen maailma ja ajatteleva maailma. (Huang ja muut, 2016, s. 3). Huang ja muut (2016) mukaan tulevaisuuden hyperesineiden internetin x-internet muodostuu esineistä, internetin palveluista, internetin ihmisistä ja erilaisista ajattelun tiloista.

Picardin (1997) mukaan affektiivinen laskenta täytyy hallita, mikäli halutaan rakentaa luonnollisesti ajattelevia älykkäitä koneita. Tekniikan termipankki määrittelee ”affektin” voimakkaaksi puhujan käyttämän kielen vaikutukseksi, joka ilmenee ruumiillisena tai tunteellisena (Sanastokeskus, 2018). Affektiivista laskentaa voidaan käyttää kun halutaan ymmärtää huomiota, muistia ja estetiikkaa. Sitä voidaan hyödyntää myös ”Minän” alueilla, kuten oppimisessa, ymmärtämisessä, tiedonhaussa, viestinnässä, viihteessä, suunnittelussa, terveydessä ja ihmisten vuorovaikutuksessa. Affektiivista laskentaa voidaan käyttää päälle puettavien laitteiden kanssa, kun halutaan kerätä fyysistä tai kognitiivista tietoa tai kun halutaan ymmärtää asioita, jotka vaikuttavat ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin. (Picard, 1997, s. 15.) Yksi esimerkki affektiivisen laskennan tutkimuksesta on MIT:in tutkimus, joka selvittää koneoppimista ja ihmisten tunteita mallintamalla, miten koneiden avulla voidaan ennakoida ja ehkäistä masennusta.

Tutkimuskohteena ovat erityisesti viestinnän, tunteiden ja motivaation käsittelyn ongelmaiset henkilöt. (MIT, 2020.)

Serpanos (2018) kirjoittaa, kyberfyysiset järjestelmät tulevat mullistamaan taloutta ja sosiaalisia prosesseja. Niiden tehokas kehittäminen, käyttöönotto ja omaksuminen edellyttävät muutoksia politiikassa, laissa, liiketaloudessa kuin myös yhteiskuntatieteiden että tekniikan alueilla (s. 73).

2.3.4 Esineiden internet

Esineiden internet yhdistää fyysiset esineet ja internetin itsenäisesti ilman erillistä tunnistautumista (Hu ja muut, 2019). Esineiden internet on yksi älykkäitä ja edistyneitä palveluita tarjoava kyberisaation ilmentymä. Se tarjoaa ihmisille mahdollisuuden hallita laitteita ja parantaa elämänlaatua monimutkaisella ja dynaamisella tavalla. (Hu ja muut, 2019.) Huang, Liu, Ma, Ning ja Yang (2016) kuvaavat esineiden internetin kehittymistä viidellä vaiheella. Tietokoneiden verkosto on tästä ensimmäinen vaihe. Toinen vaihe on tietokoneiden internet, joka luo kyberavaruuden. Kolmannessa, esineiden internetin esivaiheessa kyberfyysiset järjestelmät luovat kyberfyysisen maailman. Tämän jälkeen kehittyneessä esineiden internetissä kyberfyysiset ja sosiaaliset systeemit luovat kyberfyysis-sosiaalisen maailman. Lopuksi, viidennessä ja viimeisessä vaiheessa hyberesineiden internet muodostaa ajattelevan kyberfyysisen ja sosiaalisesti ajattelevan hybermaailman. (Huang ja muut, 2016.)

Esineiden internetistä on tullut merkittävä tietotekniikan paradigma, joka sisältää ubiikkeja laajasti levittäytyneitä älykkäitä palveluita. Esineiden internet helpottaa laitteiden ja heterogeenisten älykkäiden sovellusten massiivista ja dynaamista saumatonta integroitumista. (Dhelim ja muut, 2020.) Esineiden internetin myötä on syntynyt uusia internetin ilmentymiä. Yksi näistä on sosiaalinen esineiden internet (engl. *Social internet of things, SloT*). Sosiaalinen esineiden internet on syntynyt sosiaalisten tietojärjestelmien, kuten esimerkiksi verkostoitumisalustojen ja esineiden internetin

seurauksena. Vastaavasti ihmisten internet (engl. *Internet of People, IoP*) ja ajattelun internetti (engl. *Internet of thinking, IoTh*) ovat esineiden internetin ja ihmiskeskeisen sekä affektiivisen laskennan lähentymisen tulosta. Edellisten lisäksi, useat tietotekniikan paradigmat, kuten muun muassa reunalaskenta (engl. *Edge-computing*) ja liikenteen internetti (engl. *Internet of Vehicles, IoV*) tulevat yhdistymään esineiden internettiin (Dhelim ja muut, 2020). Reunalaskenta menetelmä tarjoaa esineiden internettiin kytkeytyneille pienille laitteille keskistetyistä paikallisista palvelin- ja pilvipalveluista riippumattonta nopeaa ja reaaliaikaista paikallista dataa prosessoitavaksi (Chabas, Chandra, Gupte & Mahdavian, 2018, s.3).

2.3.5 Digitaaliset kloonit, kyborgit

Kyborgi tarkoittaa ihmisen ja koneen hybridiä (Tegmark 2018 ; Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone, 2020). Tieteentermipankki (2020) määrittelee kyborgin ihmiseksi (tai eläimeksi), jonka elimistössä on elektroninen laite tai laitteen osa (engl. *cyborg*, kreik. *cybernetes*). Se on lyhenne sanasta ”kyberneettinen” ja ”organismi”. Mieliä on ladattu koneisiin ja ihmisiä yhdistetty teknologisesti biologisiin ruumiisiin tieteiskirjallisuudessa hyvin eri tavoin aina ihmisen tasoisesta älykkyydestä, yli-inhimilliseen ja mekaanisiin ratkaisuihin (Tegmark, 2018, s.53 ja s.172.) Tieteentermipankin (2020) mukaan kyborgitekniikasta muodostuu kyborgeja.

Teknisestä näkökulmasta klooni on asian tai ihmisen kopio, joka on rakenteeltaan ja toiminnoiltaan mahdollisimman samankaltainen alkuperäiseen verrattuna (Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone, 2020). Biologiassa monistetun kloonin geneettinen tieto vastaa täysin kantayksilöä (Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone, 2020). Edellisten lisäksi, puhetta, ihmisen olemusta, liikeratoja tai kasvojen ilmeitä voidaan myös kloonata. Näitä kutsutaan muun muassa myös 3D avatariksi, digitaalisiksi ihmisiksi tai virtuaalisiksi näyttelijöiksi. Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone (2020) määrittelee kloonin *jäljittelijäksi, jäljitelmäksi tai jäljennökseksi* .

Ma ja Huang (2015) toteavat, että kyber-cyber maailmat eivät tule yksinomaan sisältämään toisistaan erillisiä digitaalisia asioita/entiteettejä, vaan myös digitaalisia ihmisiä ”toisia miniä” eli uusia luomuksia jokaisesta meistä (Ma ja Huang, 2015.) Kehitys pohjautuu digitaaliseen murrokseen, jossa tieto, yhteydet, älykkyys ja palvelut siirtyvät kyberfyysisesti yhdistyneisiin todellisuuksiin. Tämä muutos voi muuttaa ihmisten elämänlaatua sekä auttaa elämään heitä paremmin (Ma & Huang, 2015.)

Ma ja Huang (2015) kirjoittavat vuonna 2009 aloitetusta Cyber-I, eli Kyber-Minä-tutkimuksesta. Cyber-I projektin tavoitteena oli luoda kyber-minän konsepti ja avoimen rajapinnan ohjelmistokehitysalusta. Kyber-minä ei ole yksistään digitoitu ihminen, ei avatar eikä humanoidi, vaan se pystyy olemaan todellinen-minä kybermaailmassa. Se on kykeneväinen ajatteluun, tunteisiin, persoonallisiin luonteenpiirteisiin ja ominaisuuksiin. (Ma & Huang, 2015.)

Kyber-minän muodostamisessa on kuitenkin vielä useita haasteita, jotka liittyvät henkilökohtaiseen dataan ja sen puutteeseen (Ma ja Huang, 2015). Mutta, koska tällä hetkellä ihmisistä kerätään dataa kaikkialla, matkapuhelimilla, sensoreilla, puettavilla älyvaatteilla ja niin edelleen, tiedon saatavuus edistää mallien muodostumista ja haasteiden ratkomista. Ma ja Huang (2015) esittävät, että seuraava kehitysvaihe on luoda kyber-minään liittyviä malleja ja saada ne lisääntymään. Tämä mahdollistuu tietojoukoista, jotka kerätään käyttäjien perustiedoista, eli profiileista kuin myös heidän mieltymyksistään. (Ma & Huang, 2015.)

Käytettävien tietokoneiden myynti ylitti 100 miljoonaa konetta vuonna 2014. Nämä koneet sisälsivät älykkäät pienlaitteet, kuten älykellot, älylasit ja aktiviteettimittarit (Aaltonen, 2019, s. 110.) Aaltosen mukaan jokainen nykyihminen on jo ”kyborgi”, koska ihmiset pitävät älypuhelimiaan lähellään jatkuvasti ja korkeintaan kahden metrin etäisyydessä. (Aaltonen, 2019, s. 110). Tegmark (2018) vertaa teknologian laajentumisen ja älylaitteiden käytön houkutusta ihmisissä lääkeainemolekyyleihin verenkierrrossa. Ihmiset ovat varsin houkuttuneina erilaisista syistä ja erilaisiin laitteisiin, kuten kuulolaitteisiin, tahdistimiin ja raajojenproteeseihin (s.174). Puhelimen avulla

voimme välittää ajatuksemme ja viestimme - minne tahansa ja kenelle tahansa. Aaltonen (2019) vertaa älypuhelinia myös ihmisen ulkoiseksi aivoiksi ja muistiksi. (Aaltonen, 2019, s. 110).

Hyötyniemi (2013) luokittelee kyberneettiset organismit ja kyborgit osaksi kyberneettistä kokonaisuutta, mutta muistuttaa, että kyberneettistä organismeista ollaan vielä kaukana. Neittaamäki (2013) esittää, että jopa sairaanhoitaja voisi olla kyberneetikon roolissa, koska hän voi saada omalla osaamisellaan potilaansa iloiseksi ja onnelliseksi. Pearl ja MacKenzie (2018, s. 350) ovat pohtineet: ”Olemmeko sittenkään lähestymässä aikaa, jolloin tietotekniset laitteet, tietokoneet ja robotit voivat keskustella kausaalisesti keskenään?”. Kyberneetikko Gregory Bateson (1904–1980) on sanonut: ”Olemme isojen asioiden kanssa tekemisissä, mutta asiat ovat osoittautuneet kovasti vaikeiksi, ja se miksi kybernetiikka on osoittautunut vaikeaksi, niin syyt ovat kyberneettisiä”.

2.3.6 Tekoäly

Tiedonkäsittelyssä ja -välittämisessä pyritään automaattiseen tietojenkäsittelyyn ja päätöksentekoon. Tietokoneiden suoriutumiskyky yhä vaativimmista tehtävistä ja perinteisten manuaalisten työtehtävien korvaamisesta jatkaa kasvuaan. Aaltonen (2019.) Tietotekniset laitteet oppivat puhumaan, pystyvät käsittelemään ja hahmottamaan isoja määriä tietoa. Aaltonen (2019). Mitä enemmän siirrytään reaaliaikaiseen etänä kerättävään potilastietoon erilaisissa sovelluksissa ja järjestelmissä, sitä laajemmin esimerkiksi etäterveydenhuolto pystyy käsittelemään massatietoa (Shah ja muut, 2016, s. 41).

Tekoäly -termin *artificial intelligence*, AI (keinotekoinen älykkyys = tekoäly) esitti ensimmäisen kerran JohnMcCarthy (1927–2011) vuonna 1956. AI tarkoittaa keinotekoisia älykkyyttä, jonka tietokone tuottaa ja se toimii luonnollisen älykkyuden (natural intelligence, IN) tai -oppimisen (organic learning, OL) lisäksi. Tekoäly sisältää

käyttöjärjestelmät, ohjelmistot, laitteistot ja se on yksi tietokoneen toimintojen jatke. (Siukonen & Neittaanmäki, 2019, s. 26–29.)

Tekoälyyn liitetään useita eri osa-alueita. Näitä ovat muun muassa data-analyysit, havainnointi, tilannetietoisuus, luonnollinen kieli ja kognitio, vuorovaikutus ihmisen kanssa, koneoppiminen, tekoälyn laskentaympäristöt, alustat, palvelut ja ekosysteemit, robotiikan, koneautomaation, etiikan, moraalin, regulaation ja lainsäädännön. (Neittaanmäki, Tuominen, Äyrämö, Vähäkainu & Siukonen, 2019, s. 13.) Zhou ja muut (2020) esittävät artikkelissaan, että koneoppimisen ja tekoälyn algoritmeihin kuin myös niiden sovellutuksiin keskittymisen sijasta, organisaatioiden tulisi keskittyä kehittämään näiden älykkäiden systeemien muodostamaan infrastruktuuria.

2.3.7 Cybermatics-tiede

Useat tutkimusartikkelit, kuten Zhou ja muut (2018, s. 350), Chen (2015), Huang ja muut (2016) viittavaat artikkeleissaan *Cybermatics* -tieteeseen kyberisaatiota ja erityisesti kyberfyysisesti ja sosiaalisesti ajattelevia -hypertiloja tutkivana ja määrittelevänä tieteenalana (Ning ja muut 2016). Englanninkielinen sanaliite *-matics* pohjautuu kreikankieliseen *matos* -sanaan, joka tarkoittaa ”olla suostuvainen tai olla halukas tekemään jotain” (Ma, 2015; Quora, 2013). *Mathematics* sanan *math*-etuliite tulee kreikankielisestä sanasta *mathema*, joka tarkoittaa ”oppia” ja *mathematics* tarkoittaa ”halukas oppimaan” (Quora, 2013). *Cybermatics* -sanalle ei löydy suomenkielessä määritelmää. Tutkimusraportissa käytetään termistä joko Cybermatics-ala tai vapaata ”suomennosta” kybermaatiotiede (vrt. esimerkiksi automatic).

Taustakirjallisuuden mukaan *Cybermatics*-tiede tutkii kybermaailmoissa olevia verkko yhteisöjä, niiden ominaisuuksia, toimintoja, käytänteitä ja konjugaatioita suhteessa tavallisiin maailmoihin. Se tarkastelee kyberisaatioon liittyviä teknologioita ja sovelluksia tulevaisuuden kybermahdollistavissa hypermaailmoissa (Chen, 2015; Zhou ja muut 2018). Kybermaatiotiede tutkii ”kaikkien internettiä”, jossa toimivat niin fyysiset

esineet, kyberpalvelut, ihmisten ajattelu ja ihmiset sosiaalisella käyttäytymisellään (Huang ja muut, 2016) ja ”esineiden hyper-internetiä”, jossa monelaiset lukuisat entiteetit ovat yhdistyneet toisiinsa (Ning ja muut, 2017).

Kybermaatiotieteisiin liittyvä tutkimus voi olla avuksi esimerkiksi tietojärjestelmälustoihin liittyen tai ratkoa kyberisaatioon liittyviä energian käytön haasteita (Huang ja muut, 2016). Kybermaatiotieteet keskittyvät energiatehokkuuteen liittyvässä tutkimuksessa energiankulutuksen pienentämiseen pienikulutuksisilla miniatyyri- ja virtualisointi teknologioilla (Ning ja muut, 2017, s.520).

Ma (2015) sekä Zhou ja muut (2018, s.350) viittaavat kybermaatiotieteiden tutkimuskentäksi kyberentiteetit ja niiden esiintymiseen kyberavaruudessa, joka sisältää fyysiset, sosiaaliset ja henkiset tilat. Kybertieteet keskittyvät perinteisiä tietojärjestelmä- ja tietojenkäsittelytieteitä laajemmin kyberentiteettien ja niiden rajapintoihin väliseen todellisuuteen, komponentteihin ja evoluutioon. Näistä tärkeimpinä tutkimusalueina kyberentiteettien esiintyminen kyberavaruudessa ja kyber-fyysis-sosiaalis-mentaalisiin konjugaatioihin liittyvät tutkimukset. Zhou ja muut (2018) toteavat, että kybertieteisiin liittyvät tutkimuskysymykset keskittyvät siihen, miten löytää yhteneväinen tapa tutkia monimuotoisia kyberentiteettejä, joissa esiintyy monia muotoja ja yhdistelmiä (s.350). Zhou ja muut (2018) kirjoittavat, että kybertieteiden konseptointi on tällä hetkellä ongelmallista kybertieteiden, kyberfyysisen tietojenkäsittelyn, kybersosiaalisten verkostojen ja kybermieleen liittyvissä toisista erillään olevista tutkimusalueista (s.351). Esineiden internet ja massadata -tutkimukset keskittyvät ilmentymien tutkimiseen kyberfyysisissä järjestelmissä (Zhou ja muut, 2018). Kyberfyysiset- ja sosiaaliset järjestelmät keskittyvät ihmiskeskeisiin kyberavaruuden paradigmoihin, tai kyberturvallisuuden liittyviin ongelmiin kriittisissä ympäristöissä tai kyberavaruudessa (Zhou ja muut, 2018). Zhou ja muiden (2018) mielestä, tutkimusalueiden tulisi keskittyä kokonaisuutena näiden yhdistelmiin.

Ning ja muut (2017, s.511) esittävät artikkelissaan, että jotta kyberfyysiset järjestelmät saadaan ihmiskeskeisiksi ja ajattelemaan kuten ihmiset, tutkimuksen tulee keskittyä

”tieto-informaatio-tietämys-ajatteluun” tukeutuvaan ”kyber-fyysinen-sosiaalinen-ajattelun” - viitekehykseen. ”Kyber-fyysiseen-sosiaaliseen-ajatteluun pohjautuvien tietomallien tulisi Ningin ja muiden (2015) mukaan vastata ihmisen ajattelumalleja, viisautta ja kokonaisvaltaista ajattelun käsittelyä, jotta ne voivat saavuttaa ihmisten ajattelua vastaavan ja sitä tukevan älykkyyden (s. 511). Zhoun ja muiden (2018) mukaan mikä tahansa konventionaalisen maailman fyysinen, sosiaalinen tai mentaalinen maailma voidaan muuttaa kyber-olomuotoon, eli ”kyberisoida” tai ”kybersoida”. Ning ja muut (2017) ehdottavat kyberisaatiota tutkivien kybertieteiden tutkimusalueiksi kyberfyysisiä, kybersosiaalisia ja kybermentaalisia -maailmoja sekä näiden yhdistelmiä. Heidän mukaan kybertieteillä olisi jo nyt mahdollisuus keskittyä kyberisaation nykysovellutusten tutkimiseen (Ning ja muut, 2017).

Ma ja muut (2016) listaavat kymmenittäin esimerkkejä mahdollisista kyberilmiöistä, joita kybermaatio-tieteenala voisi tutkia. Perustutkimus voi sisältää muun muassa kyberavaruuden muodostumista, evoluutiota, kyber-maailmojen mallinnusta, kyber mahdollistettujen hyperliitännäisiä, verkko- ja internet tieteitä, kyberfyysisiä ja -sosiaalisia tieteitä, kyberbiologiaa, -ekologiaa, -dynamiikkaa tai kyberturvallisuutta. Kyberfyysinen tutkimusalue voi Man ja muiden (2016) mukaan tutkia esimerkiksi kyberfyysisiä järjestelmiä tai ympäristöjä, älykkäitä kuljetusjärjestelmiä, verkkoituneita robotteja, virtuaali- tai keinotodellisuutta, kannettavia tai päällepuettavia laitteita, kyborgeja, esineiden internettiä, älykkäitä laitteita, sensoreita tai älykästä terveydenhuoltoa tai maailmoja (Ma ja muut, 2016).

Kybersosiaalinen kategoria voisi edelleen sisältää esimerkiksi kybersosiaaliset verkostot, kybersosiologian tai -kulttuurit, kyber-sosiaalisen evoluution, kyber-sosiaalisen havainnoinnin tai -käyttäytymisen, kyber joukkoistamisen, kyber-luottamuksen tai yksityisyydensuojan, kyber-oikeudet tai -etiikan, kyber-lait, kybertelepatian tai ennakoivan tietojenkäsittelyn -tutkimusalueet. (Ma ja muut, 2016).

Kybermentaalinen kategoria voisi sisältää kyber-aivot, kyber-yksilöt, kyber-elämän, kyberdigitaaliset kloonit, kyber-ihmisten evoluution, kyberpsykologian, kyber-kognition,

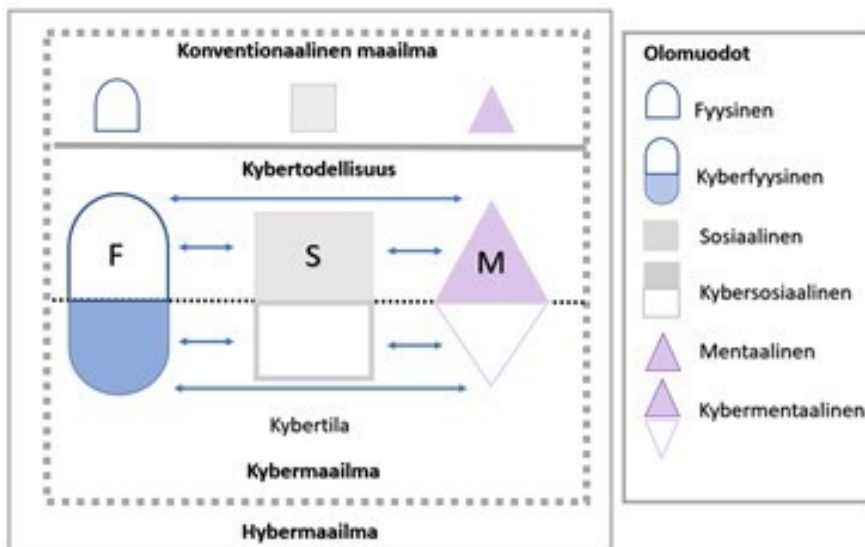
kyber-havaitsemisen, kyber-ihmisten analytiikan, kyberpohjaisen oppimisen, kyber-ajattelun, kyber-luomisen, affektiivisen tietojenkäsittelyn, tunteiden ja mentaalisen tietojenkäsittelyn sekä sentimentaalisen analyysin tutkimusalueet. (Ma ja muut, 2016).

Zhou ja muut (2018) kirjoittavat, että Kyber-aika edellyttää uuden sukupolven tietoturvamenetelmiä, jotka keskittyvät järjestelmälliseen tietojoukkojen mallintamiseen, heterogeeniseen tiedon hallintaan ja käytännön analytiikkaan vaihtuvien sovellusten sekä kyberjärjestelmien välillä. Kybertieteiden alaan liittyvät tutkimustehtävät tulevat Zhoun ja muiden (2018) mukaan edistämään uusien ideoiden ja innovaatioiden syntyä. Uudenlaiset tutkimusten lähestymistavat luovat uusia tutkimuslinjoja. Laskentatekniikan ja kybersovellusten kehittyminen edistävät uusien älykkäiden järjestelmien ja niihin liittyvien, tai niissä toimivien uusien palveluiden muodostumista. Zhou ja muut (2018.) Zhoun ja muiden (2018) mielestä, kyberisaation ymmärtäminen edellyttää systemaattista tietämyksen lisäämistä ja tutkimusten laajentamista. Kyber-esineiden ja kyberneettisten toimintojen laajeneminen tavanomaisiin asioihin, ihmisten kehoihin sekä aivoihin on vasta muotoutumassa, mutta samalla myös progressiivisesti viemässä kehitystä kohti uusia hybermaailmoja (Zhou ja muut, 2018). Ma ja muut (2015) kuitenkin huomauttavat, että rajanveto eri tieteiden osalta on hankalaa, ja näin ollen kybermaatitiede on läheisesti tekemisissä ja asettuu tietojenkäsittely- ja tietojärjestelmätieteiden välimaastoon (s. 8).

2.4 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Kirjallisuuskatsauksessa nousee esiin monia uusia kyberisaatioon liittyviä käsitteitä ja osa-ilmioita. Ma (2015), Zhou ja muut (2018), Ning (2017) sekä O'Connor (2012) puhuvat kyberentiteeteistä, kyberfyysisistä, -sosiaalisista ja -mentaalista kybermaailmoista ja näiden yhdistelmästä. Ning ja muut (2017) laajentavat käsittelyä kyberavaruuden ja kybermahdollistettuihin maailmoihin.

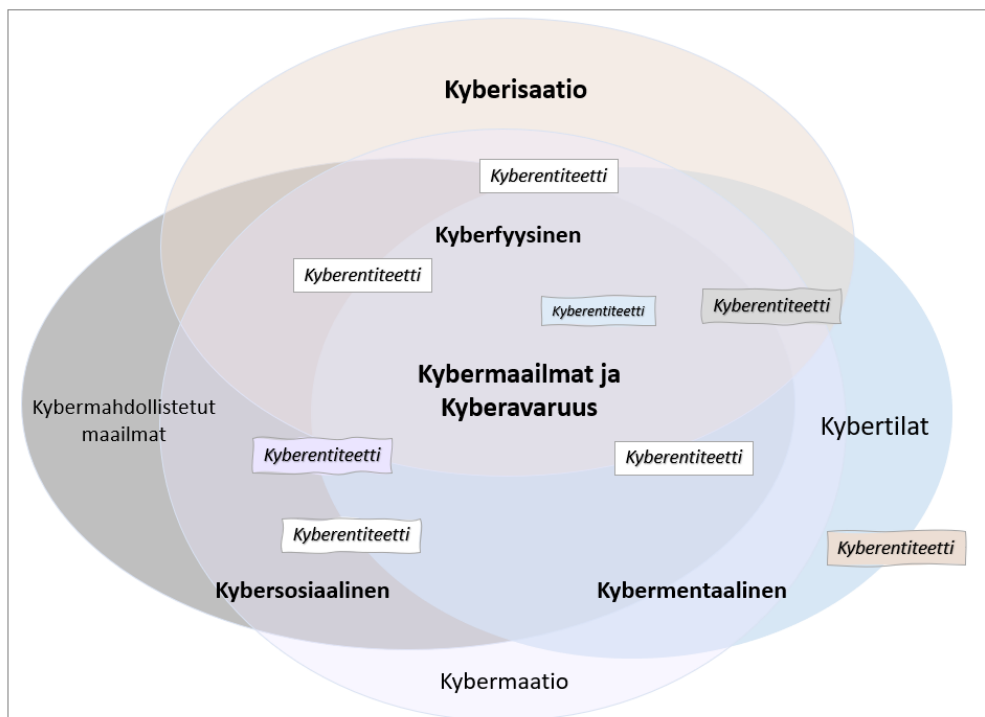
Cybermatics-tiede tutkii edellämainittuja alueita ja ”kaikkien hyper internettiä” ja pyrkii ratkaisemaan kyberisaation myötä tuleviaa energiankäytön haasteita. Kyberavaruus esitetään uutena trendinä, jossa kyberentiteetit ja kyberfyysiset järjestelmät ”kyberistetään” (Ning ja muut, 2017). Kyberavaruudessa tietotekniset tarkoitukselliset tai spontaanit maailmat ja digitoitu maailma, joka sisältää internetin tietokoneet, ovat verkotettu yhteen (Ma ja muut, 2015). Kybermaailma sisältää sekä kybertodellisuuden ja erilaiset kybertilat. Kybertodellisuudessa ilmentyy fyysiset, sosiaaliset ja mentaaliset olomuodot ja tilat. Nämä kyberyhdistetyt maailmat muodostavat yhdessä hypermaailman kokonaisuuden kuviossa 3 esitetyn mukaisesti.



Kuvio 3. Kyberisaation kyberyhdistetyt maailmat.

Huang ja muut (2016) perustelevat kybermatiikka -tieteiden tarpeellisuutta erilaisten kyberilmentymien esiintymisellä ja niihin liittyvillä erityisvaatimuksilla, jotta niiden muodostamia monimutkaisia kokonaisuuksia voitaisiin ymmärtää paremmin ja hallita. Zhou ja muut (2018) näkevät tarkoituksenmukaisena, että kybertieteiden tutkimusalueet keskittyisivät pelkästään erilaisten kyber-ilmentymien yhdistelmiin. Ning ja muut (2017) kirjoittavat, että ajattelun ymmärtäminen kyberfyysisissä järjestelmissä on olennaisessa osassa, jotta järjestelmät voisivat joskus toimia ihmismäisesti.

Kyberisaatio yhdistää reaali maailman entiteetit, kyberentiteetit, ”kybermaailmat” ja erilaiset kybertilat toisiinsa. Kyberavaruuden komponentteina toimivat lukemattomat kyberentiteetit. Kyberentiteetit ovat RFID-tarroja, elektronisia laitteita, päätelaitteita, verkkosivustoja, alustoja, abstrakteja tietämuskantoja, päätelaitteita, Watson-tietokoneita, ohjelmistoja, digitaalisia kasveja tai eläimiä jne. Kyberentiteetti on yhdistetty tai sitä ei ole yhdistetty fyysiseen maailmaan (Ma ja muut, 2015, s. 4.) Kirjallisuuskatsauksen pohjalta voidaan yhteenvetona todeta, että kyberisaatio muodostuu kyberentiteettien muodostamasta ja kyberavaruudessa toimivista kyberfyysisistä, -mentaalista, -sosiaalisista ja muista kybermahdollistetuista yhdistetyistä maailmoista sekä tiloista (ks. kuvio 4). Konventionaalinen maailma sisältää ihmisen kokeman fyysisen, sosiaalisen ja mielenmaailmat (Ma ja muut (2018). Kyberyhdistetyssä maailmassa edellisiä kaikkia yhdistää kybermaailma. Kybermahdollistettu maailma sisältää aikaisemmin useasti mainitun kybermaailman eri olomuotoineen ja yhdistelmineen.



Kuvio 4. Kyberisaatio taustakirjallisuudessa.

3 Tutkimusmenetelmä ja aineisto

Tutkimus toteutettiin laadullisella tutkimusmenetelmällä. Tutkielmassa on käytetty myös hieman määrällistä ja tulevaisuudentutkimuksen menetelmiä, joten sitä voidaan kutsua myös monimenetelmätutkimukseksi. Tutkimusstrategiana oli empiirinen tutkimus. Tutkimustietoa voidaan luoda joko empiirian tai teoreettisen ajattelun avulla (Kamaja, 2014, s.200). Empiria valikoitui tiedonkeruu menetelmäksi, jotta saadaan lisää tietoa siitä, miten tutkittava ilmiö voi toteutua hoiva- ja terveydenhuollon toimintaympäristössä.

Empirian tarkoituksena on antaa vastauksia tutkimuskysymykseen, jotka ovat kiinnostavia teoreettisesti ja joita voidaan käyttää käytäntöön välillisesti (Puusa & Juuti, 2020, s. 92). Empirian, eli todellisen reaalimaailman avulla voidaan todistaa kokemuksiin ja todellisuuteen pohjautuvia asioita (Puusa & Juuti 2020, s. 88; Rubin 2010). Mutta Kamaja (2014) kirjoittaa, että ”empiirinen tutkimus on aina sidottu teoriaan, koska modernin tieto-opin, eli epistemologian perusteella, empiirisen tiedon käyttöönotto toteutuu teorian avulla” (s.200).

Anttilan (2019) mukaan, valittu tutkimusmenetelmä ohjaa aineiston käsittelyä, analysointia ja päätelmiä. Tutkimusaineiston hankinnassa käytettiin laadullisen tutkimuksen perustyökäluä eli haastatteluita. Aineiston analyysi toteutettiin sisältöanalyysiä käyttäen. Seuraavissa luvuissa kuvataan tarkemmin valittuja tutkimusmenetelmiä ja aineistoa.

3.1 Laadullinen tutkimus

Ilmiön merkitystä ja vuorovaikutussuhteita voidaan tutkia ja koota monenlaisista aineistoista erilaisia menetelmiä hyödyntäen (Jyväskylän yliopisto, 2015). Laadullisessa, eli kvalitatiivisessa tutkimuksessa keskitytään ymmärtämään tutkimuskohteen sisältöä laaja-alaisesti. Laadullinen tutkimus keskittyy laatuun, ominaisuuksiin ja merkityksiin.

(Jyväskylän yliopisto, 2015.) Menetelmien valintoja tehtäessä joudutaan käyttämään kriteereinä muun muassa tehokkuutta, tarkkuutta ja luotettavuutta (Hirsjärvi & Hurme 2000, s. 34). Laadullisessa tutkimuksessa aineiston analyysi liittyy tiiviisti aineiston hankintaan. Analyysi vaihe alkaa jo itse hankintavaiheessa, joten tutkijan esitiedot aiheesta vaikuttavat kysymysten asettelusta aina tutkimuksen analyysiin. Aineiston analyysin tarkoitus on ymmärtää tutkittavaa ilmiötä ja kuvailla sitä siten, että myös lukija pääsee tutkijan tutkimaan maailmaan sisään. Tämä on edellytyksenä tutkimuksen luotettavuuden arvioimiselle. (Puusa & Juuti, 2020, s. 143.)

3.2 Tulevaisuuden muutostekijöiden ennakointimenetelmiä

Tutkimuksen kohteena olevan ilmiön realisaatiot tapahtuvat taustakirjallisuuden mukaan tulevaisuudessa. Mannermaa (1999) kirjoittaa, että tulevaisuus luodaan yksittäisten ihmisten ja organisaatioiden tekojen toimesta (s. 22). Tulevaisuudentutkimus eli futurologia rakentaa ennusteita ja erilaisia vaihtoehtoisia visioita tulevaisuuden varalle (Anttila, 2019). Mannermaa (1999) luokittelee tulevaisuudentutkimuksen tieteelliseksi tutkimusalaksi ja käsitteellisesti laajemmin, ei vain yksinomaan tieteenaloihin sisältyvänä ennustamispyrkimyksenä. Hänen mukaan sen metodologien erityisalue on muiden tieteenalojen tuottamien syöttötietojen, kuten esimerkiksi asiantuntija-arvioiden hyödyntämistä tulevaisuuden tulevaisuuskuvin. (s. 22.)

Tulevaisuudentutkimus pyrkii syntetisoimaan edustamaansa empiirisen tutkimuskohteen tietoa parhaimmalla mahdollisella tavalla (Mannermaa, 1992, s. 252). Mannermaan (1992) mukaan tulevaisuudentutkimuksen tärkein motivaatio onkin tulevaisuuden tekemistä ja vaikuttamista päätöksentekoon. Se toimii myös apuvälineenä yhteiskunnalliselle keskustelulle, (Kuusi, Bergman ja Salminen, 2013) kuin myös inhimilliselle toiminnalle (Mannermaa, 1999, s. 22). Mannermaa (1993) esittää, että koska murros on luonteeltaan ennakoimaton, tulevaisuudentutkimuksen täytyy tyytyä

etsimään erilaisia murroksen merkkejä ja yrittää löytää murroksesta mahdollisia tulevaisuuden uusia kehityskulkuja (s. 12).

Pohtimalla mahdollisia "ei toivottuja" tulevaisuuskuvia, voidaan vaikuttaa toivottujen tulevaisuuskuvien toteutumiseen. Ihmisen velvollisuus on ennakoida erilaisia tulevaisuuskuvia ja pyrkiä vaikuttamaan niihin. Teknologian tehtävä on näkyä kokonaisuutena, joka johtaa vuorovaikutukseen. (Mannermaa, 1999, s. 23.)

Yksi tulevaisuustutkimuksen haastavin tehtävä on ilmiöiden tunnistaminen *heikoiksi signaaleiksi* ja signaalien jäljittäminen. Heikoissa signaaleissa tulisi ymmärtää muun muassa muutos, muutosherkkyys, valmius muutokseen sekä tieteellinen uteliaisuus. (Rubin, 2010.) Dufva (2018) määrittelee heikoille signaaleille seuraavat ominaisuudet; uutuus, yllättävyys, haastavuus, merkityksellisyys ja viive. Mannermaan (1999, s.87) mukaan heikoilla oudoilla signaaleilla ei ole menneisyyttä tai trendiä, mistä syystä niitä on vaikea mallintaa eikä niitä myöskään Rubinin (2020) mukaan voi tilastoilla tai historian tapahtumilla selittää, mutta ilmiö voi todennäköisesti vakiintua ja toteutua (Mannermaa, 1999, s. 91). Ne voivat myös myöhemmin muodostua erittäin tärkeiksi ilmiöiksi (Mannermaa, 1999). Heikkoja signaaleja ei voi määritellä myöskään kokemuseräisesti, jotta ennustaminen olisi helpompaa, koska ne tulevat "olemassa olevien järjestelmien ja ihmisen viisauksien ulkopuolelta" (Mannermaa, 1999). Signaalit voivat olla nousussa tai laskussa riippuen siitä, liittyvätkö ne uusiin vaiko vanhoihin trendeihin (s.88).

Villit kortit ovat äkillisesti, isosti ja yllättävästi ilmaantuneita muutostekijöitä, jotka muuttavat kehityskulkua epävarmaksi tai uuteen suuntaan (Rubin, 2010). Niitä on lähes mahdotonta ennakoida koska ne ovat ainutkertaisia, mutta tapahtuessaan ne muuttavat yllättävällä tavalla kehityksen suuntaa ja vaikuttavat tulevaisuuden kehitykseen (Mannermaa, 1999; Rubin, 2010). Niiden tapahtumia ei voi ennakoida aikasarjoihin, trendeihin tai historiaan tukeutuen (Mannermaa, 1999; Rubin, 2010). Ne voivat olla yllättäviä tai sellaisia, joiden tapahtumista voidaan odottaa, mutta siitä ei haluta ääneen puhuta. Rubin (2010) listaa yllättäviksi villoiksi korteiksi esimerkeiksi tsunamit, maanjäristykset ja äkilliset geenimuutokset.

Niin kutsutut villit kortit ja myös *mustat joutsenet* poikkeavat heikoista signaaleista siinä, että ne liittyvät äkilliseen tapahtumaan tai ilmiöön, joista on saattanut tulla heikkoja signaaleja (Dufva, 2018). Eduskunnan (2013) tulevaisuusvaliokunnan kirjoituskilpailussa, ”Mikä muuttaa maailmaa” mustiksi joutseniksi listattiin: ”Internetin äkillinen ja totaalinen romahdus, pitkä ja kattava sähkökatkos, kyky ladata tietoa suoraan aivoihin, todellisuutta täydellisen uskottavasti mallintavien 3D-virtuaalitekniologioiden kehittäminen, jokin uusi pandemia”.

Megatrendi tarkoittaa sellaista suurta ilmiö kokonaisuutta tai kehityksen aaltoa, jolla on tietty tai vaihtoehtoinen suunta, tai jonka oletetaan jatkuvan samanlaisena tulevaisuudessa (Rubin, 2020a). Megatrendin muodostavista osailmiöistä tulee muodostua koherentti, miellyttävä ja jäsenneily kokonaisuus, joka selittää mitä on todellisuudessa tapahtumassa (Mannermaa, 1999.) Mannermaa (1999) sanoo, että tulevaisuutta tutkittaessa megatrendeillä on tärkeä rooli, jotta ilmiöiden jatkumoa voidaan selittää, eikä tukeutua yksinomaan vaihtoehtoihin tulevaisuuskuviin. Megatrendejä voidaan hyödyntää organisaation skenaariotyöskentelyssä tai tulevaisuusarvioinneissa. (s. 85–86.) Tulevaisuustutkimusten taustalta löytyy yleensä perusolettamukset, että tulevaisuusvaihtoehtoja on useita. Tulevaisuutta on mahdollista arvioida rationaalisesti erilaisin kehityskuluin sekä olettamuksin ja eri aikajäniteillä. Ihmisen osuudella ja vaikutuksella tulevaisuuden arvioinneissa ja toteutumisessa on tästä syystä keskeinen tehtävä. (s. 22.)

3.3 Aineiston hankinta, kuvaus ja käsittely

Aineisto hankittiin teemahaastattelu metodilla. Teemahaastattelun tutkimuskysymykset muodostettiin taustakirjallisuudesta ja tutkimustehtävästä johdateltujen kysymysteemojen mukaan. Haastatteluun valikoitui seitsemän HUSin erikoissairaanhoidon ammattilaista, joiden osalta haastattelu toteutui viidelle asiantuntijalle. Litteroitu haastatteluaineisto käsiteltiin teoriaohjaavalla sisällönanalyysi menetelmällä.

3.3.1 Haastatellut henkilöt

Aaltolan ja Vallin (2015, s. 41) mukaan haastatteluiden määrä vaihtelee tutkimusaiheen, tutkimuksen laajuuden ja valitun analyysimenetelmän mukaan, eikä tiettyä ohjeellista määrää voida antaa. Juuti ja Puusa (2020, s. 85) korostavat, että laadullisen tutkimuksen tieteellisyyden kriteerit eivät pohjautu määrään vaan laatuun ja siihen, että tutkija kykenee tekemään käsitteellisiä yleistyksiä valituista tapauksista. Laadullisessa tutkimuksessa voidaan käyttää pientä määrää henkilöitä harkinnanvaraisesti tarkoituksenmukaisuusperustelulla (Juusa & Puuti, 2020, s.84). Edellinen perustelu tarkoittaa, että valitut henkilöt tietävät tutkimuksen kohteena olevasta aiheesta mahdollisimman paljon, heillä on kokemusta aiheesta ja he edustavat tiettyä relevanttia ryhmää (Juusa & Puuti, 2020, s.84). Haastatteluun kutsuttu ryhmä muodostui HUSin johtavissa terveyden- ja hyvinvointiteknologian kehitystehtävissä työskentelevistä henkilöistä, joilla on pitkä ja laaja-alainen työkokemus omilta erikoisalueiltansa. Aineisto, nimet ja vastaukset koodattiin haastattelujärjestyksessä koodeilla V1–V5. Taulukossa 1 on esitetty haastatteluun osallistuneiden henkilöiden tulosalue ja erikoisosaamisen alue (ks. taulukko 1).

Taulukko 1. Haastatellut henkilöt.

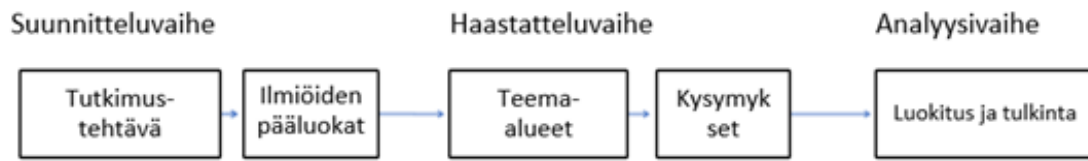
Organisaatio / erikoisosaaminen
HUS Tietohallinto / Informaatio ja viestintäteknikka, tekoäly- ja massadata ratkaisut
HUS-Kuntayhtymän hallinto / Lastentaudit, digitalisaatio
HYKS Neurokeskus / Neurokirurgia, sisätaudit
HUS Tietohallinto / Biolääketieteet, strateginen johtaminen, tietojärjestelmätieteet
HUS Tietohallinto / Lääkintäteknikka, kliininen neuropsykologia ja kognitiiviset neurotieteet, tekoäly- ja massadata ratkaisut

HUS on Suomen suurin terveydenhuoltoalan toimija ja sairaanhoitopiiri. HUSissa työskentelee 27 000 ammattilaista. HUSissa hoidetaan vuosittain lähes 700 000 potilasta. HUS muodostuu viidestä sairaanhoitoalueesta ja seitsemästä tulosalueesta. Tulosalueet muodostuvat apteekkitoiminnoista, diagnostiikasta, laitoshuollosta, logistiikasta, tila- ja

tietohallinnosta sekä perusterveydenhuollon yksiköstä. Erikoisalajat sisältävät akuutin, lasten- ja nuorten sairaudet, leikkaussalitoiminnot, tukielin- ja plastiikkakirurgian, teho- ja kivunhoidon, naistentaudit ja synnytykset, psykiatrian, sisätaudit ja kuntoutuksen, pää- ja kaula-, neuro-, sydän- ja keuhko-, syöpä- ja tulehdus- sekä vatsakeskukset. (HUS, 2020.) HUS kehittää aktiivisesti terveydenhuollon järjestelmiä ja kliinisen tiedon sähköistä keräämistä. Valintoihin vaikutti myös osaltaan se, että tutkielman tekijä työskentelee organisaatiossa ja tutkimusaiheelle myönnettiin HUSin tutkimuslupa. Huomautettakoon kuitenkin, että tutkielma ei ole kohdeorganisaation tilaama. Empiirisessä aineistossa esitetyt tulokset ja aineistonäytteet muodostuvat haastateltavien ammatillisista näkökulmista, josta syystä teemahaastattelun tutkimustuloksia ei voi yleistää käsittämään kaikkia toimialoja ja erikoisaloja.

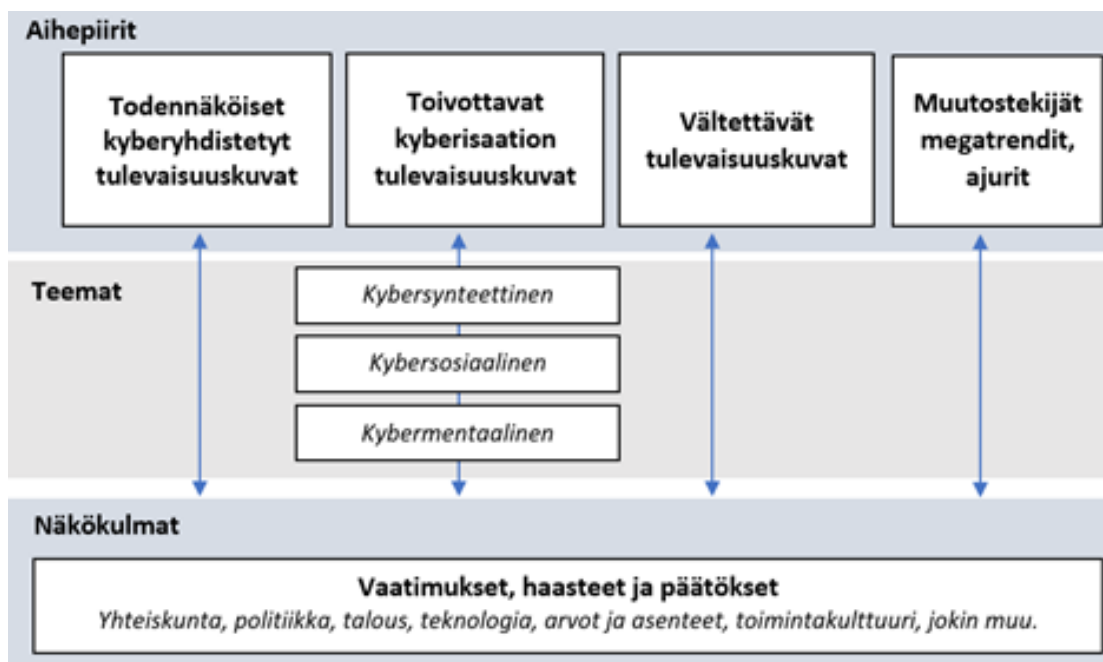
3.3.2 Teemahaastattelu haastattelumetodina

Teemahaastattelu on laadullinen vapaamuotoinen interaktiivinen haastattelumetodi. Teemahaastattelussa haastattelija tulkitsee haastateltavan subjektiivisia näkemyksiä oman merkityksensä ja teoreettisen viitekehyksen kautta ymmärtääkseen tutkimuksen kohteena olevaa ilmiötä uskottavien päätelmien muodostamiseksi (Pusa & Juuti, 2020, s. 103 ja 112.) Haastattelu liittyy myös keskeisesti tietoisuuteen ja ajattelemisen sisältöihin. Teemahaastattelu valittiin tutkielman haastattelumetodiksi koska se mahdollistaa vapaan keskustelun aihepiiristä, tarkentavien lisäkysymysten esittämisen ja se sopii erityisen hyvin abstraktien ilmiöiden tarkastelemiseen, kuten Pusa ja Juuti menetelmän etuja kuvaavat (Pusa & Juuti, 2020.) Hirsjärvi ja Hurme (2000, s. 184) suosittelevat, että haastatteluiden laadukkuutta voidaan toteuttaa muun muassa valmistelulla. Kun ymmärrys tutkimustehtävän luonteesta ja ilmiöön liittyvistä pääluokista oli selvillä, teemahaastatteluihin valmistauduttiin suunnitteleamalla haastattelurunko apu- ja lisäkysymyksineen Hirsjärven ja Hurmeen (2000) esittämien vaiheiden mukaisesti (ks. kuvio 5 ja liite 2).



Kuvio 5. Teemahaastattelun suunnittelu- ja toteutusvaiheet. (Mukaiillen Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 67.)

Hirsjärvi ja Hurme (2000) ohjeistavat valmistelemaan haastattelut teemojen kautta, jotka pohjautuvat teoriaan (s.66). Aaltola ja Valli puolestaan (2015) kirjoittavat, että teemakysymykset tulee sitoa tutkimusongelmaan, johon haetaan vastausta. Tämä oikeuttaa esittämään erilaiset kysymykset (s.35). Haastattelurungon kolme kyberteemaa, eli kybersynteettinen, kybersosiaalinen ja kybermentaalin johdateltiin taustakirjallisuudesta (ks. kuvio 6). Haastattelurungon tulevaisuuskuviin, muutostekijöihin ja vaatimuksiin liittyvät teemakysymykset puolestaan sidottiin tutkimustehtävään ja -kysymyksiin.



Kuvio 6. Teemahaastattelun runko.

Puusa ja Juuti (2020) sekä Hirsjärvi ja Hurme (2000) korostavat, että teemoittelu on yksi tärkeimmistä tutkielman teon prosessin vaiheista. Valmis haastattelurunko jäsentää

haastattelun etenemistä ja onnistuessaan tarjoaa tutkimuskohteena olevaan tehtävään merkityksellistä aineistoa. (Puusa & Juuti, 2020, s. 113.) Teema-alueet mahdollistavat keskusteluiden jatkamisen ja syventämisen niin syvälle kuin tilanne edellyttää ja mahdollistaa (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 67). Teemahaastattelun huolellinen ennakkosuunnittelu mahdollisti haastattelutilaisuuksien rakenteellisen etenemisen, tarjoten kuitenkin vapauden vapaaseen ja avoimeen vuoropuheluun haastattelutilanteissa.

Aaltonen ja Valli (2015) kirjoittavat, että haastattelukysymykset voidaan jakaa sisällön mukaan tosiasia- ja mielipidekysymyksiin. Mielipidekysymyksiin luetaan asennekysymykset (Aaltonen ja Valli, 2015). Koska kyseessä oli asiantuntijahaastattelu, johon haastateltavat oli valittu suunnitelmallisesti, haastateltavien mielipiteillä on erityinen painoarvo. Näkökulmista oli tarkoitus löytää erityisesti arvostustyyppisiä seikkoja ja vahvoja näkökulmia. Vastauksissa nousee esiin myös tosiasiakysymyksiä, jotka pohjautuivat haastateltavan tietoihin tai tiedostukseen kyseessä olevaan asiaan. Vastausten sisällön vaihtelu ja luonne huomioitiin analyysivaiheessa ja tulosten esittämisessä siten, että arvostustyyppiset seikat ja erityisen vahvat näkökulmat kerrottiin tulevaisuuskuvien tulosten kuvailussa toteutuneiden lausumien luonteen mukaisesti.

3.3.3 Aineiston hankinta

Haastattelut käynnistyivät COVID-19-pandemian rantautuessa Suomeen. Haastateltavia ensimmäisen kerran kontaktoitaessa selvisi, että *kyberisaatio* tutkimusaiheen sisältö oli kaikille tuntematon. Edellisestä syystä johtuen, kysymysten ennakkoon julkaiseminen ja asian taustoittaminen haastateltaville nähtiin tarpeelliseksi. Varsinaiseen haastattelukutsuun liitettiin lyhyt taustoitus kyberisaatiosta (ks. liite 1). Haastattelukutsut lähetettiin sähköpostilla noin yhtä viikkoa ennen haastattelutilaisuuksia.

Haastattelut toteutettiin perinteisen käyntihaastattelun sijasta Microsoft Teams viestintäalustan videohaastatteluiden avustuksella. Kuhunkin haastatteluun oli varattu yksi tunti. Haastateltavat osallistuivat haastatteluihin, joko kotitoimistoltaan tai omilta työpisteiltänsä. Varsinaisessa haastattelutilanteessa ei käytetty videokuvaa esittelypuheiden jälkeen, minkä vuoksi käytettyä menetelmää voidaan rinnastaa perinteiseen puhelinhaastatteluun. Aaltolan ja Vallin (2015) mukaan haastattelupaikalla ja -tilanteella on merkitystä haastattelun onnistumiselle (s.30).

Haastattelutilaisuuden alussa kaikille haastateltaville näytettiin saatekirjeen liitteen 1 tekoälykello kuviota (ks. liite 2), joka esittää yleiseen teknologiseen kehittymiseen liittyviä asioita ja toteutumisen kehitysastetta (Lehto ja muut 2019). Ilmiön taustoittaminen osoittautui tärkeäksi, koska haastateltavilla ei ollut käsitystä vielä tässäkin vaiheessa mitä kyberisaatiolla tarkoitetaan. Muutamit haastateltavista toivat myös esiin, että he olivat yrittäneet perehtyä aiheeseen ennen haastattelua, siinä kuitenkin onnistumatta, koska aiheesta ei löytynyt mitään tietoa.

Koska tutkimustehtävä liittyi uuden ilmiön tutkimiseen, haastateltaville selostettiin myös lyhyesti haastatteluteemojen, eli kyberfyysisen, kybersosiaalisen ja kybermentaalisen maailmojen pääpiirteitä. Hirsjärven ja Hurmeen (2000) mukaan toisten ymmärtäminen on sitä paremmin mahdollista, mitä tarkemmin selitämme käyttämiämme käsitteitä ja toisalta, että tutkija tutkii suunnittelemaansa aihetta, sekä hänen käsitykset ovat lähellä tutkimusyhteisön kuin myös tutkittavan sanastoa (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 186).

Puusa ja Juusa (2020) varoittavat, että ennakkoon esitetyssä menettelytavassa on vaaransa, koska etukäteen annettu tieto voi vaikuttaa sisältöön (s.107). Metsämuuronen (2008) myös ohjeistaa, että tulee välttää tilannetta, jossa haastateltavien vastauksia pakotetaan tiettyyn muottiin. Haastatteluiden alussa selvisi, että kyberisaatio käsitteeseen taustakirjallisuudessa liitetyt toteutukset ja niiden kuvaukset olivat kaikille haastateltaville joiltakin osin ennestään tuttuja ja ammatillisestikin erityisen kiinnostusta herättäviä. Edellisestä johtuen, esitietojen esittämistä ja taustoittamista ei nähty vaaraksi haastattelutulosten vääristymiselle.

Jokainen haastattelu kesti 1 h – 1 h 15 minuuttia. Haastattelut onnistuivat hyvin ilman keskeytyksiä, tai ulkoisia häiriötekijöitä. Haastattelut nauhoitettiin ja muutettiin tekstiksi *Spoken* -puheentunnistusohjelmalla. Kirjoitettu raaka-aineisto käsiteltiin oleellisten kohtien osalta useaan kertaan manuaalisesti sanatarkalla manuaalisella litteroinnilla. Litteroidussa tekstissä on keskitytty tutkimustehtävään oleellisesti liittyvän merkityksellisen puhutun sisällön puhtaaksi kirjoittamiseen siten, että lausumat on kirjoitettu sanatarkasti ilman sanojen toistoja. Aaltonen ja Valli (2015) sanovat, että diskursioanalyysi ei ole aina tarpeellista, vaan suppeampi liitterointi on riittävä, vaikkakin tämä voi aiheuttaa ongelman kysymysasetteluun - mikä on oleellista ja mikä ei? (s.42). Koska haastattelua rytmitti teemarunko ja tulevaisuuskuvien kysymysasettelu, aineiston materiaalin oleellisimmat tuotokset olivat selkeästi näytteistä todennettavissa, aineiston liitterointi suppealla menetelmällä nähtiin riittäväksi käsittelytavaksi.

3.3.4 Aineiston kuvaus

Haastatteluista muodostui viisi ja puoli tuntia nauhoitettua puhuttua aineistoa ja 80 sivua litteroitua tekstiä. Nauhoitusten keston vaihteluväli on 1h-1,15 min. Haastatteluiden aikana pidettiin ”haastattelupäiväkirjaa”, johon kirjattiin muistiin ne kysymykset tai vastaukset, jotka nousivat erityisen merkityksellisiksi tai kiinnostaviksi teemoiksi. Merkinnät siirrettiin myöhemmin analysoitavan aineiston lausumien yhteyteen. Haastattelussa käytettiin tukena myös miellekarttaa kaikkien teemakysymysten läpikäymisen varmistamiseksi. Haastattelijalla oli apunaan apukysymykset helpommin vastattaviin aihealueisiin. Aaltolan ja Vallin (2015) mukaan miellekartta ja apukysymykset auttavat haastattelijaa etenemään haastattelutilanteessa, mikäli haastateltava ei osaa vastata tiettyyn kysymykseen. Muistiinpanot helpottivat vastausten tulkintoja jälkeensä. Haastattelut litteroitiin välittömästi jokaisen haastattelun jälkeen. Jokainen haastattelu oli luonteeltaan erilainen ja jokainen niistä toi esiin jotakin uutta ja tietyt asiat alkoivat toistamaan itseään. Aaltola ja Valli (2015, s. 29) suosittelevat varmistamaan, että kaikki aihepiirit käydään jossakin vaiheessa

haastattelua lävitse. Haastatteluiden päättyessä tarkistettiin, että kaikkiin viiteen haastattelurungon kysymysalueisiin oli saatu vastauksia.

3.3.5 Aineiston käsittely ja analysointi

Laadullista analyysiä voidaan tehdä monilla erilaisilla menetelmillä ja eri tieteenalojen suuntauksilla (Jyväskylän yliopisto, 2015). Tutkielman aineistoanalyysin lähestymistapana käytettiin abduktiivista eli teoriaohjaava sisällön analyysiä, jossa analysoitavat teemat nousevat teoriasta johdettuina. Sarajärvi ja Tuomi (2013) kirjoittavat, että teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä analyysiä ohjaa aikaisempi tieto ja teoria. Teorian tehtävänä tässä menetelmässä on enemmänkin antaa ideoita, ei testata teoriaa (s. 96–97.)

Liitteroidun kirjallisen aineiston tulkinnessa keskityttiin tutkittavan ilmiön keskeiseen olemukseen teoriasta johdettujen teemojen mukaisesti. Lähtökohtana ja oletuksena ennen analyysiä oli, että taustakirjallisuudessa kuvatut kyberisaation ilmiöt *ilmentyvät sellaisenaan terveydenhuollossa*. Anttilan mukaan tutkijan tulee sukeltaa aineiston syvempiin merkityksiin ja rakenteeseen kuten asioihin, näkökulmiin sekä asenteisiin, joilla on vaikutusta tutkittavaan ilmiöön, että siinä oleviin toimintatapoihin ja toteutuksiin (Anttila, 2019). Tutkijan analyysi ja tutkielma on lopulta oma tulkintaprosessinsa ja sosiaalinen vuorovaikutukseen pohjautuva konstruktio haastattelusta saatuihin näkökulmiin ja ajatuksiin (Puusa & Juuti, 2020).

Sisällön analyysi on kvalitatiivinen menetelmä puhutun ja kirjoitetun aineiston analysoimiseksi, ja se keskittyy kielen sisältöön sekä muotoihin, ei niinkään sisältöjen esiintymistiheyteen (Seitamaa-Hakkarainen, 2014). Seitamaa-Hakkarainen (2014) kirjoittaa, että ”teorialähtöisestä operationalisoidussa lähestymistavassa aineisto luokitellaan pääasiassa teoriasta johdettujen käsitteiden avulla”. Toisaalta hän tuo myös esiin, että edellinen ei aina toteudu, koska ”luokittelu toteutuu usein aineiston ja teoreettisen käsitteellistämisen yhteistyönä”. Sisällön analyysi tarkastelee nimensä

mukaisesti tutkimuksen kohteena olevan aineiston sisältöä, rakennetta tai molempia. Sisällön analyysin tavoitteena on tuottaa järjestelmällinen ja syvälinen kuvaus aineistosta ja sen sisällöistä. (Seitamaa-Hakkarainen, 2014.)

Aineisto käsiteltiin sisältöä ryhmittävällä ja järjestävällä otteella teemahaastattelurungon teemoja myötäillen ”suuremmasta pienempään” seitsemässä vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa litteroitu tekstiaineisto luettiin useita kertoja. Tämän jälkeen aineisto käsiteltiin ryhmittämällä sieltä nousseet kysymysrunгон mukaiset teemat: todennäköiset, toivottavat ja vältettävät -tulevaisuuskuvat. Analyysissa nousi esiin kaksi uutta teemaa: nykytilaan liittyvät ratkaisut ja epätodennäköiset tulevaisuuskuvat. Seuraavaksi, edellisessä vaiheessa ryhmitelystä aineistosta etsittiin kaikki kyberisaatioon liittyvät avainsanat, kuten esimerkiksi robotit, etämittaus, tekoäly jne. ja niihin liittyvät lausumat.

Neljännessä vaiheessa aineistosta nostettiin näkökulmat, jotka liittyivät kyberisaatioon mukanaan tuomiin muutostekijöihin ja vaatimuksiin. Viidennessä vaiheessa aineisto ryhmiteltiin ominaisuuksien tyyppien mukaan, joko yksittäisiin näkökulmiin tai yhdistämällä yhteiset tyypilliset vastaukset samoihin vastausryhmiin. Juusan ja Puutin (2020) mukaan edellistä prosessia voidaan kutsua yleisen käytännön mukaisesti tyypittelyksi. Kun teemoittelu- ja tyypittelyvaihe oli valmis, löydökset kirjattiin tutkimusraporttiin.

Sisältöanalyysiä rikastettiin haastateltavien alkuperäisillä sanatarkoilla lausumilla (ks. luvut 4.1–4.6). Aineistosta koottiin lopuksi yhteenveto tulevaisuuskuvista (ks. taulukot 2–4), vastausjakaumista ja muutostekijöistä (ks. taulukko 5 ja 6) sekä tehtiin PESTEL-analyysi (ks. taulukko 7). PESTE-analyysi on tulevaisuuden tutkimuksen menetelmä, jota käytetään yritysfuturologiassa (Rubin, 2020a). PESTEL-analyysillä voidaan selvittää ilmiön poliittiset, ekonomiset, sosiaaliset, tekniset ja ekologiset tilat sekä tulevaisuutta (Rubin, 2020a).

Lopuksi tuloksista laadittiin synteesi, joka kokoaa yhteen pääasiat ja vastaa tutkimuskysymyksiin (Puusa ja Juuti, 2020, s. 155). Aineiston käsittely suoritettiin kokonaisuudessaan taulukonkäsittelytyökalun avulla. Tulokset esitetään teemahaastattelurungon teemojen mukaisesti seuraavassa pääluvussa.

3.4 Tutkimuksen luotettavuus

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta voidaan tulkita toisiinsa liittyvien käsitteiden, kuten uskottavuuden, luotettavuuden ja eettisyyden näkökulmista. (Puusa & Juuti, 2020, s. 173) Tutkielman luotettavuuden täyttymistä voi varmistaa tutkimuksen etenemisen ja käytettyjen menetelmien kuvauksella, tutkimustulosten riippumattomuudella niin satunnaisista kuin vähemmän tärkeistä tekijöistä. (Puusa & Juuti, 2020, s. 175–178). Eettisyyden määritelmä täyttyy silloin kun tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja analyysit sekä niiden kriteerit soveltuvat minkä tahansa tutkimuksen ohjeiksi. Puusan ja Juutin (2020) mukaan uskottavassa tutkimuksessa aineisto on kerätty luotettavasti, analysoitu tarkasti ja tulokset ovat tosia. (Puusa & Juuti, 2020). Pro-Gradu tutkielmassa käytettiin laadullisen tutkimuksen yleisiä tieteellisiä menetelmiä sekä aineiston hankinnassa että analyysissä. Aineisto on analysoitu tarkasti ja tulokset on pyritty esittämään laaja-alaisesti erilaiset näkökulmat julkituomalla.

Kuusi ja muut (2013) korostavat, että tulevaisuustutkimuksessa toimintaympäristöön vaikuttavia tekijöitä täytyy käsitellä kaikilta eri näkökulmilta. Haastattelu toteutettiin asiantuntijahaastattelu metodilla ja aineisto kerättiin aineistotriangulaatiolla, jossa hyödynnetään eri tiedon kohteita ja mielipiteitä (Puusa & Juuti, 2020; Metsämuuronen 2008) saman kohdeorganisaation sisällä. Toisaalta, empiirisen aineiston pienuus (n=5 haastattelua) suhteessa taustakirjallisuuden kyberisaation lukuisten muuttujien lukumäärään, ei mahdollista reliabiliteettia tutkimukselle.

Hirsivaaran ja Hurmeen (2000) mukaan rajoitetuissa materiaaleissa monisuuntaisia tilastollisia vertailuja ei ole mahdollista tehdä. Metsämuuronen (2008) mukaan neljä

havaintoa on tilastollisesti merkittävä, joten aineiston tulosten merkittävyys todistetaan niiden toistannolla. Mutta esimerkiksi useita erikoisaloja, kuten erikoissairaanhoidon, perusterveydenhuollon ja sosiaalitoimen ammattilaisten näkökulmia sisältävä tutkimus tarjoaisi laajemman terveydenhuoltoalan tulevaisuusaineiston kuin mitä tämä tutkielma pystyy tarjoamaan.

Aineiston tulosten yhtäpitävyyden arvioimiseksi ja luotettavuuden osoittamiseksi, toistuvista vastauksista koostettiin yhteenveto (ks. sivu 73 ja taulukko 5). Puusa ja Juuti (2020, s.83) huomauttavat, että tutkimusmenetelmä ei voi tavoittaa sekä laadullista että määrällistä ulottuvuutta tutkittavana olevaan ilmiöön, minkä vuoksi tutkimusmenetelmät ovat lähtökohtaisesti tästä näkökulmasta aina jollain tavalla rajallisia.

Kriittisen tulevaisuudentutkimuksen mukaan, esitettäessä yksittäisten henkilöiden näkökulmia voidaan esittää kysymys, että ”kenen menneessä määrittämää tulevaisuutta elämme nyt?”. Organisaatiolla ja sen eri henkilöillä on omat näkemyksensä ja arvokäsityksensä tulevaisuudesta. Erityisesti kun eri ryhmien tulevaisuudenkuvat poikkeavat valtaapitävistä, voi syntyä konflikteja ja legitimaatio-ongelmia (Kuusi ja muut, 2013, s.281.) Mannermaan mukaan (1991) teknologisista innovaatioista seuraa aina ei-toivottuja seurauksia, joita on vaikea arvioida. Asiantuntijoiden on tästä syystä vaikea ennakoida kaikkea teknologisiin innovaatioihin liittyviä seurauksia, vaikkakin he pystyvät hyvin esittämään oman erikoisalueensa nyky- ja tahtotilaa (s. 89). Tulevaisuuden ennustaminen on vaikeaa, eivätkä näytöt pohjautu historiatietoon, vaan kykyyn esittää uskottavia käsityksiä ja näkökulmia tulevaisuudesta (Kuusi ja muut, 2013.) Esitetyt näkökulmat eivät ennusta myöskään tulevaa, vaan ne luovat etenemistietä tulevaisuusnäkökulmaan (Kuusi ja muut, 2013, s. 9).

Tutkimustehtävänä on selvittää muun muassa toivottuja, todennäköisiä ja vältettäviä tulevaisuuskuvia. Rubin (2020) mukaan, tulevaisuuden toivotut-, todennäköiset- ja mahdolliset näkemykset ovat ongelmallisia koska ne ovat sidoksissa arvo- maailmaamme. ”Miten me koemme, määrittelemme ja arvotamme maailman ja sen

tapahtumat ja kehityskulut – siis nykyajasta modernisaation ja länsimaisen maailmankuvan ja tiedonkäsityksen läpi?” (Kuusi ja muut, 2013, s. 282). Rubin (2020) kirjoittaa lisäksi, että yksittäisen ihmisen tulevaisuuskuvat perustuvat eri arvoihin sekä kokemuksiin. Kuusi ja muut (2013, s. 281) täydentävät, tulevaisuuskuvat eivät näin ollen ole välttämättä yhteismitallisia muiden näkemysten kanssa. Mannermaa (1993, s. 31) selittää, että tutkimusta joka ennakoi tulevaisuutta, ei voida luotettavasti kritisoida, koska tutkimuksen arvo ei liity totuuteen, vaan luotujen tulevaisuuskuvien vaikuttavuuteen ja kiinnostavuuteen.

4 Mahdollisia tulevaisuuskuvia

Tässä luvussa kuvataan aineiston merkittävin sisältö ja esitetään aineiston yhteenveto sekä tulokset. Tulevaisuuskuvien tarkoituksena on tuoda ilmi, miten terveydenhuollon ammattilaiset näkevät kyberisaation nyt ja tulevaisuudessa, sekä mitä toimenpiteitä tai vaatimuksia toivottu ja tarpeellinen kehitys edellyttäisi. Hirsjärven ja Hurmeen (2000) mukaan aineiston kuvaileminen on analyysin perusta (s.135). Kuvailussa pyritään kuvailemaan ilmiöitä ja kokemuksia (Hirsjärvi & Hurme, 2000). Haastatteluaineisto koodattiin haastattelujärjestyksessä vastaaja 1 (V1) , vastaaja 2 (V2) jne. ja haastateltavien lausumat merkittiin tuloksiin vastaavasti.

Koska tutkimustehtävä liittyy läheisesti tulevaisuuden tutkimiseen, kaikki haastateltavat korostivat tulevaisuuden ennustamisen hankaluutta.

Matka ennen kuin innovaatiot tulee terveydenhuollolle, eli onko se mitä me nyt nähdään kymmenen vuoden päästä käytössä tuotannossa ja mitä sen aikana tapahtuu, on todella hankala välillä ennustaa (V1).

Lähivuosien ennustaminen on vielä suhteellisen helppoa, mutta jo viiden vuoden jälkeen, asia vaikeutuu. Tulevaisuus minun silmissäni tarkoittaa nykyään, ehkä viiden vuoden spektriä maksimissaan, koska maailma menee niin järkyttävää vauhtia eteenpäin. 20-vuoden päähän vision tekeminen on käytännössä absurdia, ja tottakai, jos jokainen tekisi jonkinlaisen 20 vuoden vision, yksi niistä ainakin osuus oikeaan. (V3.)

Toi sun teema on silleen tosi jännä, koska niinku tulevaisuuden kehityksen katsominen ja peilaaminen nykyisyyteen, on niin kuin kerta toisensa jälkeen osoittautunut hirvittävän haastavaksi, siinä mielessä, että osa ajatuksista etenee hyvinkin nopeasti – sitten on ajatuksia, jotka ei kertakaikkiaan etene siihen suuntaa ollenkaan, vaikka ois suurtakin kohinaa asioiden ympärillä (V4).

Ei Chattbottejakaan voitu kuvitella olevan olemassa kaksikymmentä vuotta sitten! (V5).

4.1 Nykytila

Haastateltavat listasivat kyberisaatioon liittyvistä toteutuksista useita jo käytössä olevia ratkaisuja. V1 ja V5 näkivät erilaiset liike- ja näköhermoihin liitettävät elektronit todennäköisenä ja potentiaalisina jatkokehityksenä tulevaisuudessa. V5 varsinkin uskoo niiden yleistymiseen, mikäli niiden hinta alenee ja ominaisuudet edelleen kehittyvät.

Pisin ja yksi vaikuttavimmista interventioista on parkinsonin potilaiden aivoelektronit. Eli stimuloidaan tiettyjä aivoalueita, jotta Parkinsonin potilaiden oirekuva lievenee. Se ei hidasta nykytiedon valossa sen taudin etenemisprosessia, mutta helpottaa ihan valtavasti potilaiden arkipäivästä selviytymistä eli aivostimulaatio elektroneja. Sitten on näitä epilepsia hoitoelektroneita, joita laitetaan tiettyihin kohtiin aivoja, jotta potilas ei saa enää epileptisiä kohtauksia ja stimuloidan aivoalueita, jotka estää semmosen epileptisen oikosulun syntymistä. Niin tämmöisiä elektroneja laitetaan ja käytetään nykyään paljon. (V3.)

Aivoimplantteja tutkitaan paljon ja niille on paljon odotuksia, mutta niille ei ole V3 mukaan tapahtunut edistymistä kymmenen vuoden aikana:

Yhdysvalloissa erityisesti on tutkittu paljon aivoimplantteja, joissa täysin neliraajahalvaantunut tai monoplegia aivohalvauksesta kärsivälle asetetaan aivoimplantti, joka ohjaa joko tämmöstä exoskeletonia, eli raajoihin liitettyä ulkopuolista motorista yksikköä tai sitten jopa tämmöisiä elektronisia yksikköjä, jotka on yhdistetty vaikkapa käden liikehermoon. Sulla on aivoissa aivopinnan elektroni, joka tietyn ajatuksen kautta aktivoi tiettyä aivo-aluetta ja lähettää signaalin sun halvaantuneen käden käsihermoihin – ja se käsi toimii. (V3)

V5 näkee, että virtuaalitodellisuuteen liittyvät viihderatkaisut laajenevat ja lisääntyvät tulevaisuudessa. Silmänliikkeisiin tukeutuvat katseenseurannan ratkaisut esimerkiksi halvaantuneille ovat tätä päivää ja ne kehittyvät nykyisistä toteutuksista edelleen. Myös erilaiset sensorit, jotka mittaavat ihon sähkönjohtavuutta, sykevaihdelua ja hengitysrytmiä, ovat nykypäivää ja mahdollistavat monenlaisten mittaustulosten vertailemisen (V5). V1 viittasi puolestaan yleisesti kulunvalvonnassa käytössä oleviin turvakamera sovellutuksiin, jotka ”oppivat” tunnistamaan ”tutut turvalliset” hahmot, eivätkä lähetä tietoa niistä enää toistamiseen.

Kaikki haastateltavat olivat yhtämielisiä, että ”erilaiset robotit ovat jo täällä”, vaikka niiden tämänhetkiset kehitysasteet ja tulevaisuuskuvat jakoivat jonkin verran mielipiteitä. Yksi haastateltavista näki vahvasti, että ”robotti tulee olemaan monelle paljon ihmistä parempi seuralainen” ja se tulee lyömään läpi jossain vaiheessa, kunhan vaan niiden kehitys ja hinta saadaan kohdilleen.

Nyt ihmismäiset robotit tekee volttaa, laskeutuu judomiehenä alas maahan ja liikkumiseen on keskitytty todella paljon. Kun havaintokyky lisääntyy ja kun pystyvät kommunikoimaan. Mutta kymmenessä vuodessa ei ole odotettavissa tällaisia robotyyppejä. (V5.)

Toisaalta yksi haastateltavista pohti, että alkavatko sosiaaliset robotit lopulta kuitenkin ärsyttämään ihmisiä, vaikka ne olisivat älykkäitä. Kaksi haastateltavaa epäili yleensäkin kyborgien kehittymistä:

Tästä on paljon puhuttu, mutta innovoinnit eivät ole johtaneet mihinkään (V1).

Vuosikymmeniä toiseen ollut suuria lupauksia ja ajatuksia ihmisten kaltaisista, tai ihmistä vahvasti tukevia juttuja, mutta kehitys ollut tosi hidasta (V4).

Yksi haastateltavista vertasi robottikehitystä fuusioreaktioon energiantuottamisessa ja, että tulokset ovat aina 15 vuoden päästä tulevaisuudessa, eikä hän näe, että alueella tapahtuu paljoka kehitystä. Mahdollistajina tämän päivän robotiikka-alueilla, ohjelmistorobotiikka nähtiin erittäin hyvänä asiana, mielenterveystyön nettiterapiat ovat siirtyneet verkkoon, mobiililaitteisiin ja kirjautuminen on tehty käyttäjille helpoksi.

4.2 Todennäköisiä tulevaisuuskuvia

V1 viittasi ”Edge Computing” reunalaskenta -käsitteeseen, jossa pienet laitteet kehittyvät älykkäiksi, ihon päällä tai ihon alla oleviksi, taikka kannettaviksi välineiksi ja nykyistä älykkäimmiksi mobiililaitteiksi. V4 näki, että pienet autonomiset laitteet kehittyvät nopeasti ennen sosiaalisia ihmismäisiä robotteja:

Kännyköistä, kypäröistä, tietokoneista. Ihon alla tai päällä olevista laitteista ymv. tulee aktiivisia älykkäitä päätelaitteita, jotka ovat kytkeytyneet verkkoon.

V1 mukaan päätelaitteiden rooli tulee kasvamaan ja ne tulevat olemaan kyberfyyisiä ratkaisuja toteuttava ensimmäinen muutosajuri. Tosin, hän pohdiskeli miten kyberisaatio tulee toteutumaan silloin, kun mukana kannettava päätelaite, kuten esimerkiksi matkapuhelimen virta, on pois päältä:

Mun mielestä kännykät alkaa olla mielenkiintoinen asia. Jos laittaa kännykän offline, niin kuinka paljon sieltä tipahtaa ominaisuuksia pois kun se ei saakaan sieltä verkosta niitä palveluita, ja kuinka se pystyy itsenäiseen toimintaan ilman internetyhteyttä sinne palvelimeen. Sehän näyttää sit, kuinka itsenäisiä nää on! (V1.)

Seuralaisrobotit nähtiin erityisen hyväksi tulevaisuuden kehitykseksi vanhustenhuoltoon, dementikoille, yksinäisille ja kotihoitoon. V3 nosti lisäksi esiin perusterveydenhuollon, hoivapuolen kuin erikoissairaanhoidon tarpeisiin toivotuiksi halvaantuneille potilaille suunnitellut puheohjattavat toteutukset, joiden avulla potilaat pystyisivät liikkumaan ilman tukea. Myös leikkauksissa käytettävät robotit, hän näki todennäköisiksi tulevaisuudessa:

Olen aivan varma, että jollain aikajanalla, menee siinä sitten 5-, 50- vai 500-vuotta, mutta jollain aikajanalla, meillä on leikkausrobotteja, jotka tekee leikkauksetkin itse.

V3 uskoo, että leikkausrobotit tulevat varmasti mutta vasta pitkän ajan päästä, kymmenien vuosien päästä tulevaisuudessa:

Tällä hetkellä käytettävät robotit ovat tämmösiä äärimmäisen yksinkertaisten toimenpiteiden, eli aivoihin laitettavien elektrodien laitossa käytettäviä robotteja, jotka pistää tietyn elektrodin tiettyyn aivoihin koordinaattien perusteella. Se on suunnattoman yksinkertainen toimenpide. Neurokirurgiassa ei aivoissa seleesio, eli muutos aina erotu aivoista muuta kuin konsistentiltaan, ja se vaati sen takia melkosen kirurgisen kokemuksen, että pystyy ikään kuin jotenkin hahmottamaan sen poikkeavan muutoksen normaali aivoista konsistenssin perusteella tuhoamatta normaali aivoja. Niin sitä ei vielä robotti pysty tekemään. Mutta sekin varmasti tulee paremmiksi kuin ihmisten tekemänä. Mutta miten verenvuodot hallitaan ja muut, niin jotenkin nämä vielä ratkeaa. (V3.)

Julkisuudessa käytävään keskusteluun tulevaisuuden ”robottien uhasta” työpaikkojen tai muun vastaavien käyttötapausten suhteen, V3 viittasi regulaatioon:

Sääntöjä noudattamalla saadaan silti tehtyä paljon, mutta täytyy luoda systeemit. Suomessa on hyvä etulyöntiasema tiukkaan regulaatioon, eikä mistään roboteista ja muista tarvi kokea uhkaa, jos meillä on erittäin toimiva hallinnollinen regulaatio, joka huomioi solidaarisesti yksilön parasta. (V3.)

Tulevaisuudessa potilaiden hoitaminen siirtyy lähemmäs potilaita heidän kotiinsa sellaisen teknologian osalta, joka voidaan kotiin siirtää (V2, V3) ja etäläsnäolo ratkaisujen kehittyessä (V4). V3 viittasi jo olemassa olevaan tekniikkaan, jota voitaisiin hyödyntää esimerkiksi leikkauksissa:

Mä voin periaatteessa siirtää itseni ikään kuin hahmona siihen leikkauspaikalle viereen ja keskustella lääkärin kanssa. Se on teknisesti jo toteutettavissa jo nyt, ja varmasti tulee käyttöön. (V3.)

Tulevaisuuden skenaariona myös teleporttaavat hologrammit, joista löytyy jo sovellutuksia, nähtiin potentiaalisina varsinkin eristysaikakautena yksinäisten ja syrjäytyneiden henkilöiden tukena. V3 näki, että hologrammien hyödyntäminen tulee merkitykselliseksi hoivapuolella ja sosiaalisessa yhteydessä. Alkuvaiheessa myös teleporttaavat lääkärit voivat olla erikoistuvien lääkäreiden leikkaustilanteissa apuna tai ne voivat olla toisella puolella maailmaa. V3 näkee yhtenä merkittävänä ratkaisuna viiden vuoden sisällä tulevaksi 3D telekommunikaatio-sovellukset kokouskäyttöön. Näissä sovellutuksissa identtinen kuvattu kolmiulotteinen ”sinusta kopio” osaa yhdistää ilmeet sekä reaktiot ja osaa keskustella samassa huoneessa luonnollisesti toisen vastaavan 3D mallin kanssa.

Tietysti tällä on paljon muitakin käyttömahdollisuuksia hoivassa ja muualla, esimerkiksi jos haluat käydä katsomassa muussa laitoksessa tai paikkakunnalla hoidettavaa omaista, sä voit mennä itse siihen viereen. Tottakai edellyttää, että molemmilla on lasit päässä. Käyttömahdollisuudet ovat rajattomat ja tulee seuraavan viiden vuoden sisällä testaukseen. (V3.)

V2 näki huomattavin käsitteellisen muutoksen, että potilas-käsite ja potilaan rooli tulee muuttumaan tulevaisuudessa teknologisen kehityksen myötä:

Se on aikamoista valtavirtaa, kun on valtava määrä sellaisia potilaita, joita terveydenhuolto auttaa ja heitä perinteisesti kaikkia kutsutaan potilaaksi, erityisesti kun ne tulee sinne sairaalaan. Mutta tässä tapahtuu käsitteellinen muutos, kun potilaiden ei enää tarvitsekaan tulla tyypillisesti sairaalaan, vaan he voivat tulla teknologiaa hyödyntämällä hoidettavaksi. Asiantuntemus tulee jollakin välineellä automaattisesti potilaan kotiin, ja näin se tulee muuttamaan potilaan roolia.

V2:n mukaan sairaalat vastaavat edelleen vaikeista erikoissairaanhoidonpiiriin kuuluvista potilaista ja perusterveydenhuolto tavanomaisista potilasryhmistä niiden potilaiden osalta, joihin teknologisia etäratkaisuja ei voida hyödyntää.

4.3 Toivottavia tulevaisuuskuvia

Kaikki haastateltavat näkivät kybersosiaaliset ratkaisut, kuten robotit, terveydenhuollon sosiaali- ja psykiatrisessa hoidossa toivottavina. Aineistossa esitetyt robotit jakautuivat kolmeen luokkaan: a) sosiaaliset seurarobotit, b) autonomiset tiettyihin toimintoihin tai erityistoimintoihin, kuten vaarallisiin paikkoihin suunnittelut robotit ihmistyötä korvaamaan sekä c) hyvin pienet autonomiset laitteet. Kybersosiaalinen robotti, kuten ”Alexa”, keskusteleva ja huolehtiva, ”oletko noussut sängystä”, keskustelee ja kyselee virikkeellisesti nähtiin todennäköiseksi, ja tietyille kohderyhmille, jopa erityisen toivottavaksi kehitykseksi. Hoivarobotteja ei nähty kuitenkaan edellä kuvattuja toimintoja älykkäimpinä, vaan tärkeänä tulevaisuuden terveydenhuollon voimavarana ja apuna, jos niihin liittyvät ongelmat ratkeavat.

Niillä on tasapaino-ongelmia ja muita, joita ei ole vielä ratkaistu, mutta et ne vois nostaa potilaita tai vois tukea niitä itse kaatumatta. Tietysti kun tämmöset ratkaistaan, ne on valtava voimavara. (V3.)

Seurarobotit nähtiin erityisen toivottuna ja tarpeellisena kehityksenä vanhustenhuoltoon, mutta niiden käyttöönotto edellyttäisi kulttuurimuutosta:

Ihmisten asenteet vaikuttavat heidän suhtautumiseensa robotteihin (V2).

En terveydenhuollon robotiikassa näe hirveästi eettisiä ongelmia, jos tuntee tämän hetken terveydenhuollon. Et kyl vaikea kuvitella, että robotit sitä asiaa huonommaksi ajaisi. Ne, jotka on tällä hetkellä yksin, ei meidän tulevaisuuden yhteiskunta ainakaan Suomessa tule niin nopeasti muuttumaan kulttuurisesti, että vanhuksia aletaan ottamaan koteihin, mikä olisi järkevä tapa miten muualla maailmassa hoidetaan. Tottakai niille tarvitaan seuralaisia ja muutakin, että käydään vain jouluna sukuloimassa. (V3.)

Haastateltavat olivat kaikki yhtä mieltä siitä, että roboteista olisi apua erityisesti auttavissa tehtävissä. "Fyysinen, elävä koira, joka juttelee sun kans, voisi olla ihan hyväkin yhdistelmä." (V1). V3 totesi, että lääkärin läsnäolo niin potilaille kuin erikoistuvilla lääkäreille ennen leikkauksia ja leikkausten aikana on tärkeää: " Jos joku tulee, seisoo vieressä, on aina niin valtavan iso merkitys leikkauksessa - vaikka se ei tekisi mitään." (V3).

Kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä, että seurustelurobotit soveltuvat mainiosti vanhustenhoitoon. V3 totesi:

Jos robotti vielä oppii ja jaksaa keskustella loputtomasti, niin mikä sen mielettömämpää! Ne on oppinut sun kaiken suvun ja muistaa kaikkien nimet, kysyy aina oikeita kysymyksiä, ja osaa olla empaattisilla kysymyksillään, ei koskaan suutu ja ei koskaan väsy, niin varmasti ihmiset kiintyy niihin, se on ihan varma!

V3 toteaa, että "Mixed reality" lisätyn tai sekoitetun todellisuuden käyttö lisääntyy kirurgiassa:

Virtuaalilasien käyttö on merkittävä muutos ja siitä on jo ensimmäisiä sovellutuksia saatavilla. Niissä kolmiulotteiden röntgenkuvista tehty malli projisoituu potilaan leikkauskohdan päälle virtuaalilaseja käyttämällä ja sen avulla voidaan jakaa näkemystä salissa olevien kanssa siitä missä leikattava muutos on. (V3.)

V2 toi esiin: "Se mikä nyt puuttuu, on tiedon maksimaalinen hyödyntäminen". V3 puolestaan näkee, että vaikka suomessa kirurginen osaaminen on huippuluokkaa,

sairaaloilla tulee olla ”mitattavat objektiiviset parametrit” joihin kirurgit päätöksensä leikkauksista pohjaavat siten, että ”intuitioon tukeutuvista leikkauspäätöksistä tulisi päästä kokonaan pois!”. (V3.) Hän koki toivottavaksi sen, että tekoäly tulisi päätöksenteon tueksi. V3 kysyttiin, että kokeeko hän, että lääkäreiden intuitio kärsisi jos he eivät näe potilasta kasvokkain:

Intuition käsite on sana, jolla perustellaan ”miksi pitäisi leikata” tai ”miksi ei pitäisi leikata”, koska se on intuitio. Intuitiota ei voi vääntää numeeriseksi arvoiksi, ja se on hyväksytty. Päätösten ei tulisi olla lääkäriähtöistä, vaan objektiivista ja pohjautua valtavaan datamäärään. Jos olisi joku ”aktiivisuusmittari” tai vastaava, joka kertoisi, eikä oltaisi intuition varassa – ilman muuta se olisi edistysaskel koko lääketieteelle. Hoitojen tulee pohjautua replikaatioihin ja parantaa potilashoitoa laajalla rintamalla. Päätökset tulisi pohjautua luokitukseen, analyysiin tai mittaustuloksiin, joka auttaa kaikkia potilaita ja niitä lääkäreitä, joilla ei ole intuitiota. (V3.)

V4 ja V5 näkivät, että etämittauslaitteet, jotka välittävät potilaiden tilasta etäinformaatiota hoitohenkilökunnalle ovat toivottavia. Tosin V4 mielestä, näiden rooli ei merkittävästi kasva, vaikka sairaanhoitoa ulotettaisiin enemmän koteihin. Mutta laajeneminen tulee edellyttämään, ylläpidettävämpiä, teknisesti hallittavampia sekä kustannustehokkaampia tapoja hoitaa etämittauksia. Kohderyhmiä on useita, kroonista sairautta sairastavien terveydentilan ja lääkintätasapainon seuraamisesta verensokeriarvojen mittaamiseen.

Tällä hetkellä etämittalaitteistojen tiedon luotettavuus ei täytä nykypäivänä kliinisiä lääkintälaitteille asetettuja vaatimuksia. Haastateltavat korostivat, että etämittauslaitteisiin ja niiden tuottamaan dataan vaaditaan uusia standardeja. Sen jälkeen kun laitteet täyttävät tietyt vaatimukset, niin myös etämittauslaitteiden dataan voidaan tukeutua kliinisessä päätöksenteossa. Etämittauslaitteet nähtiin tuovan huomattavia säästöjä, esimerkiksi unitutkimuksissa tai video-EEG mittausta tarvitsevien potilaiden ei tarvitse yöpyä tutkimuslaboratoriossa laisinkaan. Erilaiset etämittauslaitteet tulevat näin vähentämään henkilökunnan ja tilojen tarvetta ja tuovat kustannussäästöjä (V4; V5).

Virtuaaliodellisuuden ratkaisut nähtiin toivottavana erityisesti rauhoittavissa toiminnoissa, niin potilaille kuin henkilökunnallekin:

Katseenseuranta ja liikkeentunnistus toimivat robustisti tällä hetkellä virtuaaliodellisuudessa. Mutta myös psykoterapiassa esimerkiksi rauhoittuminen internventioissa, tai dementia tai alzheimer potilaissa, on tärkeää saada kohennettua mielialaa, johon nyt käytetään musiikkia – kun jos saisi merenrannan, jonne voisi menneä virtuaalisesti rauhoittumaan. (V5.)

Biofeedback, joka auttaa intuitiivisesti rauhoittamaan hengitystä, tai tasaamaan mielialaa esimerkiksi autonomista hermostoa mittaava laite, joka antaa palautetta miten onnistut vaikka käyttäjä ei tiedä miten sympaattista aktivaatiota voi alentaa, ja intuitiivisesti löydät keinon kun saat palautteen mittaamistapahtumasta (V5).

Yksinkertaisimmillaan tietokonenäkymä, mutta mitä kokonaisvaltaisempi fiilis on, sitä helpompi siihen on keskittyä, ja nämä yleistyvät (V5).

4.4 Epätodennäköisiä tulevaisuuskuvia

V3 korosti, että potilaslähtökohtainen tai lääketieteellinen hyöty teknologian hyödyntämisessä on oleellista.

Etä- ja videovastaanottojen tuoma lisäarvo on pieni, koska videokuva ei tuo mitään lisäarvoa. Ehkä ihotaudeissa kuvannäkemisellä on lisäarvoa, ei muissa. Puhelinvastaanoista on saatu paremmat asiakastytyväisyys arvosanat kuin muista. Jos kierrolle laitettaisiin tehty hologrammi kiertämään sinusta, vaikka oishan se fancy, että hologrammiaave kiertäisi potilaiden luona kuin että sä soitat niille henkilökohtaisen puhelun. (V3.)

V3 mielestä teknisten viestintävälineiden käytössä tulee pohtia kenelle mitkään välineet sopivat, koska vuorovaikutustaidot ovat merkittävässä asemassa etäviestintälaitteiden käytössä.

Tulevaisuudessa on eri tarkoituksiin suunniteltuja robotteja, kuten seurarobotteja: ”Kyberrobottien mielenmaisema tuskin tulee vastaamaan sitä mitä ihmisen päässä liikkuu.” (V5.) Yksi haastateltava ei nähnyt robottiteknologian kehittämistä

suomalaisittain tarkoituksenmukaisena: ”Japani on meitä 20 vuotta edellä. Japani käynnisti 80-luvulla Toyotan kanssa aggressiivisen robottitutkimuksen.” (V1.) V5 totesi, että hypermaailmojen kyberminä -ratkaisut eivät nykyteknologioilla tule olemaan mahdollisia ja toteutukset tulevat rajautumaan lähinnä virtuaaliläsnäolo ja ohjelmistoyritys Microsoftin *Flow* -tyyppisiin ratkaisuihin.

4.5 Vältettäviä tulevaisuuskuvia

Covid-19 epidemia siirsi huhtikuussa 2020 sairaalan ammattilaisia etävastaanottojen piiriin ja pakotti terveydenhuoltoa pohtimaan uusia potilaiden yhteydenottotapoja.

Terapeutti voisi tulla sohvalta hologrammina istumaan, voi olla iso merkitys verrattuna puhelimeen ja videoon. Hoivassa mentaalinen vaikutus on massiivinen lääketieteessä. (V3.)

Psykiatrian terapiavastaanotoilla etävastaanotot ovat suuri riski jaksamiselle, koska se on täysin suljettu kahden hengen kommunikaatio tilanne jossa väärällä hetkellä päätään kääntämällä, henkilö voi ajatella, että häntä ei kuunnella yhtään. Sää et voi antaa semmoista viestiä! Kun sä 6–8 tuntia katsot videoruutuun, se on todella kuluttavaa ja ajaa ihmiset loppuun. Normaalissa vastaanottotilanteessa voi tehdä muita asioita ja kontaktissa on katkeamisia, joten se ei kuluta sinua niin paljon. Normaalissa viestintätilanteessa ja potilasvastaanotoissa voi pitää useita taukoja ruutuun tuijottamisen sijasta. Tällaisissa käyttötapauksissa teknologia edellä ei ole perusteltua, ja käyttö tulee pohjautua tarpeeseen ei teknologiaan. (V3.)

Edellisestä syystä johtuen, V3 näki, että puhelin yksistään on riittävä väline useissa potilaskontaktinneissa.

Aivokuoren pinnalle asennettavat sensorit eivät anna riittävän tarkkaa komentoa vaadittuihin toimintoihin joten niiden toiminta nähtiin epäluotettavana.

Minä en ainakaan haluaisi ajaa pyörätuolilla, jonka toimii 80 % todennäköisyydellä oikeaan suuntaan, vaan vasta kun se toimisi 100 % oikein (V5).

Myös aivokuoren sisäpuolelle kytkeytymistä invasiivisenä toimenpiteenä nähtiin vältettävänä siihen liittyvien isojen riskien johdosta. Jotta ohjauksen saisi toteutumaan, niin pitää mennä kallon toiselle puolelle, joka tekee siitä invasiivista ja rajoittaa käyttökohteita niissä potilasryhmissä, jotka niistä eniten hyötyisivät.

Kyberfyysinen robottikehitys koettiin inhimillisten tarpeiden täyttymisen osalta vältettäväksi kehityskuluksi:

Ihmistä ei voi korvata mikään koska ihminen haluaa lopulta läheisyyttä, fyysistä kontaktia ollessaan sairas ja heikoimmillaan (V1).

Vältettävä kyberfyysinen kehitys on robottikehitys, jossa liiallisella teknologia uskolla teknologia voisi ratkaista inhimillisiä tarpeita, joita kaikilla ihmisillä on. Kun tilanteet ovat vakavia, ja erittäin sairailta potilailla ei ole kykyä auttaa itseään. Kohderyhmä tulee erotella, kenelle kyber-ratkaisut soveltuvat kotona olevien ja leikkauspöydällä olevien kesken. (V2.)

Robottien hyödyntämistä järjestyksen valvonnassa tulee välttää ja ne tulevat kyseenalaisiksi, mutta toteutukset jäävät terveydenhuoltoalan ulkopuolelle (V3).

Tulisi välttää tilannetta, jossa luotettavan tiedonlähteen perusta kyseenalaistetaan (V1).

Tiedon hyödyntämisessä ja tallentamisessa tulisi välttää tilanteita, joissa tieto jäisi yksittäisten rekisterinpitäjien haltuun, koska ihmisten menettäessä luottamuksen kerättyyn tietoon niin toivoisi, että tällaiset MyData tai digitaaliseen identiteetin oman elämän hallinta olisi parempi (V4).

Erittäin tärkeänä regulaatioon ja tietoturvaan liittyvänä muutostekijänä korostui, että Genomi-tieto tulee pystyä turvaamaan kaikilla keinoilla ja välttää tietojen myyminen kaupallisiin tarkoituksiin, vaikka säädökset hankaloittaisivat tiedon hyödyntämistä väriin tarkoituksiin. V5 korosti, että toteutettavien ratkaisujen ja käytettävyyttä:

Käyttöliittymäsuunnittelu on tärkeää, virtuaaliodellisuuden ja mittaamisen sovelluksissa, joissa tarvitaan käyttöliittymää, painikkeita tmv. niin suunnittelu tulee pullonkaulaksi, jos eri käyttäjäryhmiä ei ole huomioitu suunnittelussa. Käyttöliittymästä voi tulla suurin pullonkaula. (V5.)

4.6 Tulevaisuuden muutostekijöitä

Aineistosta nousi tulevaisuuteen vaikuttaviksi muutostekijöiksi pandemiat ja teknologian hyödyntäminen ja kehittyminen. Teknologian hyödyntämisessä muuttujina korostuivat virtuaalitodellisuuteen, sosiaalisuuteen ja erityistehtäviin liittyvät ratkaisut. Koronaviruspandemia muuttaa terveydenhuoltoa, teknologista kehitystä ja arvoja pysyvästi:

Viisi vuotta sitten ei olisi pystytty siihen, mitä nyt on tehty ja erikoissairaanhoidossa on siirrytty nopeasti etävastaanottoihin. Koronavirus pandemia tulee kiihdyttämään etävastaanottokehitystä. Kommunikointi ja joukkotapahtumat tulevat muuttumaan ja tulee sellaisia teknologioita, jotka mahdollistavat ihmisten yhdessäolon lähemmäksi entiseen malliin - mutta jollakin uudella tekniikalla. (V2.)

Jossain määrin etätyöskentely trendi tuo painetta etäläsnäolon ja yhdessä tekemisen parantamiselle. Nähtäväksi jää, että riittääkö pelkkä puheyhteys, vai tuleeko kehittyneempiä ratkaisuja, mutta tämä on myös sukupolvikysymys (V5).

Kun rajoitetaan liikkumista, rajoitetaan kohtaamisia huomataan, että miten ratkaiseva asia ihmisyydelle ja ihmiskunnalle on joukkona tai yhdessä toimiminen. Mutta hoitotoimenpiteissä ihmisuus on tärkeintä, ja se että ollaan yhdessä ja lähellä potilasta. Se miten vastaanottoimet tulevat muuttumaan, jää nähtäväksi. (V2.)

Biologinen kasvokkain kohtaaminen on kaikille kaikkein tärkeintä ja siinä on niin paljon erilaisia sisäänrakennettuja merkityksiä ja arvoja, että sitä ei pysty muilla tavoin koskaan korvaamaan. (V3.)

V4 uskoo, että ”virtuaalitodellisuus on yksinkertainen toteutus siitä, mitä se tulee olemaan tulevaisuudessa”. Virtuaalitodellisuuden ratkaisuja hyödynnetään lääketieteen opetuksessa ja erikoisalojen sovellutusten testauksessa. V5 toi esiin tarpeen mitata esimerkiksi ihmisen toimintakykyä kotona tai työssä neuropsykologian ja psykologian alueilla (V5). Tarve liittyy myös sosiaalipuolen päätöksiin siitä, minkälaisia tukirahoja tai kuntoutusta potilaille tulisi myöntää. V4 uskoo, että ”Virtuaalitodellisuus tekniikka tulee epäilemättä kehittymään paremmaksi” ja näin ollen tarjoamaan vastauksia edellä mainittuihin haasteisiin. V5 mielestä virtuaalitodellisuuden ratkaisusta löytyy tulevaisuudessa paljon apuja vanhustenhuoltoon ja psykoterapiaan. Esimerkiksi jo se,

että ”potilas voidaan viedä merennannalle potilassängystä, palvelutalosta tai pandemian keskellä” (V5). V5 näki erilaiset rauhoittavat sovellukset erityisen toivottavina dementikoille ja vanhuksille:

Kaikilla ihmisillä itsetuntemus ei ole ihan sillä tasolla, että tarvitsisi laitetta kertomaan, että oletko kiihtynyt vaiko ei? He vaativat loppuelämän psykoterapiaa – mutta nämä sovellukset auttavat sinua selviämään paremmin omatoimisesti. (V5.)

Menestystekijöiksi virtuaalitodellisuuden ratkaisuisa nousevat lopulta käyttäjäkokemus, intuitio ja osaaminen sekä se, miten kiinnostavasti ja realistiseksi käyttöliittymät ja kokemus virtuaalimaailmassa toteutetaan ja miten käyttäjäryhmät otetaan niissä lopulta huomioon:

Hologrammeissa ja virtuaalihenkilöissä korostuu vuorovaikutustaidot, koska puheenmerkitys on uskomaton (V3).

Mitä kokonaisvaltaisempi on se fiilis ja emotio, niin helpompi siihen tilanteeseen on heittäytyä ja sitä todennäköisemmin se auttaa sinua vaikka keskittymään johonkin siihen omaan rauhoittumiseen. Ratkaisuisa on nyt jo valmiita sovelluksia, jotka mittavat esimerkiksi jalan sensoreilla sähkönjohtavuutta ja sykettä sekä hengitysrytmiä, ja voivat antaa palautetta. (V5.)

Kehittäminen vaatii paljon työtä, Robotti-auto ei pysty leipomaan pullaa. Tullaan näkemään konkreettisia ongelmia, koska on paljon tuotteistettuja työkaluja ja ihmisiä koulutettu hyödyntämään menetelmiä. Moni pystyy tekemään datasta malleja ja pistää toimintaan, mutta se miten se on validioidaan, aiheuttaa sen, että tullaan näkemään tilanteita missä ei ole kaikkia asioita otettu huomioon ja mennään metsään. Esimerkiksi päätöksenteko tulee pohjautumaan väriin asioihin. Terveysthuollossa täytyy olla ”portinvartijoina”, ettei näin käy mutta kuluttaja puolella tällaisia tilanteita voi tulla. Ammattitaidon kehittämisellä voidaan pyrkiä estämään näitä tilanteita. (V5.)

Teknologian kehittyminen on omalta osaltaan megatrendi. Virtuaalitodellisuus ja kyborgiraajat voivat tulla ajureiksi, kun ne kehittyvät edelleen (V5).

Virtuaalijutut, koneoppiminen kuluttavat järjettömän määrän sähköä. Toivottavasti seuraavat sukupolvet ovat järkevempiä ja ottavat käyttöön vain niitä, jotka ovat oikeasti järkeviä. (V5.)

V3 muisteli 90-luvun Tamagochi -ilmiötä, aikaan kun lapset kiintyivät virtuaalisiin lemmikkihahmoihin ja kokivat syvää huolta niiden hyvinvoinnista. Robottien hyödyntäminen ja toisaalta inhimilliset robotit tulevat muuttamaan ihmisten käyttäytymismalleja:

Japanista on ihan uskomattomia kokemuksia siitä, että ihmiset ei halua tämmöisistä roboteista luopua ja ihmiset kiintyvät niihin (V3).

Ihmisen kosketus on tärkeää hoivarobotti keskustelussa varsinkin kotona hoidettavien vuodepotilaiden osalta: Haluan, että siinä on ihmisen lämmin käsi, joka koskettaa ja silittää minun hiuksia. Toisaalta, kun tulee kysymys intiimeistä alueista ja niihin liittyvistä hoitotoimenpiteistä, niin ihmiset eivät välttämättä enää halua ihmisen hoidettavaksi, vaan robotti nähdään parempana vaihtoehtona - jos robotti pystyy sen tekemään. (V3.)

Haastateltavat listasivat tärkeimmiksi muutosajureiksi ilmastonmuutoksen, markkinavoimat, pandemiat ja verkostoitumisen. Haastateltavien mielestä ilmastonmuutos, globaalisatio ja pandemia ovat vahvimpia megatrendiejä.

Covid-19 pandemia oli luonnon vastaisku globalisaatiolle! (V2.)

Aurinko paistaa, typen määrä on vähentynyt eli onko autoilulla enää oikeastaan merkitystä? Ilmastomuutos on tärkeä pitkällä tähtäimellä. Toinen tekijä, johon ei voida vaikuttaa, on väestön vanheneminen. Nyt lyhyellä tähtäimellä korona tekee trendimuutoksia. Korona on myös vaikuttanut terveydenhuollon digitaalisuuteen. Jos ei tuoda teknologiaa terveydenhuoltoon, meille käy huonosti, koska väestö ikääntyy nopeasti. Teknologia tuo lisäkäsipareja. (V1.)

Globalisaation suunta, ehkä muuttuukin enemmän digitaaliseksi kuin fyysiseksi (tavaravirrat, logistiikka), voisi ajatella, että tämä on yksi megatrendi (V2).

V2 korosti, että tietyissä sairauksissa päästään ja tullaan pääsemään massatiedon äärelle. Tällä pystytään ennustamaan tautien kulkua ja mahdollisia komplikaatioita sekä optimoimaan hoitoa. Tämä tulee vaikuttamaan terveydenhuollon prosesseihin ja yhteiskuntatasolla siihen, että miten terveydenhuoltojärjestelmä kannattaa johtaa. Genomi tiedon hyödyntäminen toimii edelleen ajurina, potilaiden perimätietoa segmentoidaan ja voidaan hyödyntää mikä lääkitys sopii kenellekin. Ennakoinnin merkitys on tiedon hyödyntämisessä suuressa roolissa. V1 viittasi menneeseen, että

denguekuumeen aikana voitiin todeta, että naiset ja tietyn veriryhmän omaavat ryhmät ovat vaaravyöhykkeessä. Tietyllä binomilla voidaan kohdentaa tehohoito juuri näihin potilasryhmiin. Ajurina robottien kehittymiselle nähtiin, muun muassa massadata sekä hahmo- ja puheentunnistus, koska enää ei tarvita erillistä ohjelmistoa puheen- tai tekstin tunnistamiseen koska ohjelma suorittaa työn (V1).

Teknologinen kehitys on tuonut myös terveydenhuoltoon ohjelmistorobotit, eli ”Botit”. Koronaviruspandemian myötä luotiin ”Botteja”, jotka pian alkavat puhumaan. ”Botit toimivat osaltaan kehityksen mahdollistajina ja voidaan sanoa, myös megatrendeinä.” (V5.) V5 myös korosti tulevaisuuden ennustamisen vaikeutta:

Kymmenen vuotta sitten ei olisi uskottu Chatbottien vastaavan kysymyksiin kovinkaan nopeasti. Mutta haastavampi on tehdä generaali ratkaisu, joka olisi näppärä kaikissa mahdollisissa asioissa. Geneeriset mallit vaativat kehitystyötä, eivätkä nämä tule itsestään. Tekoälyn hyödyntäminen vaatii aina ensin paljon ihmisyötä. Tietokonesovellukset eivät itseään ilmestyä, vaikka niitä on jo useita vuosia ollut. (V5.)

V1 viittasi historiaan ja pohdiskeli teknologisen kehityksen vaikutuksista ihmisten käyttäytymiseen, toteamalla:

On mietittävä mennäänkö liian pitkälle automatisoinnissa. 1900-vuotta sitten antiikin Roomassa, yhteiskuntamallissa oli orjia ja yläluokkaa. Kestävätkö ihmiset sitä, että on vain leipää, sirkushuvia ja robotit sekä teknologia hoitavat kaiken? Laiskottelu ei ole välttämättä hyvä, halutaan hyödyntää teknologiaa, mutta antitrendinä voi nousta kysymys: Oltaisiinko onnellisimpia ilman teknologiaa? (V1.)

V1 mielestä, haastattelun pääteemojen kyberkategoriat kyberfyysinen, kybersosiaalinen ja kybermentaalinen tulevat toteutumaan ainoastaan pitkille trendeille. Kaikki haastateltavat olivat siitä yhtä mieltä, että tulevaisuuden kyberratkaisuihin tarvitaan säädöksiä ja lakeja. Mutta regulaatioiden ei toivottu hillitsevän järkevää kehitystä, vaan aiheesta toivottiin avointa julkista keskustelua.

Terminologiaan ei pidä hirttäytyä! Terminologiset väärintulkinnat ja ymmärrys muodostavat suunnattomia haasteita järkevälle diskurssiolle tekoälyn kanssa. (V3.)

Koneoppimisen sovellutusten laajentuminen eri terveydenhuollon toimintaympäristön alueille synnyttää uusien säädösten ja lakien päivitystarpeita:

Keinoälysovellusten potentiaalia ja erilaista valtiollista lainsäädäntöä tultaneen sääntelemään. Tällä hetkellä on vain lääkintälaitedirektiivi joka ei sovi ohjelmistoihin eikä varsinkaan koneoppimiseen kliinisessä käytössä - tälle saralle toivotaan lisää regulaatiota. (V5.)

Teknologisen kehittymisen nähtiin tuovan mukaanaan uusia ilmiöitä, kuten V2 toi esiin yleishyödylliset yhteisölliset hankkeet:

Erilaisia hankkeita, joissa on hyödytty yhteishyvällisesti, kuten vaikkapa esimerkiksi Spotify. (V2.)

Mikäli se tulisi olemaan sellaista, joka liittyy kybersosiaalisuuteen tai kybermentaalisuuteen yhteisen hyvän motivointikeinojen löytämiseksi näiden ratkaisujen avulla, se olisi todella hienoa. Tällöin kyberisaatio yhdistäisi mahdollisimman monen pääsemään osalliseksi uudesta tiedosta, sen kehittämisestä ja hyödyntämisestä. Tällä voitaisiin saada aikaan, jotakin sellaista, jota tällä hetkellä ei voida saada aikaiseksi. (V2.)

4.7 Aineiston yhteenveto ja tulokset

Empiirisestä aineistosta koostettiin viisi yhteenvetotaulukkoa kuvaamaan miten kyberisaatio ilmentyy terveydenhuollossa. Ensimmäiset kaksi taulukkoa esittävät pääteemojen mukaiset kyberfyysiset, -sosiaaliset ja -mentaaliset tulevaisuuskuvat (ks. taulukot 2 ja 3). Kolmannessa taulukossa on listaus yksittäisistä kyberratkaisuista (ks. taulukko 4). Neljänteen taulukkoon on koostettu yhteenveto *Todennäköisesti toteutuvista* -osailmiöistä ja ratkaisuista (ks. taulukko 5). Viides taulukko esittää aineistosta esiin nousseita tulevaisuuden muutostekijöitä (ks. taulukko 6). Viimeisessä taulukossa (ks. taulukko 7) aineistoa tarkastellaan lopuksi PESTEL-analyysin näkökulmasta.

4.7.1 Kyberfyysiset, -sosiaaliset ja -mentaaliset tulevaisuuskuvat

Kyberfyysiset tulevaisuuskuvat jakautuvat todennäköisiin, toivottaviin ja vältettäviin ratkaisuihin ja tapahtumiin. Näissä keskeisinä kuvina nousivat toimintojen automatisointi kyberfyysisten ratkaisujen ja älykkäiden välineiden, koneiden ja laitteiden avustuksella (ks taulukko 2).

Taulukko 2. Kyberfyysisiä tulevaisuuskuvia

Kyberfyysinen	
Todennäköiset	
-	Aina mukana kulkevat verkkoon kytkeytyneet päätelaitteet sensoreina ja kaiken tiedon kerääjinä.
-	Autonomiset ihon alla tai päällä sijaitsevat itsenäiset mittauslaitteet (ennakoivat, reagoivat).
-	Virtuaalitodellisuus laajalti käytössä.
-	Leikkausrobotit.
-	Seuralaisrobotit hoivapuolella.
-	Puheohjattavat sovellukset halvaantuneiden liikkumisen tukena.
Toivottavat	
-	Potilaiden elintapojen ja terveyden etäseuranta, ennaltaehkäisevä itsehoito vakiintuu ihonpäällä olevien sekä lääkinällisiksi laitteiksi luokiteltujen sensorien avulla.
-	Perinteiset manuaaliset työtehtävät ja toiminnot korvautuvat automaattisilla toiminnoilla (sähköpostitus, tarkistus yms.).
-	Massadataa hyödynnetään potilashoittoon ja leikkauksiin liittyvässä päätöksenteossa.
-	Teknisten IT-laitteiden käyttöikä on pitkä ja käyttöikä on säädetty laissa.
Vältettävät	
-	Lait ja säädökset eivät tue eettistä ja ekologista teknologian kehittymistä ja käyttöä.
-	Ihmisrobotin kaltaisia hoitaja-/lääkärirobotteja otetaan käyttöön prosesseissa, joissa tarvitaan ihmisen kosketusta ja/tai läsnäoloa.
-	Käyttöliittymien laatu vaihtelee ja ratkaisut soveltuvat rajoitetuille käyttäjäryhmille.
-	Ihmisiä kategorisoidaan kerätyn terveystiedon avulla ja sen perusteella määritellään erilaisia kohdennettuja palveluita (vakuutukset, myönnettävät edut, yms.).
-	Potilastietoja myydään kaupallisille toimijoille.
-	Laitevalmistajat määräävät terveydenhuollon IT-laitteiden ja ohjelmistojen komponenttien elinkaaren.
-	Ekologisia ympäristötekijöitä ei huomioida uusia teknologioita kehitettäessä.

Kybersosiaaliset ja mentaaliset -tulevaisuuskuvat sisältävät virtuaalitodellisuuden ratkaisuja ja hoitoprosesseihin liittyviä oleellisia muutoksia (ks. taulukko 3.).

Taulukko 3. Kybersosiaalisia- ja mentaalisia tulevaisuuskuvia

Kybersosiaalinen
Todennäköiset
<ul style="list-style-type: none"> - Virtuaalisilla etäläsnäolo ratkaisulla (3D, teleporttaus) korvataan perinteisiä vastaanottoja ja hoitotoimenpiteitä (lohduttava tai konsultoiva robotti-lääkäri). - Ainoastaan erityisen sairaat potilaat hoidetaan sairaaloissa. - Kypäräsovellukset. - Seurarobotit.
Toivottavat
<ul style="list-style-type: none"> - Seurarobotit ja robotti-kotieläimet toimivat ikäihmisten ja erityisryhmien väsymättöminä seuralaisina. - Lääkäri- ja leikkausrobotit kirurgisissa toimenpiteissä. - Joukkona yhdessä toimiminen ja joukkotoimintaan liittyvät sovellukset yleistyvät. - Tekoäly leikkaus- ja hoitopäätösten sekä ennakkoinnin tukena. - Keinotodellisuus leikkauksissa. - Virtuaalitodellisuus psykoterapiassa ja rauhoittumisessa. - Aivoelektronit liikehermoratojen stimuloijina.
Vältettävät
<ul style="list-style-type: none"> - Lait ja säädökset eivät tue eettistä ja ekologista teknologia kehittymistä ja käyttöä. - Seurarobotit, joiden virheellinen toiminta voi aiheuttaa vaaratilanteita. - Etämittauslaitteille ei säädetä kliinisille lääkintälaitteille tarvittuja vaatimuksia.
Kybermentaalin
Todennäköiset
<ul style="list-style-type: none"> - Hologrammi terapeutti. - Yhteisölliset ja joukkoistamiseen liittyvät kybermentaaliset ratkaisut.
Vältettävät
<ul style="list-style-type: none"> - Lait ja säädökset eivät tue eettistä ja ekologista teknologian käyttöä eikä kehittymistä.

Kybersosiaaliset, -fyysiset sekä -mentaaliset ilmentyvät tulevat toteutumaan eri toiminta-alueilla pääosin kymmenen vuoden sisällä niiden teknologisesta kehityksestä ja kypsyyssasteesta riippuen (ks. taulukko 4). Täysin itsenäisesti leikkauksia tekeviin robotti-ratkaisuihin tulee kuitenkin vielä kulumaan useita vuosia.

Taulukko 4. Yhteenvedo keskeisistä kyberilmentymistä toiminta-alueittain.

Ilmiö	1	2	3	5	6	7
Ilmentymät Mitä?	Kyber-sosiaali-lisuus	Kyber-fyysisyys	Kyber-mentaali-suus	Kyber-fyysisyys	Kyber-fyysisyys	Kyber-fyysisyys
Toteutumistapa, miten	Robotti (hoiva, seura, lohtu)	Kyborgi	Autonominen laite	Kypäräsovellus	Etäseuranta implanttien ja siirrännäisten avulla	Paikannettavat laitteet, sensorit
<i>Tapahtuma</i>	Vuorovaikutus	Seura	Tunteet ja perustarpeet	Inhimillisuus	Tarve	Singulariteetti, älykkyyden räjähdys
<i>Kohde</i>	Aivot	Ihon sisäpuoli	Ihon pinta	Lääkintälaitte	Päätelaite	Fyysiset entiteetit
<i>Keneen kohdistuu</i>	Potilas, omainen	Terveystuollon ammattilainen, potilas	Omainen, potilas	Lääkintälaitte, potilas	Päätelaite, potilas	Potilas, omaiset, sairaalan ammattilaiset
Toiminta-alue	Erikoissairaanhoito	Ei määritely	Perusterveydenhuolto	Psykiatria	Ei määritely	Kaikki toiminta-alueet
Aika	Olemissa olevat >10 vuotta	Yli 10 vuotta	Alle 5 vuotta	Yli 10 vuotta	Myöhemmin tulevaisuudessa >10 vuotta	0-10 vuotta

4.7.2 Vastausjakauma

Haastatteluaineistossa nousi esiin monia kyberisaation pääteemoihin liittyviä tulevaisuuden ilmentymiä. Taulukkoon 5 (ks. sivu 74) on listattuna ne tulevaisuuden osailmiöt, jotka toistuivat lähes kaikissa lausumissa. Tuloksissa nousi esiin useimmiten robotit avustavissa ja seuraa vaativissa toiminnoissa, viestintäteknologian kehittyminen virtuaalitodellisuuden tukeutuviin ratkaisuihin, erilaiset mittauslaitteet ja massadatan hyödyntäminen tekoälyn avulla.

Taulukko 5. Vastausjakauma: Kyberisaation todennäköiset osailmiöt.

Kyberratkaisu/ Aihe	V1	V2	V3	V4	V5	Yhteensä
Robotit						
- Avustavat	1 Kyllä	1 Kyllä	3 Puuttuu	1 Kyllä	1 Kyllä	Avustavat: Kyllä = 4 Puuttuu = 1 Seuralliset: Kyllä = 4 Ei = 1 Hoitavat Kyllä = 2 Ei = 3 Kyborgit Ei = 5
- Seuralliset	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Ei	1 Kyllä	
- Hoitavat	1 Kyllä	2 Ei	1 Ei	1 Ei	1 Kyllä	
- Kyborgit	1 Ei	2 Ei	1 Ei	1 Ei	1 Ei	
Viestintäteknologiat (teleportaus, 3D jne.)	1 Puuttuu	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Puuttuu	1 Kyllä	Kyllä = 3 Puuttuu = 2
Virtuaalitodellisuus osana hoitoprosesseja	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	Kyllä = 5
Autonomiset pienet etämittauslaitteet	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	Kyllä = 5
Massadatan käyttö osana kliinistä päätöksentekoa	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	Kyllä = 5
Elektronit, implantit ymv.						
- Ihon päällä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	Kyllä = 5 Kyllä = 5 Ei = 1 Puuttuu = 4
- Ihon sisäpuolella	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	1 Kyllä	
- Aivokuoren sisällä	1 Puuttuu	3 Puuttuu	3 Puuttuu	3 Puuttuu	2 Ei	

4.7.3 Muutostekijät

Kyberisaation liittyvät muutostekijät liittyvät joko välittömiin tai välillisiin tekijöihin. Ne voidaan aineiston perusteella edelleen jakaa heikkoihin signaaleihin, megatrendeihin, poliittisiin, ekologisiin, sosiaalisiin, teknologisiin, taloudellisiin ja lainsäädännöllisiin tekijöihin. Aineistosta nousseista tulevaisuuden muutosajureista ja PESTEL-muuttujista luotiin kaksi taulukkoa (ks. taulukot 6. ja 8.). Lausunnoista ei noussut yhtään villedä kortteja, taikka mustia joutsenia.

Taulukko 6. Muutosajurit

Muutosajureita	
Heikot signaalit	<ul style="list-style-type: none"> - Covid-19 vaikutukset toimintaympäristöön (työmetodit, hoitoprosessit, teknologiakehitys). - Kehittyvät etäyhteydet muuttavat hoitoprosesseja. - Chatbotit ohjaavat ja avustavat oikeaan hoitoon. - Verkostot ja yhdessä toimiminen lisääntyvät. - Inhimillisuus ja ihmisyyden on kaiken toiminnan lähtökohtana – ei teknologia.
Megatrendit Yleiset ajurit	<ul style="list-style-type: none"> - Teknologinen kehitys. - Erikoissairaanhoidon hoitaa ainoastaan vaikeat ”tapaukset”. - Virtuaaliodellisuuden hyödyntäminen. - Ilmastonmuutos (Suomessa ”napapiirin reunalla” on hyvä olla). - Tullaan riippuvaiseksi omavaraisesta maataloudesta. - Pandemiat rantautuvat Suomeen viimeisenä. - Suomi on hyvä paikka asua ja olla seuraavat 50 vuotta. - Globalisaation suunta muuttuu digitaaliseksi fyysisten ratkaisujen sijaan.

Aineistosta kerättiin lopuksi toivottuihin terveydenhuollon toimintaympäristön kybertoteutuksiin vaikuttavia muutostekijöitä PESTEL-menetelmää hyödyntämällä (ks. taulukko 7.). Taulukon ensimmäisessä sarakkeessa on kuvattu PESTEL-muutostekijät ja toisessa sarakkeessa toivottuihin kyberratkaisuihin liittyviä ilmiöitä.

Taulukko 7. PESTEL-analyysi.

Muutostekijä	Ilmiöt
Poliittinen	<ul style="list-style-type: none"> - Pandemiat. - ”Potilasroolin” käsitteellinen muutos. - Terveydenhuoltojärjestelmän ja johtaminen ”suurtiedolla”.
Ekologinen	<ul style="list-style-type: none"> - Laitteiden elinkaari on pitkä. - Kaikissa kyberratkaisuissa huomioidaan ekologisuus.
Sosiaalinen	<ul style="list-style-type: none"> - Ihmiskoketuksen ja vuorovaikutuksen merkityksellisyys suunnittelun lähtökohtana. - Yhteisöllisyys ja joukkona toimiminen.
Teknologinen	<ul style="list-style-type: none"> - Etäyhteyksien ja virtuaaliodellisuuden hyödyntäminen hoitoviestinnässä. - Pienet älykkäät autonomiset anturit, päätelaitteet ja mobiililaitteet ”mittareina”. - Avustavat-, hoiva- ja seurarobotit. - Terveydenhuoltoalan tietomallien osaamisen kehittäminen ja kehittyminen.
Taloudellinen	<ul style="list-style-type: none"> - Kustannusten ja resurssien säästäminen (henkilökunta, tilat, turhat prosessit). - Etähoivaratkaisut sosiaali- ja perusterveydenhuollon tietyille potilasryhmille. - Massatieto ennakoivassa ja optimoivassa hoidossa.
Lainsäädöllinen	<ul style="list-style-type: none"> - Terveydenhuoltoalan ohjelmistokehityksen ja lääkinnällisten laitteiden sääntely. - Genomitiedon ja kerätyn potilastiedon hyödyntämisen sääntely. - Keinoälysovellusten potentiaalin sääntely. - Koneoppimisen klinisen käytön sääntely.

4.7.4 Kyberisaatio terveydenhuollossa

Tässä luvussa annetaan vastaukset tutkimuskysymyksiin ja verrataan tuloksia taustakirjallisuuteen. Vastaukset pohjautuvat empiiriseen tutkimusaineistoon ja edellä esitettyihin yhteenvetoihin. Koska aikaisempaa tutkimuskirjallisuutta kyberisaatio ilmiöön terveydenhuollon kontekstissa ei ollut liiemmin saatavilla, tutkimusvastauksia peilataan kyberisaatio ilmiötä kuvaavaan ja muuhun yleiseen taustakirjallisuuteen.

Pro Gradun päätutkimuskysymys oli: ”Miten ilmiö tulee ilmentymään hoiva- ja terveydenhuollon toimintaympäristössä, ja mitkä ovat siihen liittyvät toivotut, todennäköiset ja vältettävät ratkaisut terveydenhuollon toimintaympäristössä?”.

Tutkimuksen ensimmäinen havainto oli, että kyberisaatio on terminä tuntematon. Kukaan haastateltavista ei ollut kuullut sanaa *kyberisaatio* aikaisemmin taikka sen englanninkielistä versiota *cyberization*. Haastatteluiden taustoituksen jälkeen ja haastatteluiden aikana selvisi, että taustakirjallisuuden ilmiöön liittämät ratkaisut ovat haastateltaville jossain määrin tuttuja ja monet niistä heidän ammatillisen kiinnostuksensa kohteena.

Ensimmäinen tutkimuslöydös oli, että kyberisaatiossa on kyse monista sellaisista ratkaisuista joiden esiasteet ja prototyypit ovat jo olemassa tai kehitteillä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että monia kyberratkaisuja odotetaan ilmentyvän terveydenhuoltoon kaikille sektoreille niin erikoissairaanhoidon, perusterveydenhuoltoon kuin hoivapuolelle. Haastateltavat odottavat joidenkin kirjallisuuskatsauksessa kyberisaatioon liitettyjen ilmentymien tulevan muodossa tai toisessa. Ensimmäisten osatoteutusten osalta niitä tulee viiden vuoden sisällä, ja monimutkaisempien ratkaisujen osalta, aikaisintaan yli kymmenen vuoden tai pidemmän ajan päästä. Yksi haastateltavista totesi: ”Virtuaalitodellisuus on yksinkertainen toteutus siitä, mitä kyberisaatio tulee olemaan tulevaisuudessa” (V5).

Terveydenhuollossa on toimialueita, joille tulevaisuuden kyberratkaisut nähtiin tarpeellisiksi. Erityisesti vanhustenhuolto ja sosiaalitoimi, sekä erikoissairaanhoidosta kirurgia ja psykiatrian alueet nousivat haastatteluissa esiin kyberratkaisujen yhteydessä. Osa näistä ratkaisuista on jo käytössä tai niiden kehityksen esivaiheissa. Kyberisaation nähdään ilmentyvän ainakin seuraavien toivottujen, todennäköisten ja tarpeellisten kyberratkaisujen muodossa:

1. Sosiaaliset robotit auttavissa työtehtävissä, opettajina, lohtuna ja seurana.
2. Erikoistoimintoihin tarkoitettut robotit (kirurgiset leikkausrobotit).
3. Terveydentilan ja lääketasapainon ymv. jatkuva ja reaaliaikainen ennakointi, etämittaus, arviointi ja ohjaus terveydenhuololle standardoiduilla järjestelmillä sekä mittauslaitteilla.
4. Älykkäät aktiiviset verkkoon kytkeytyneet päätelaitteet (älypuhelimet, kypärät, tietokoneet, ihon alla tai päällä olevat laitteet).
5. Ihmisten terveyttä tukevat ja sairauksia ennaltaehkäisevät, ennakoivat ja optimoivat etäsovellukset ja -järjestelmät, jotka hyödyntävät koneoppimista.
6. Elektronien mahdollistamat toteutukset liikuntarajoitteisille.
7. Puhuvat chatbotit ja niiden laajentuminen yleisille toiminta-alueille.
8. 3D telekommunikaatio sovellukset ja teleporttaavat hologrammi - etävastaanotot ja -kokoukset.
9. Virtuaalitodellisuuden ratkaisut, kuten kypäräsovellukset ja virtuaalilasit opetuksen apuna, viestinnässä, rentouttamisessa, leikkauksissa, neuropsykologian ja psykologian alueilla toimintakyvyn sekä kuntoutuksen tarpeen arvioinnissa että sosiaalisten tukien myöntämisessä.
10. Rutiinitöiden automatisointi kaikessa missä mahdollista.
11. Suurtiedon hyödyntäminen hoito- ja leikkauspäätösten tukena tekoälyn avulla.

Suhteellisen epävarmoina asioina pidettiin, että robotit korvaisivat tulevaisuudessa ihmistyövoiman kaikissa mahdollisessa hoitoprosesseissa ja toiseksi, että aivokuoren alle verkottoiduttaisiin ja kolmanneksi, että tulisi täysin ”ihmisten kaltaisia kyborgeja”. Robotit nähtiin kuitenkin toivottuna ja todennäköisenä kehityksenä pääsääntöisesti auttavissa tehtävissä. Robotteja nähdään tulevan tulevaisuudessa kolmeen luokkaan: a) sosiaaliset seurarobotit, b) autonomiset tiettyihin erityistoimintoihin, kuten esimerkiksi vaarallisiin paikkoihin suunnittelut ja ihmistyötä korvaamaan tehdyt leikkausrobotit ja c) hyvin pienet autonomiset laitteet.

E erityisen toivotuiksi toteutustavoiksi nostettiin erilaiset toimintaprosesseja avustavat ratkaisut, jotka helpottavat ja vähentävät ammattilaisten työtä ja sellaiset psykososiaaliset ratkaisut, joilla vähennetään yksinäisyyttä taikka pitkien etäisyyksien aiheuttamia haasteita. Aaltonen (2019) listaa kahdeksan tarveteoriaa, joihin inhimilliset tarpeemme pohjautuvat ja joihin meidän tulisi tukeutua myös tulevaisuudessa, jotta voimme vaikuttaa parempiin päätöksiin, yksilöiden ja yhteisöjen hyvinvointiin ja johtajuuteen. Nämä tarpeet ovat: yhteenkuuluvuus, tunnustus, suuntautuminen, varmuus, osallistuminen, luovuus, mielihyvä, elämä ja terveys. (s. 193.)

Aineistosta nousi esiin itsenäiset älylaitteet, jotka ovat kytkeytyneet verkkoon (ks. kohta 3). Aaltosen (2020) mukaan terveydenhuollon tavarat ja lääkinnälliset laitteet täyttyvät ympäristöä havainnoivista sensoreista, jotka keskustelevat keskenään ja ohjaavat ympäristöä asioiden internetin välityksellä (s.21). Ihmisvartaloon kiinnitettävät sensorit ja apuvälineet pystyvät havainnoimaan erilaisia ihmisten toimintoja etänä mitaten. On ilmiselvää, että edellä mainituilla toiminnoilla on suuri merkitys terveyden edistämässä ja sairauksien ennaltaehkäisemisessä. (Aaltonen, 2020, s. 110.) Nämä teknologiat tulevat tutkimuksen mukaan olemaan kiistämättä merkittävässä apuroolissa kehityksessä ja terveydenhuollon teknologisessa murroksessa.

Kyberisaation mukanaan tuomia muutoksia nostettiin esiin toimintaprosesseihin, käsitteisiin ja kulttuuriin, yhteiskuntaan sekä käytänteisiin liittyen:

1. Toimintaprosessit ja vakiintuneet käsitteet muuttuvat:
 - a. Potilaskäsite muuttuu teknologiakehityksen myötä ja potilaiden hoidon siirtyessä etävastaanottoihin ja koteihin.
 - b. Työn tekeminen muuttuu, koska terveydenhuollon ammattilaisten työn tueksi tulee avustavia robotteja.
 - c. Tiettyjen potilasryhmien hoito siirtyy kotiin, erikoissairaanhoidolle jää hoidettavaksi ainostaan ”vaikeimmat” tapaukset.
 - d. Tarvitaan kulttuurinen muutos, mikäli vanhusten kotihoitoon tukeudutaan yksinomaan teknologian avustuksella.
 - e. Suurdatan käyttö muuttaa terveydenhuollon johtamisrakenteita ja - prosesseja, koska tautien kulkuja ja komplikaatioita voidaan ennustaa ja hoitoa optimoida tehokkaasti.

2. Teknologisen kehittymisen myötä yhdessä- ja joukolla tekemisen toteutukset lisääntyvät.
3. Liialta teknologian käytöstä saattaa seurata "vastareaktio".
4. Koneoppimisen sovellutusten laajentuminen eri terveydenhuollon toimintaympäristön alueille synnyttää uusia säädösten ja lakien päivitystarpeita.

Yksi mielenkiintoinen ja yhteiskunnallinen tutkimuslöydös on 1.a kohdassa esitetty, että kyberisaatio tulee muuttamaan potilas-käsitettä ja terveydenhuollon johtamisrakenteita ja sitä, miten potilaita tullaan tulevaisuudessa hoitamaan. Erikoissairaanhoidon vastaa tulevaisuudessa edelleenkin erityisen vaativien potilaiden hoidosta sairaaloissa, kun taas muiden potilaiden hoito voi keskittyä esimerkiksi koteihin ja heitä hoidetaan tulevaisuudessa erilaisin päätelaitteiden, robottien ja hologrammien avustuksella.

Aineistosta nousi esiin kaksi näkökulmaa, että massatietoa tulisi hyödyntää kliinisissä päätöksissä enemmän. Tulevaisuudessa sen rooli nähtiin erityisen toivottavana esimerkiksi kirurgien intuitioon pohjautuvien leikkauspäätösten tukena. Shah ja muut (2016) ovat kirjoittaneet, että vaikka massatiedon hyödyntäminen on kehittynyt laadullisissa ympäristöissä heterogeenisen tiedonkäsittelyn, skaalautuvan infrastruktuurin - automaattisen päätöksenteon ja reaaliaikaisen potilastiedonkeruun välissä on suuri aukko (s. 1.) Laajassa digitaalisessa taloudessa massadataa voidaan hyödyntää prosessien tehostamiseksi ja kustannusten pienentämiseksi (Aaltonen, 2019.)

V2 toi esiin, että esineiden internet, massatieto ja tekoäly luovat pohjaa teknologisen kehityksen evoluutiolle digitaalisesta kohti kyberisaatiota. "Teknologia voi tuoda takaisin yhteisen tekemisen motivaatiota. Ja jos sillä voidaan hyödyntää teknologiaa, se johtaa johonkin hyvään, johonkin parempaan, ihmisillä on parempi elää." (V2). Kuusi ja muut (2013) kirjoittavat, että "Tietoyhteiskunta, eli informaatioyhteiskunta on vain kehittyneempi teollisen yhteiskunnan tuotannollinen muoto." Sitä seuraa merkitysyhteiskunta, jossa oleellista on jakaminen ja vuorovaikuttaminen, erilaiset hybridiristeyvät sekä elämismaailmoista nouseva kokeminen ja käyttäytyminen. Mikäli

merkitys yhteiskunta rakentuu yleisen tietotekniikan päälle, pääteknologiaksi tulee nousemaan ubiikki, joka paikan internet. (Kuusi ja muut, 2013, s.268.)

Tutkimuksessa esiin nousseita vältettäviä tulevaisuuskuvia ovat:

1. Etävastaanottojen laajentuminen niille toiminta-alueille, joihin se ei tarkoituksenmukaista.
2. Epäeettinen robottikehitys ja -tutkimus.
3. Robottikehitys, joka pohjautuu inhimillisten tarpeiden täyttämiseen teknologian avulla ilman, että kohderyhmät on eroteltu tai huomioitu.
4. Robottien käyttäminen järjestyksenvalvonnassa.
5. Luotettavien tiedonlähteiden perustan kyseenalaistaminen tai keskittäminen yksittäisten rekisterinpitäjien haltuun.
6. Genomi-tiedon tietojen myyminen väärin käsiin tai kaupallisiin tarkoituksiin.
7. Loppukäyttäjien unohtaminen järjestelmien- ja käyttöliittymien suunnittelussa.

Aineistosta nousi esiin, että terveydenhuollolle toteutettavien ratkaisujen tulee toimia luotettavasti ja turvallisesti, jotta niitä voidaan ottaa käyttöön. Kaikki kehittäminen edellyttää asiakkaiden ja loppukäyttäjien mukaan ottamista (Dong, Sivakumar, Evans & Zhou, 2014). Serpanos (2018) korostaa, että esimerkiksi kyberfyysisen järjestelmän on toimittava aina luotettavasti ennakolta määritellyillä toimintatavoilla, jotta kaikki sen käyttöön liittyvät turvallisuuden edellytykset täyttyvät. (Serpanos, 2018, s. 72.)

Tutkimuksessa nousi sivuhavaintona esiin, että terveydenhuollon teknologiaratkaisuja ilmaantuu markkinavetoisesti. Hyötyniemi (2013) kirjoittaa, että todellisuudessa ihmisten tarpeet ovat määrittelemättömiä. Menestyvää palvelua tai tuotetta ei voida ennakoida ilman, että se tuodaan markkinoille, minkä jälkeen kysyntä, tarjonta ja hinnoittelu asettuvat muiden tekijöiden muodostamaan kokonaisuuteen, muuten kyseessä olisi ”pelkkä projektio monimuuttujaisesta todellisuudesta” (Hyötyniemi, 2013, s.2). Tutkimus havainto viitanee kuitenkin siihen, että terveydenhuollon säädelyjä ratkaisuja tulisi sairaalan ammattilaisten näkökulmasta kehittää tarve-edellä ja terveydenhuoltoalan ammattilaisten kanssa yhteistyössä.

Tutkielman ensimmäinen apukysymys oli: ”Millaisia ovat ilmiöön liittyvät muutostekijät, ajurit tai heikot signaalit?”

Korona-viruspandemian nähtiin toimivan heikkona tulevaisuutta muuttavana signaalina. Se vaikuttaa muuttuneiden työskentelyprosessien, kuten muun muassa etätyöskentelyn ja etävastaanottojen myötä viestintäteknologioiden hyödyntämiseen sekä kehitykseen ja näin ollen tulevaisuuden ratkaisujen kehittymiseen. Pandemiat, suurdatan hyödyntäminen ja teknologioiden kehitys toimivat edelleen ajureina potilashoitoprosessien muutokseen. Potilaiden hoitaminen ja kontaktointi etänä kotiin eri tekniikoin mahdollistuu, mikä tulee toimimaan ajurina siihen, ketä ja miten erilaisia potilasryhmiä tullaan hoitamaan erikoissairaanhoidon ja perusterveydenhuollon kesken.

Chatbottien käytön laajentuminen uusille toiminta-alueille hiljaisena signaalina ajaa toimintojen automatisoinnin kehitystä. Hahmon- ja puheentunnistus menetelmät toimivat omalta osaltaan ajurina kyberkehitykselle. Joukkona ja yhdessä toimiminen vahvistuvat yhteiskunnallisina ajureina. Yleisinä ajureina ja megatrendeinä globalisaatio digitalisoituu ja Suomesta tulee hyvä paikka elää ja asua pohjoisen sijaintinsa johdosta.

Tutkielman toinen apukysymys oli: Miten kyberisaatio muuttaa hoiva- ja terveydenhuoltoalan toimintaympäristöä ja mitä vaatimuksia se tuo mukanaan? Toivottuihin kyberratkaisuihin liittyen aineistosta nousivat seuraavia vaatimuksia:

1. Regulaation uudistaminen ja säätäminen terveydenhuollon teknologisen kehityksen mahdollistamiseksi eri toiminta-alueille: ohjelmistot, järjestelmät, kone-oppiminen, tiedonhallinta, genomi-tieto, lääkinnällisten laitteiden ohjelmistot ja IT-laitteiden elinkaari.
2. Kotona- ja etänä käytettävien mittauslaitteiden jakamisen ja käytön periaatteet, siten etteivät ne aiheuta epätasa-arvoa eri potilasryhmille.
3. Terveydenhuoltoalan tarkoituksenmukaisten tietomallien rakentamiseen liittyvää ammatillista osaamista tulee kehittää.
4. Käyttöliittymäsuunnittelu ja käyttäjäkokemus nousevat keskeisiksi kyberratkaisujen menestystekijöiksi.
5. Terveydenhuollon ratkaisujen suunnittelu tehtävä asiakastarpeen mukaan, ei markkinalähtöisesti.
6. Mikäli vanhusten hoitamista keskitetään koteihin, tarvitaan kulttuurimuutos.

Aineistosta nousi esiin, että kyberteknologia ei ole vielä täysin valmis monellakaan alueella, mutta kehitystä odotetaan tapahtuvan lähivuosien aikana. Kehityksen pohjalla odotetaan olevan sitä ohjaava ja säätelevä regulaatio (ks. edellä kohta 1). Sama havainto nousi esiin myös taustakirjallisuudessa. Tutkimusaineiston perusteella keskinkertaisen varmana asiana nousi asia, että mikäli terveydenhuollolle ei säädetä teknologiseen kehitykseen liittyvää vaadittua lainsäädäntöä, terveydenhuollon teknologinen osaaminen ei kehity ja teknologinen kehitys vääristyy. Tulevaisuuden kybermaailmoja ja integroituvia lääkintälaitteita sekä päätelaitteita varten tarvitaan lisää terveydenhuollon normeja ja säädöksiä. Genomi-tiedon suojaaminen nähtiin erittäin tärkeänä, siitä huolimatta, että säädökset hankaloittavat tiedon hyödyntämistä.

Ministeriöllä oli vuonna 2019 käynnissä seitsemän tekoälyyn liittyvää lakihanketta: laki sosiaali- ja terveystietojen tietoturvasuojasta, biopankkilaki, genomilaki, ensihoidon ja päivystysneuvonnan tietokantojen käyttö, kentän toimijoiden tekoälyhankkeet, hyvinvointirobotiikka ja tekoälyohjelma, virtuaalisairaala, omahoito ja digitaaliset hyvinvointipalvelut (Siukonen & Neittaanmäki, 2019). Käynnissä olevat lakihankkeet kuvastavat nopean teknologia kehityksen mukanaan tuomaan jatkuvaa lakien säätämisen tarvetta.

Haastateltavat eivät ole huolissaan robottien vallankaappauksesta, vaan ihmisiä koskettavasta identiteetin suojaan liittyvästä huolesta, että tietojen keruu, käsittely ja säilytys toteutetaan eettisesti ja säädellysti. Tämä liittyy edellä havaittuun regulaation puuttumiseen ja tiedonsuojaamiseen. Tegmarkin (2018) mukaan sen sijaan, että ihmiset huolehtisivat robottien vallankaappauksesta, tulisi olla huolissaan siitä, että supertietokoneiden älykkyys on yhteismitallinen ihmisten kanssa (s.58).

Tekoälyn hyödyntämisen haasteeksi nousi yhden haastateltavan mielestä osaamisen kehittäminen, jotta vääränlaisilta ratkaisuilta epätarkoituksenmukaisten tietomallien käyttämisessä tulevaisuudessa vältytään. Mitä helpompaa mallien luominen on, sitä suurempi riski epätarkoituksenmukaisista ratkaisuista nousee. Tietomallien helppo

luominen aiheuttaa laatuun liittyvän ongelman (viitaten edellisen listauksen kohtaan 3). Taustakirjallisuus on samalla linjalla. Esimerkiksi Neittaanmäen (2013) mukaan datajoukkoja mallinnettaessa, vähäinen data tai liian heikkolaatuinen tuottavat huonoja tuloksia ilman ennustettavuutta, eivätkä ne ole yleistettävissä kyseisten tietojoukkojen ulkopuolella. Toisaalta taustakirjallisuudessa Zhou ja muut (2020) ehdottavat, että organisaatioiden tulisi keskittyä kehittämään älykkäiden systemien muodostamaa infrastruktuuria algoritmien sijasta.

Yhteenvedon voidaan lopuksi voidaan todeta, että kyberisaation liittyviä digitaalisia esi-ilmentymiä on jo käytössä, ja niihin liittyvät fyysisiksi muuttuvat kyberratkaisut tulevat osaksi terveydenhuollon toimintaprosesseja, sairaaloissa, hoivapuolella ja kotihoidossa. Terveydenhuollon ammattilaiset näkevät kyberratkaisujen tarpeellisuuden tarkoitusperiaatteen pohjalta. Feyerabendin (1975) mukaan vaikeatkin muutokset voivat luoda positiivisen kehityksen ja luoda tilaa uusille teorioille tai osoittamalla uuden tutkimussuunnan. Kuvioon 7 on kerätty empiirisen aineiston keskeisimmät kyberisaatioon liittyvät ilmiöt ja tekijät terveydenhuollon toimintaympäristössä.

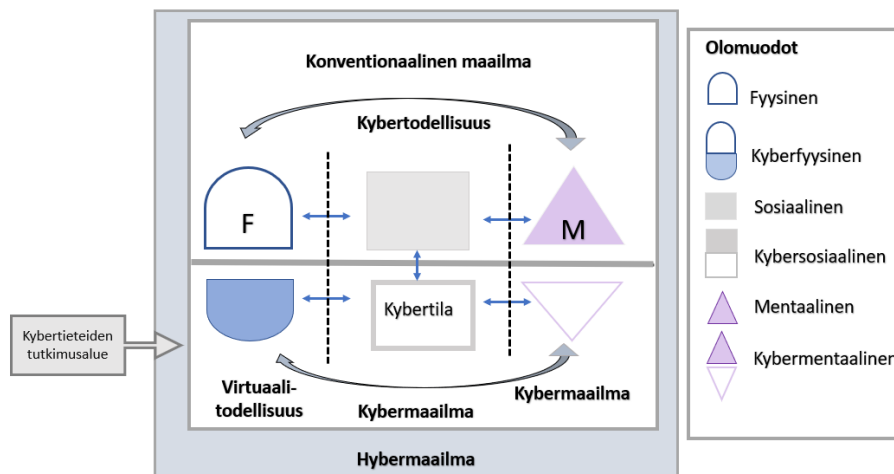


Kuvio 7. Kyberisaatio terveydenhuollossa.

5 Diskussio

Tutkielma tarkasteli kyberisaatio ilmiötä terveydenhuollon toimintaympäristössä. Tavoitteena oli muodostaa ilmiöön liittyviä tulevaisuuskuvia erikoissairaanhoidon kehittämisestä vastaavien ammattilaisten näkökulmista. Tutkimustuloksia ei voi sellaisenaan yleistää, koska aineisto pohjautuu viiteen haastatteluun. Tulokset antavat kuitenkin suuntaa toivottuihin ja tarpeellisiin kehityspolkuihin. Tutkielma pyrki myös lisäämään ymmärrystä tutkittavan ilmiön luonteesta, sekä nostamaan esiin digitaaliseen kehitykseen liittyviä merkityksiä, vaatimuksia ja vaikutuksia, joita kyberisaatio tuo mukanaan.

Tutkimuksen teoriaosassa tarkasteltiin ensin sitä, miten ilmiötä kuvataan tutkimuskirjallisuudessa. Taustakirjallisuuden mukaan kyberisaatio muodostuu kuudesta kyber-olomuodosta, kolmesta maailmasta sekä niiden erilaisista yhdistelmistä ja niissä esiintyvistä ilmentymistä (ks. kuvio 8). Kaikki nämä yhdessä muodostavat hypermaailman. Cybermatics-tieteen ala tutkii edelläkuvattuja alueita ja erityisesti kyberfyysisiä järjestelmiä.



Kuvio 8. Kyberisaatio ja sen olomuodot.

Tutkimuksen tavoitteisiin päästiin muodostamalla ensin ymmärrys siitä, miten kyberisaatio ilmiö selitetään taustakirjallisuudessa ja mitä se tarkoittaa, ja keräämällä

tutkimusaineisto teemahaastatteluiden avulla. Aineistosta muodostettiin tulevaisuuskuvat, koostettiin ilmiöön vaikuttavat muutostekijät ja muodostettiin lopuksi synteesi. Tutkimustulosten mukaan kyberisaatio tulee realisoitumaan tiettyjen potilasryhmien etähoitojen lisääntymisellä, ja niin, että erilaiset robotit, mittauslaitteet ja massadatan hyödyntäminen muuttuvat osaksi hoito- ja leikkausprosesseja. Dataa kerätään erilaisilla päätelaitteilla ja sensoreilla. Potilashoitoa ja kohtaamisia tarjotaan etäteknikoin ja etämittauksiin pohjautuvaan tietoon niillä erikoisalueilla, joihin ne on tutkittu soveltuviksi.

5.1 Pohdintaa

Haastateltavat näkivät, että monien kyberisaatioon liitettävien ratkaisujen ”esi-asiat” ovat nykypäivää, kun taas tietyt ratkaisut tulevat toteutumaan vasta kymmenien vuosien päästä - jotkin toteutukset eivät koskaan. Kybermentaaliset ratkaisut nähtiin tällä hetkellä epätodennäköisinä. ”Kyberminiä” taikka täysin ihmisen kaltaisia kyborgeja, eivät haastateltavat nähneet tulevan milloinkaan käyttöön terveydenhuollolle.

Taustakirjallisuudessa esimerkiksi Ma ja Huang (2015) viittaavat kyborgeihin ja kyberminän kehittämiseen liittyviin ongelmiin ja haasteisiin. Samalla he toteavat myös, että haasteet saadaan ratkaistua tiedon ja niihin pohjautuvien tietomallien lisääntyessä. Ihmisistä kerätään dataa kaikkialla, matkapuhelimilla, sensoreilla, puettavilla älyvaatteilla ja muilla vastaavilla tavoilla. Tiedon saatavuus edistää puuttuvien tietomallien muodostumista ja kyberminän kehittymistä. (Ma & Huang, 2015.) Toisin sanoen, ihmisten käyttäytyminen, teknisten laitteiden käyttäminen ja teknologian kehittyminen toimivat kyberkehityksen ajureina.

Aaltonen (2020) kirjoittaa, että meillä ei ole fyysisesti pääsyä digitaaliseen todellisuuteen. Tämä johtuu fyysisestä maailmasta, missä emme voi saavuttaa digitaalista todellisuutta, koska se on perinteisen aika- ja paikkakäsityksen toisella puolella. Digitaalinen todellisuus muodostaa uuden toiminnallisen rinnakkaistodellisuuden, jossa aika on

tärkeintä - ei paikka. (s.168–169.) Näin ollen, voitaneen ajatella, että tämän hetken käsityksemme todellisuudesta vaikeuttaa kyberisaatioon liitettävien hybermaailmojen toteutusten ymmärtämistä konkreettisesti. Taustakirjallisuudessa viitataan kybersosiaalisiin ja kyberfyysisiin ratkaisuihin. Näissä järjestelmissä tietoa kerätään, havainnoidaan, vastaanotetaan ja johdetaan keskitetysti. Etämitattavien potilaiden hoito- ja palveluntuottamistarpeinen ymmärtäminen ja niihin sopeutuminen voisi helpottua, kun kerättyä tietoa yhdistetään ja verrataan. Teoriaosuudessa sivulla 25 esitetty havainnointikeskus (ks. kuvio 2) on yksi tällainen esimerkki tulevaisuuden mahdollisesta kyberfyysisestä ratkaisukokonaisuudesta terveydenhuollossa.

Mikäli robotit korvaavat työvoimaa, kaikkooako tehostamisesta inhimillisuus? Toisaalta, jos seurabotti jaksaa tauotta keskustella dementikon kanssa, eikä henkilö tunne hetkeäkään itsekään yksinäiseksi, voitaneen todeta, että tehostaminen on inhimillistä. Tehokkuus on riippuvainen käyttötapauksesta ja näkökulman vaihtamisen taidosta. Kuinka usein olemme tulleet miettineeksi, kuinka epäinhimillistä on käyttää tietokoneita tai muita älykkäitä päätelaitteita, jotka ovat syrjäyttäneet useita työtehtäviä vuosikymmenien saatossa digitalisaation tehostaessa prosesseja. Aihe herättää toisen kysymyksen: Voitaisiko yksinäiset vanhukset ja muut vastaavat potilasryhmät pitää kotihoidossa keskustelevien seurabottiensa avulla. Kuten tutkimuksesta nousi esiin, ihmiset kaipaavat kosketusta. Pystyykö tulevaisuuden kybermaailma toiminnallisuuksillaan ja koneopitulla inhimillisyydellään voittamaan kosketuksen voiman ja korvaamaan terveydenhuollon ammattilaisen? Entä pystyykö tulevaisuuden käyttöliittymäsuunnittelu ratkaisemaan nämä haasteet?

Työvoimakustannukset ovat usein ainoa kustannuserä, joka joustaa nopeasti. Tilojen, koneiden ja laitteiden käyttöaste voi vaihdella paljonkin, mutta niistä ei voida notkahdusten sattuessa nopeasti luopua. (Viitala, 2015, s.9.) Mikäli ihmismäiset hoivarobotit toteutuvat, tullaanko tulevaisuuden avustavissa tehtävissä työskentelevät ”ilmaiset” hoivarobotit rinnastamaan työvoimakustannuksiksi vai koneiksi?

Sosiaali- ja terveysministeriön (2018) Hyteairo-projekti tavoittelee tekoälyä ja robotiikkaa hyödyntämällä parannuksia palveluihin ja toimintaprosesseihin. Aaltosen mukaan tärkeintä on kuitenkin tunne arvokkuudesta ja oikeudenmukaisuudesta, koska näillä saadaan parhaiten talouskasvua teknologisten innovaatioiden sijasta (Aaltonen, 2019, s. 115) Tässä valossa voidaan ajatella, että ihmiskosketuksen merkitys nousee lopulta tärkeämmäksi yli koneenkosketuksen, kuten haastateltavatkin asiaa moneen otteeseen korostivat. Tekoälyn eettisyyden puolestapuhuja tutkija Max Tegmark on sanonut, että tutkimukset, jossa tutkijoilta on pyydetty arviota ihmisen tasoisesta yleisestä tekoälyn toteutumisesta, vastaukset ovat ristiriitaisia tai kieltäviä. Lähimmät arvaukset näiden toteutumisesta asettuvat kolmenkymmen ja jopa sadan vuoden päähän. (Tegmark, 2018.)

5.2 Johtopäätökset

Aaltonen ja Valli (2015, s. 67) kehottavat, että tutkijan on tärkeä käydä vuoropuhelua muiden alaan liittyvien tutkimusten kanssa analyysia, tulkintoja ja johtopäätöstä varten, jotta tutkimuksen luotettavuus säilyy. Kun tutkimuksista löytyy jonkinlaisia yhtäläisyyksiä, tutkimus saattaa olla onnistunut. Aineisto tulisikin pyrkiä nostamaan teorian tasolle (Aaltonen ja Valli, 2015, s. 67–68.) Aineiston analyysissä pyrittiin löytämään Aaltosen ja Vallin ja Aallon sanoin: *Synteisiä luova temaattinen kokonaisrakenne* (Aaltonen ja Valli, 2015, s. 83).

Taustakirjallisuuden mukaan digitalisaatiota seuraa kyberisaation aikakausi. Kyberisaatio muodostuu kyberfyysisistä, -sosiaalisista ja -mentaalista kybermaailmoista, joissa lukuisat kyberentiteetit verkottuvat virtuaalisessa- ja fyysisessä todellisuudessa. Taustakirjallisuuden perusteella *kyberisaatio* voidaan kiteyttää tarkoittamaan kyberratkaisujen kokonaisvaltaista käyttöönottoa ja toteutumista yhteiskunnan jokaisella osa-alueella. Kyberisaatio liittyy myös siihen, miten käyttäydymme, liikumme ajattelemme ja toimimme kyberisaation aikakautena, jossa kaikki on jollakin tavalla ”kyberistetty”.

Tutkimuskirjallisuudesta ei löydy kyberisaatio käsitteestä tai ilmiöstä yleensä tutkimuksia hoiva- ja terveydenhuollon viitekehyksessä. Tutkimustuloksista voidaan kuitenkin todeta, että hoiva- ja terveydenhuoltoalan toivottu kyberisaatio kehitys tulee sisältämään suhteellisen varmasti taustakirjallisuudessa kuvattuja kyberfyysisiä ja kybersosiaalisia virtuaalitodellisuuden erillistoteutuksia, joiden esiasteita on jo käytössä tai tarjolla kuluttajamarkkinoilla. Myös tutkimusaineiston mukaan, voidaan vetää johtopäätös, että murros on käynnissä. Osa ratkaisuista toteutuu viiden vuoden sisällä, kun taas kehittyneimmät ratkaisut yli kymmenen tai useiden kymmenien vuosien päästä.

Kirjallisuuskatsauksen mukaan kaikki tietojärjestelmät ja sähköverkot tullaan verkottamaan toisiinsa tai suljettuihin älykkäisiin järjestelmiin. Tutkimuksen mukaan erilaisten päätelaitteiden rooli kasvaa. Päätelaitteiden kehittyminen ja yhteyksien nopeutuminen ovat ajureita, jotka tulevat Ma ja Hungin (2015) mukaan vaikuttamaan hyper- ja kybermaailmojen kehittymiseen. Ning ja muut (2017) kirjoittavat, että kyberisaatio johtaa kyberavaruuden sekä kybermahdollistettujen maailmojen yhdistymiseen. Aineisto ei antanut suoraan vastausta ”yhdistymis” -kysymykseen, mutta toisaalta materiaalista nousi todennäköisenä, että tiettyjä potilasryhmiä tullaan hoitamaan tulevaisuudessa kotona virtuaalisesti etäkonsultaatioin ja älykkäillä potilaiden reaaliaikaista terveydentilatietoa jatkuvasti keräävillä sensoreilla sekä päätelaitteilla. Edellä esitetty toteutus luokitellaan taustakirjallisuuden mukaan kyberfyysiseksi järjestelmäksi ja se on eräs kyberisaation ilmentymistä. Kyberisaation ratkaisujen pohja muodostuu tekoälystä, internetistä ja kyberfyysisistä ratkaisuista sekä näiden yhdistelmästä kirjallisuuskatsauksen mukaisesti. ”Kaikkien asioiden yhdistyminen” aiheuttaa sen, että kyberisaation maailmojen hallinta on haastavaa, eikä yksittäisten tapahtumasarjojen seurauksia voida enää ennustaa (Ma ja Huang, 2015).

Haastateltavat näkivät tulevaisuuden ennustamisen vaikeaksi. Mutta, he eivät kyseenalaistaneet tänään pitämiänsä ”mahdottomuuksia” myöhemmin tulevaisuudessa mahdollisiksi. Aivokuoren alle verkottuminen invasiivisena toimenpiteenä nähtiin kyseenalaisena. Tosin, erilaisia tutkimuksia aiheen tiimoilta todennäköisesti maailmalla on käynnissä. Mikäli aivokuoren sisälle verkottoituneet sensorit ovat hypermaailmojen

toteutumisen edellytys, jotta voimme mentaalisesti yhdistyä fyysiseen maailmaan, kyberisaation hypermaailmojen kybermentaalinen todellisuus on suhteellisen epävarmaa. Sen sijaan, ihon sekä aivokuoren päälle sijoitetut, jo nykyaikana käytössä olevat elektronit esimerkiksi kuuloimplanteista, neliraajahalvaantuneiden ja liikuntarajoitteisten toimintakyvyn parantamiseen, nähtiin todennäköisinä ja tulevaisuuden toivottavina kehityskulkuina.

Väestön ikääntyminen on tekijä, joka pakottaa pohtimaan teknologian hyödyntämistä. Toisaalta teknologian nopea kehittyminen itsessään luo ja tuo mahdollisuuksia uusien käyttötapausten hyödyntämiseen. Kyberratkaisujen ilmentyminen täytyy pohjautua tarpeeseen, ratkaisujen luotettavuuteen sekä erilaisten regulaatiovaatimusten täyttymiseen, henkilötietosuojan liittyviä tekijöitä unohtamatta.

Taustakirjallisuuden mukaan kaikki työtehtävät mitkä voidaan automatisoida, tullaan automatisoimaan. Useat haastateltavat olivat myös tällä linjalla. Roboteista nähtiin toivottuna kehityksenä sosiaaliset, erityistehtäviin suunnitellut ja pienet autonomiset laitteet. Tutkimustulosten valossa voidaan tehdä johtopäätös, että tulevaisuudessa robottien työtehtävien ulkopuolelle jäljelle jäävät ne työtehtävät, joita ei voida automatisoida ja jotka vaativat inhimillistä tunneälyä, ihmistuntemusta ja ihmisen hellää kosketusta. Kaikki muut työtehtävät tullaan taustakirjallisuuden mukaan korvaamaan erilaisilla avustavilla fyysisillä- ja ohjelmistoroboteilla. Massadatan rooli tulee kasvamaan merkittäväksi osaa kliinistä päätöksentekoa ja virtuaalidodellisuuden ratkaisut muuttuvat hallitseviksi erilaisissa ympäristöissä.

Elinkeinoalan keskusliitto ETLA on esittänyt uutta tutkimusaluetta ”Digitaalinen ekologia”. ETLA määrittelee käsitteen seuraavasti: ”Digitaalinen ekologia tarkastelee digitaalisten teknologioiden vaikutusta biofyysiseen ympäristöön”. Ennustusten mukaan ICT-ala tulee kuluttamaan 21 % koko maailman energiankulutuksesta. ETLA esittääkin kysymyksen: ”Riittävätkö maailman resurssit uusien teknologiaa vaativien toimintojen, kuten jatkuvien online-toimintojen samanaikaiseen tuottamiseen tallennus- ja laskentakapasiteetin energian tarpeen noustessa?” (Seppälä, Mattila & Rajala, 2019.)

Siirtyminen perinteisistä palvelinratkaisuista virtuaalisoituihin palvelinympäristöihin voi olla yksi energiaa säästävä toimenpide mahdollistaen kuitenkin massatiedon käsittelyn.

Aineiston mukaan taustakirjallisuudessa kuvatut kyberavaruuden kyber-mentaalisosiaaliset-ratkaisut ovat vielä kaukana ja toteutunevat lähinnä huvikäyttöön tarkoitettujen virtuaalitodellisuuksien esitoteutuksissa. Myös Ning ja muut (2017) mukaan kybermaailmassa on vielä paljon ratkaisemattomia haasteita, jotka liittyvät järjestelmien ja kybertilojen väliseen toimintaan. Miten kyberavaruuden eri tilojen ja kyberfyysisten järjestelmien välinen kuilu yhdistetään, jotta järjestelmää voitaisiin hyödyntää? Toinen kyberavaruuden haaste liittyy kyberfyysisten järjestelmien päättely- ja ilmaisutaidon kykyyn, joka on riippuvainen ajantasaisesta tiedosta ja havainnoista. Kolmas haaste liittyy logiikan sääntöihin, joita kyberesineet tarvitsevat toimiakseen kyberavaruudessa. (Ning ja muut, 2017.)

Neljäntenä haasteena voidaan nostaa ihmisten hyvinvointiin liittyvät tekijät. Ihmisten hyvinvointiin vaikuttava suurin tekijä on vuorovaikutussuhteiden laatu ja määrä (Aaltonen, 2019, s. 114). Tyytymättömyys elämään lisääntyy, mitä eristyksissä ihminen on toisista ihmisistä. Tyytymättömyys näkyy enemmän yksinäisten ryhmissä kuin pitkäaikaissairaiden parissa. Ennakoivassa hoidossa yksilötasolla kuin myös yhteisötasolla ihmissuhteiden säännöllisyydellä ja sosiaalisilla suhteilla on erityinen arvonsa. (Aaltonen, 2019.) Covid-19 viruspandemia ja siihen liittyvät rajoitukset vaikuttavat väistämättä näihin arvoihin ja teknologisen kehityksen suuntaan.

Aineistosta nousi huolenaiheena tekoälyn mallintaminen ja tietomallien laatu. Mitä helpompaa tietomallien luominen on, sitä suurempi riski, että niiden käytännön toteutus epäonnistuu ja toteutus jää vaillinaiseksi. Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että kyberisaation ilmentymien toteutumisen terveydenhuoltoalalle määrittelee ilmiön ja siihen liittyvien regulaatio tarpeiden muutoskyky sopeutua terveydenhuollon erityistarpeisiin. Lisäksi teknologisten ratkaisujen kehittäminen ja toteuttaminen edellyttävät monitieteellistä ja poikkitieteellistä osaamista esimerkiksi tietojärjestelmä- ja lääketieteistä, kuin myös hoitotieteistä - potilasnäkökulmaa unohtamatta.

Taustakirjallisuuden mukaan kyberisaatiosta tarvitaan lisää Cybermatics-tieteenalan, eli kyberteknologioihin liittyviä -tutkimuksia. Ma ja muut (2016) kirjoittavat, että ”maailmankaikkeus on kaikki, joka esiintyy ajassa ja avaruudessa” ja perustelevat kybertieteiden tarpeellisuuden siihen, että kyberisaation maailmankaikkeus sisältää asioita, jotka jäävät ihmismielen, todellisuuden ja kokemuksiemme ulkopuolelle.

Tarpeellisten ja toivottujen kyberisaatioon liittyvän kehityksen edellytyksenä on puuttuvan regulaation säätäminen, terveydenhuollon vaatimustenmukaisten ratkaisujen ja tietomallien ammattimainen suunnittelu sekä asiakastarpeiden syvälinen ymmärtäminen. Mikäli edellä kuvatut edellytykset eivät täyty, terveydenhuoltoalan kyberratkaisuihin liittyvä tarpeellinen ja toivottukin kehityskulku saattaa viivästyä ja kyberisaatioon liittyvä kehitys rajoittuu virtuaalikuluttajien esineiden internetin maailmoihin.

Puusan ja Juutin (2020) mukaan hyvä tutkimus tuottaa hyvää tai jotain uutta sen kohteena oleville ihmisille. Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa kyberisaatio ilmiöstä terveydenhuollon toimintaympäristössä. Koska kyberisaatio ei ollut haastateltaville tuttu sanana eikä ilmiönä, voidaan olettaa, että se on tuntematon myös suurelle yleisölle ja ilmiö vaatii julkista käsitteellistämistä. Tutkimus selvitti mitä kyberisaatio ilmiö on, mitä keskeisiä käsitteitä siihen liittyy ja väläytti joitakin siihen liittyviä tarpeellisia tulevaisuuskuvia, vaatimuksia sekä ei toivottuja kehityskulkuja. Tutkimustulokset eivät osoittaneet merkittäviä poikkeamia teorian ja empirian suhteen lähitulevaisuuden kybertoteutusten osalta. Tutkimus ei kuitenkaan pysty vahvistamaan taustakirjallisuudessa esitettyä ”kaiken yhdistymistä”. Haastateltavat näkivät näiden ratkaisujen tulemisen hyvin kauaksi tulevaisuuteen. Tärkeä löydös kuitenkin on, että kyberisaatioon liittyvät kyberratkaisut tulevat muuttamaan potilas-käsitettä ja terveydenhuollon johtamisrakenteita sekä sitä, miten potilaita tullaan tulevaisuudessa hoitamaan. Edellisestä johtuen, tämän tutkielman tuloksia voidaan hyödyntää terveydenhuollon organisaatioiden tulevaisuuden visioiden ja strategioiden suunnittelun apuna niin julkisella kuin yksityisellä sektorilla.

Roy Amaran (1982) on sanonut: ”Jotta voimme vaikuttaa tulevaisuuteen päätöksillämme ja valinnoillamme sekä luoda arvokeskustelua, meidän on tärkeää tietää mikä on todennäköistä, mikä toivottavaa ja mikä vältettävää”. Lopuksi voitaneen tutkimuksen johtopäätöksenä todeta, että kybeerinen tulevaisuus on lopulta niin hyvä, millaiseksi me sen yksin tai yhdessä pystymme ajattelemaan.

5.3 Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimuksen empiirinen aineisto muodostui viiden erikoissairaanhoidon ammattilaisen näkökulmista. Kaikki erikoisalajat, perusterveydenhuolto- ja sosiaalityö mukaan lukien tarjoaisi kattavamman näkökulman perustan toivotuille tulevaisuuden kyberratkaisuille:

***Jatkotutkimus 1:** Tarvekartoitus ja vertaileva kansallinen (sekä kansainvälinen) tutkimus terveydenhuollon eri ammattilaisten kuin myös erikoisalajien toivotuista ja tarpeellisista kyberratkaisuista.*

Kansainväliset foorumit ja eri sidosryhmien aktiivinen yhteistyö ovat tärkeässä roolissa ei vain kokemusten jakamiseen eri maiden välillä (Eriksson, Isola, Kyngäs, Leino-Kilpi, Lindström, Paavilainen, Pietilä, Salanterä, Vehviläinen-Julkunen & Åstedt-Kurki (2016, s. 90), vaan Seppälän ja muut (2017) mukaisesti digiarkkitehtuurien yhdistämiseen. Uusien informaatiotekniikan sovellusten tuottaminen edellyttää yhteistyötä niin hoitotieteiden kuin myös soveltavan matematiikan alueilta (Eriksson, 2016, s.90). Eriksson ja muut (2016) ovat esittäneet, että ”Aidot moniammatilliset interventiot voivat syntyä vain siten, että eri tieteenalojen tutkijat yhdistävät voimansa uusien toimintamallien kehittämiseksi”.

Tutkimuksen aineisto ei antanut yksityiskohtaisia vastauksia siihen, miten haastateltavien esittämät toivotut ja tarpeelliset kyber-ratkaisut vaikuttavat terveydenhuollon toimintaympäristöön ja tulevaisuuden muotoutumiseen. Aineistosta nousi yksittäisenä havaintona muun muassa esiin ihmisen kosketuksen ja läsnäolon merkitys hoivatilanteissa.

Jatkotutkimus 2a: Millä ja miten toivotuilla tulevaisuuden kyber-ratkaisuilla täytettäisiin parhaiten inhimilliset tarpeemme potilaina niin sairaala- kuin kotihoidossa, kuin myös **2b:** ennaltaehkäisevästi hyvinvoivina kansalaisina?

Aineisto ei antanut täsmällistä vastausta mitkä terveydenhuollon kyber-ratkaisut tuottaisivat eniten hyötyjä. Aaltosen (2019) mukaan ihmisten mahdollisuudet ja kyky tehdä ihmisten arvostamiensa asioita on riippuvainen häntä ympäröivästä maailmasta, verkostoista ja arvoista sekä ympärillä olevista ihmisistä. Nämä kaikki heijastavat siihen, millaista elämää ihminen elää ja voi saavuttaa. (s. 114.)

Jatkotutkimus 3: Millaisista kyberratkaisuista olisi eniten hyötyä sairaalan ja hoiva-alan ammattilaisille, potilaille ja omaisille tulevaisuuden kyberhoivamaailmoissa hoitoprosessien näkökulmasta?

Dufvan (2018) mukaan tulevaisuuteen liittyä paljon oletuksia odotusten toisiinsa liittymisestä ja maailmankuvasta. Näihin odotuksiin liittyy myös pelkoja ja toiveita. Mitä pidemmälle tulevaisuuteen ennustetaan, tulevaa murrosaikaa tulee tarkastella kriittisesti ja tuottaa erilaiset oletukset esiin. Mahdollisten edellä esitetyt jatkotutkimukset 1–3 voisi toteuttaa esimerkiksi Inayatullahin vuonna 1998 kehittämällä kriittisellä kerrosanalyysillä (en. Causal layered analysis, CLA) ja saada terveydenhuollon näkökulmiin kriittisyyttä. Analyysissä tutkitaan ilmiötä tai tulevaisuuskuvia pintatason kuvauksella, syiden ja seurausten kuvauksella, näkökulmiin ja ajatusmalleihin liittyvillä maailmakuville sekä yleisesti tiedossa olevilla älyllisillä myyteillä. (Dufva, 2018.)

Tutkimustuloksista nousi esiin, että kyberjärjestelmien kehitystyö edellyttää nykyistä tarkempaa ja käyttöliittymäsuunnittelua. Sosiaaliset ja erityistehtäviin suunnitellut robotit nähtiin erityisen tarpeellisiksi tietyille kohderyhmille ja toiminnoille.

Jatkotutkimus 4: Millaisia terveydenhuollon käyttötarkoituksiin tarkoitettujen robottien tulee olla käytettävyydeltään, ulkoasultaan ja inhimillisine piirteineen, jotta ne auttavat ja vaikuttavat ihmisen hyvinvointiin positiivisesti?

Tulevaisuustutkimuksen tavoitteena on tavalla tai toisella ottaa mukaan prosessiin kaikki ne tahot, joiden tulevaisuutta tutkitaan (Heikkilä, 2000). Lundeberg ja muut ISAC-työryhmän jäsenet (1981) ovat pitäneet tärkeimpänä, että informaatiojärjestelmät

rakennetaan ihmisiä varten ja kehittämään toimintoja. Tutkimusaineistosta nousi esiin, että genomitiedon väärinkäyttämisen estämiseksi ja lääkinnällisten laitteiden vaatimusten mukaisiin ohjelmistoihin tarvitaan säädöksiä. Tutkimusaineistosta ei selvinnyt yksityiskohtaisesti mille alueille regulaatiota erityisesti tarvittaisiin ja mitä haasteita niillä pyrittäisiin estää.

Jatkotutkimus 5: Tulevaisuuden mahdollisiin toivottuihin terveydenhuoltoalan kyberratkaisuihin liittyvien uhkien ja haasteiden sekä puuttuvan regulaation tarvekartoitus.

Ymmärrettävä tosiasia on, että digitalisaatio ja tietotekniikka eivät häviä minnekään, vaan ne muuttavat muotoaan ja kehittyvät kiihtyvää vauhtia eteenpäin kohti sellaisia toteutuksia, joita emme tällä hetkellä pysty edes kuvittelemaan (Lundeberg, 1981). Kyberisaatioon liittyvistä erilaisista uusista todellisuuksista kaikkine ilmentymineen ja vaikutuksineen tarvitaan vielä useita monitieteellisiä tutkimuksia, vaikka ilmiöön liitettävät monet tulevaisuuskuvat saattavat kuulostaa tässä ajassa vielä utopialta.

Lähteet

- Aaltola, J. & Valli R. (2015). Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valinta ja aineistonkeruu; virikkeitä aloittelevalla tutkijalle. PS-kustannus 2015. 4. uudistettu ja täydennetty painos. Painopaikka: Bookwell Oy. (s. 29–43). ISBN 978-952-451-648-8
- Aaltonen, M. (2019). Huomisen yhteiskunta -olosuhteet hyvinvoinnille. Alma Talent Oy ja Mika Aaltonen (s. 21–169). ISBN 978-952-14-3710-6
- Aiken, M. (2016). The cyber effect. John Murray. (s. 326). ISBN 978-1-473-61023-1
- Anttila, P. (2019, 1. lokakuuta). Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Noudettu 2020-10-1 osoitteesta <https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta/#3.2> Tutkittavan ilmiön ontologia
- CCDCOE, Nato Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence. (2015): Cyber Definitions. Noudettu 2020-09-01 osoitteesta <https://ccdcoe.org/cyber-definitions.html>
- Chabas, J., Chandra, G., Gupte, S., Mahdavian, M. (2018). McKinsey Insights. Nov 8, 2018. New demand, new markets: What edge computing means for hardware companies. Noudettu 2020-10-01 osoitteesta <https://www.mckinsey.com/-industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/new-demand-new-markets-what-edge-computing-means-for-hardware-companies>
- Chu, J., Buckingham & Meng, M., (2019). IET Cyber-systems and robotics. Ietdl. Org. (s. 1) doi: 10.1049/iet-csr.2019.0005

- Dhelim, S., Ning, H., Cui, S., Ma, J., Huang, R. & Wang, K., I-K. (2020). Cyberentity and its consistency in the cyber-physical-social-thinking hyperspace. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2019.106506>
- Dong, B., K, Sivakumar., K. R, Evans & S, Zou (2014). Effect of customer participation on service outcomes: the moderating role of participation readiness. *Journal of Service Research*, 160–176. <https://doi.org/10.1177%2F1094670514551727>
- Dufva, M. (2018, 11. huhtikuuta), Sitra, tulevaisuusolelutukset. Noudettu 2020-08-01 osoitteesta <https://www.sitra.fi/caset/tulevaisuusolelutukset/>
- Eduskunta. (2013). *Mustat joutsenet. Mikä muuttaa mailaa seuraavaksi.* Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan kirjoituskilpailu. Tulevaisuusvaliokunnan julkaisuja 4/2013. ISBN 978-951-53-3488-6. Noudettu 2020-08-30 osoitteesta https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj_4+2013.pdf
- Eriksson, K., Isola, A., Kyngäs, H., Leino-Kilpi, H., Lindström, U.Å., Paavilainen, E., Pietilä, A-M., Salanäterä, S., Vehviläinen-Julkunen, K. & Åstedt-Kurki, P. (2016). *Hoitotieteen tulevaisuus.* SanomaPro Oy. 4.6. painos, 2016. ISBN-978-952-63-5080-6
- Feyerabend, P. (1975), *Outline of an anarchistic theory of knowledge.* Noudettu 2020-06-07 osoitteesta <https://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/ge/feyerabe.htm>
- Haque, S. A., Aziz, S. M. & Rahman, M. (2014). Review of Cyber-physical system in healthcare. *International Journal of Distributed sensor networks*. DOI: 10.1155/2014/217415

- Heikkilä, K. (2020). Mitä on tulevaisuudentutkimus. Turun yliopisto. Noudettu 2020-06-15 osoitteesta <https://www.aspa.fi/fi/suuntaaja/suuntaaja-22014-asumisen-ja-ty%C3%B6n-tulevaisuus/mit%C3%A4-tulevaisuudentutkimus#5be631dc>
- Helsingin yliopistollinen sairaala. (2020, 1. Lokakuuta). Noudettu 2020-01-101 www.hus.fi
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H., Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö (2000), Yliopistopaino ISBN 951-570-458-8
- Hu, R., Yan, Z., Ding, W. & Yang, T. L. (2019). A survey on data provenance on IoT. Springer Link. *World Wide Web* 23, 1441–1446. <https://doi.org/10.1007/s11280-019-00746-1>
- Huang, R. & Ma, J. (2015). Digital Explosions and Digital Clones. Hosei University Tokyo. UIC-ATC-ScalCom-CBDCom-IoP 2015
- Huang, R., Liu, H., Ma, J., Ning, H. & Yang, L.T. (2016) Cybermatics: Cyber-physical-social-thinking hyperspace based science and technology. Elsevier. DOI:10.1016/j.future.2015.07.012
- Hyötyniemi, H. (2013). Enformaatioteoria. Elämänvoiman perusteet. Tarina emergoituvasta energeettisestä (in)formaatiosta. Luonnonfilosofinen seura. Noudettu 2020-06-02 osoitteesta: <http://neocybernetics.com/enformaatio-teoria-kirja/E-large.pdf>
- Hyötyniemi, H. (2016) Mentaalivitalismi: Tajunnanvirran maailma. Luonnonfilosofian seuran julkaisuja. Helsinki: Books on demand GmbH. ISBN 978-952-330-483-3
- Inkinen, T. & Jauhiainen, J. S. (2006) Tietoyhteiskunnan maantiede. ISBN 951-662-982-2. Gaudeamus Kirja Oy Yliopistokustannus University Press Finland. Hakapaino Oy.

Jyväskylän yliopisto. (2015). Koppa.jyu.fi. Noudettu 2020-07-20 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/metelmapolku/ongelma-anasettelu/ilmion-kuvaaminen-ymparistossaan>

Kamaja, I. (2014). Ajan vuorovedet vaihtuvat. Tieteenalan kehittäminen käsitteemallin- ja teorianmuodostuksen avulla. [väitöskirja, Lapin yliopisto]. https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/61783/Kamaja_Ilkka_ActaE_152_pdfA.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone. (2020). Noudettu 9.9.2020 osoitteesta <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/>

Kuusi, O., Bergman, T. & Salminen, H. (2013) Miten tutkimme tulevaisuuksia. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. Acta futura fennica no 5 B-osa. Sastamala 2013. 3. uudistettu painos. ISBN-978-951-98852-3-0

Lehto, M., Neittaanmäki, P., Niinimäki, E., Nyrhinen, R., Ojalainen, A., Pölönen, I., Rautiainen, I., Ruohonen, T., Tuominen, H., Vähäkainu, P. Äyrämö, S. & Äyrämö, S-M. (2019) Tekoälyn sovellukset. Tekoälykello. Jyväskylän yliopisto. Noudettu 2020-06-15 <https://tim.jyu.fi/view/kurssit/tie/tiep1000/tekoalyn-sovellukset/-kirja#koulutus-uraohjaus-ja-rekrytointi>

Limnell, J. (2014). Kyber rantautui Suomeen. Aalto-yliopisto sähkötekniikan korkeakoulu. Aalto yliopiston julkaisusarja tiede + teknologia 12/2014. ISBN 978-952-60-6022-4. Noudettu 2020-07-01 osoitteesta <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/14606>

Lundeberg, M., Goldkuhl, G. & Nilson, A (1981). Information Systems Development: A Systematic Approach. University of Stockholm. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. ISBN: 0134646770

Ma, J. (2016). Cybermatics for cyberization towards cyber-enabled hyper worlds. Faculty of Computer and Information Sciences Hosei University, Tokyo 184-8584, Japan. 2016 4th IEEE International Conference on Wireless and Mobile Cloud Computing, Networking and communications. DOI:10.1109/Mobile-Cloud.2016.17

Ma, J., Ning, H., Huang, R., Hong L., Yang, T.,L. , Chen, J. & Min, G. (2015). Cybermatics: A Holistic Field for Systematic Study of Cyber-Enabled New Worlds. IEEE. DOI: 10.1109/ACCESS.2015.2498288

Ma, J., Choo, K-K. R., Hsu, H-H., Jin, Q., Liu, W., Wang, K., Wang, Y. & Zhou, X. (2016). Perspectives on Cyber Science and Technology for Cyberization and Cyber-Enabled Worlds. IEEE. DOI: 10.1109/DASC-PICom-DataCom-CyberSciTec.2016.17

Mannermaa, M. (1992). Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus. Tulevaisuudentutkimuksen paradigmojen ja niiden metodologisten ominaisuuksien tarkastelua. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. VAPK-Kustannus, Helsinki. ISBN 951-37-0634-6.

Mannermaa, M. (1993). Tulevaisuudentutkimus tieteellisenä tutkimusalana. Acta futura Fennica 5. B-osa. Noudettu 2020-03-01 osoitteesta https://www.tutuseura.fi/wp-content/uploads/2013/03/B01-AFF5_Mannermaa_.pdf

Mannermaa, M. (1999). Tulevaisuuden hallinta – skenaariot strategiatyöskentelyssä. WSOY Kirjapainoyksikkö Porvoo 1999. ISBN 951-0-23147-9

Metsämuuronen, J. (2000). Maailma muuttuu – miten muuttuu sosiaali- ja terveysala? Sosiaali- ja terveysalan muuttuva toimintaympäristö ja tulevaisuuden

osaamistarpeet. Euroopan sosiaalirahasto tavoite 4-ohjelma. 2. tarkistettu painos 2000 Helsinki. Oy Edita Ab. ISBN 952-91-1815-5

Metsämuuronen, J. (2008). Laadullisen tutkimuksen perusteet. Metodologia sarja 4. International Methelp Ky. Gummerus kirjapaino Oy. Jyväskylä 2008) 3. Uudistettu painos. ISBN 978-952-5372—24-3

Neittaanmäki, P. & Kaasalainen, K. (2018). Jyväskylän yliopisto. Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja. Sote toimintojen tehostaminen IT:n avulla – kehittämispotentiaali ja toimenpideohjelma. Informaatiotiedekunnan julkaisuja no. 51/2018. ISBN 978-951-39-7484-8. Noudettu 2020-06-20 osoitteesta https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/sote_toimintojen_tehostaminen_verkkojulkaisu.pdf

Neittaanmäki, P., Tuominen, H., Äyrämö, S., Vähäkainu, P. & Siukonen, T. (2019). Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa, loppuraportti vol. 1. Jyväskylän yliopisto. Yliopistopaino, Jyväskylä. ISBN 978-951-39-7708-5

Ning, H., Liu, H., Ma, J., Yang, L.,T. & Huang, R. (2016). "Cybermatics: Cyber-physical-social-thinking hyperspace based science and technology", *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 56, pp. 504-522, Mar. 2016, [online] Noudettu 2020-07-01 osoitteesta <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X15002356>

Ning, H., Li, Q., L., Wei D., Liu, H. & Zhu, T. (2017). "Cyberlogic Paves the Way From Cyber Philosophy to Cyber Science," *in IEEE Internet of Things Journal*, vol. 4, no. 3, pp. 783-790, June 2017, doi: 10.1109/JIOT.2017.2666798.

O'Connor, W. T. (2012). What can the brain science of learning teach us about cybernetics? The 11th IEEE International Conference on Cybernetic Intelligent Systems, Limerick, Ireland. August 2012. DOI: 10.1109/CIS.2013.6782157

Oxford English and Spanish dictionary. (2020, 2. heinäkuuta) Noudettu 2020-07-02 osoitteesta <https://www.lexico.com/definition/cyber>

Parjanne, M-L. (2004). Väestön ikärakenteen muutoksen vaikutukset ja niihin varautuminen eri hallinnonaloilla. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä ISSN 1236-2115; 2004:18. ISBN 952-00-1577-9. Noudettu 2020-07-01 osoitteesta <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/72934/Selv200418.pdf?sequence=1>

Pearl, J. & MacKenzie, D. (2018). Miksi. Syyn ja seurauksen uusi tiede. Terra Gognita Oy. ISBN 978-952-5697-93-3. Libris. Helsinki.

Picard, R. W. (1997). Affective computing. MIT media laboratory. Perceptual computing. Noudettu 2020-08-20 osoitteesta <http://www.media.mit.edu/~picard/>.

Puusa, A. & Juuti, P. (2020). Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Gaudeamus Oy. ISBN 978-952-345-064-6

Quora. (2013) Noudettu 2020-11-09 osoitteesta <https://www.quora.com/What-does-the-suffix-matic-mean-as-in-%E2%80%9Cmathematics%E2%80%9D-and-%E2%80%9Cautomatic%E2%80%9D>

Rajkumar, R., Lee, I., Sha, L., & Stankovic, J. (2010). Cyber-physical systems: The next computing revolution. 47th ACM/IEEE Design Automation Conference (DAC). <https://doi.org/10.1145/1837274.1837461> (s. 1)

Rubin, A. (2010, 28.päivänä lokakuuta). Tulevaisuuden toimintaympäristöt. Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. Noudettu 2020-04-30 osoitteesta www.tse.fi/tutu. <https://www.slideshare.net/3110ani/-tulevaisuuden-toimintaympristt-5594252?related=1>

Rubin, A. (2020a), Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaali. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun kauppakorkeakoulu, Turun yliopisto. Noudettu 2020-07-10 osoitteesta <https://tulevaisuus.fi/kasitteet/kasitteita-i-r/>

Rubin, A. (2020), Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaali. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun kauppakorkeakoulu, Turun yliopisto. Noudettu 2020-04-01 osoitteesta <https://tulevaisuus.fi/menetelmat/toimintaympariston-muutosten-tarkastelu/>

Sanastokeskus TSK ry. & Huoltovarmuuskeskus. (2018). Kyberturvallisuuden sanasto TSK 52. Viestintävirasto, kyberturvallisuuskeskus, Sanastokeskus TSK, Huoltovarmuuskeskus. Noudettu 2020-04-02 osoitteesta https://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/Kyberturvallisuuden_sanasto.pdf

Sarajärvi, A. & Tuomi, Jouni. (2013). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusosakeyhtiö Tammi. ISBN: 9789513153694

Seitamaa-Hakkarainen, Piritta. (2014). Kvalitatiivinen sisällönanalyysi. Metodix, metoditietämystä kaikille. Noudettu 2020-11-1 osoitteesta <https://metodix.fi/2014/05/19/seitamaa-hakkarainen-kvalitatiivinen-sisallon-analyysi/>

Seppälä, T., Mattila, J. & Rajala, R. (2019, 12.päivänä kesäkuuta). Elinkeinoalan kehittämiskeskus ETLA. Digitalisaatio koettelee resurssien riittävyyttä. Noudettu 2020-09-01 osoitteesta <https://www.etla.fi/ajankohtaista/etla-digitalisaatio-koettelee-resurssien-riittavyytta/>

Serpanos, D. (2018). The Cyber-Physical Systems revolution. ISI/Athena and University of Patras. Computer. Volume 51. IEEE. DOI: 10.1109/MC.2018.1731058

Sitra. (2020, 15. päivä, elokuuta). Tulevaisuussanasto. Noudettu 2020-08-15 osoitteesta <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/ilmio/>

Siukonen, T. & Neittaanmäki, P. (2019). Mitä tulisi tietää tekoälystä. (s. 26–29). Docento Oy, Jyväskylä. ISBN 978-952-291-596-2

Sosiaali- ja terveysministeriö. (2018). Hyvinvoinnin AiRo-ohjelma HyteAiro. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2018082333957>

Tegmark, M. (2018). Elämä 3.0. Ihmisenä oleminen ekoälyn aikakaudella. Terra Cognita Oy. ISBN 978-952-5697-89-6

Tieteen termipankki. Biologia. (2020, 30. marraskuuta). *Kybernetiikka*. Noudettu 2020-02-01 osoitteesta <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Biologia:kybernetiikka>

Tieteen termipankki. Filosofia. (2020, 30. marraskuuta). *Ilmiö*. Noudettu 2020-02-01 osoitteesta <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:illmiö>

Tilastokeskus. (2019, 7. marraskuuta). Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestön tieto- ja viestintätekniikan käyttö [verkkajulkaisu]. ISSN=2341-8699. 2019, 1. Suomalaisten internetin käyttö 2019. Helsinki: Tilastokeskus. Noudettu 2020-08-08 osoitteesta http://www.stat.fi/til/sutivi/2019/sutivi_2019_2019-11-07_kat_001_fi.html

Tritonia LibGuides. (2020). Tritonia tiedekirjasto. Noudettu 2020-10-1 osoitteesta <https://tritonia.finna.fi/>

Tulevaisuuden tutkimuskeskus. (2020) Turun Kauppakorkeakoulu Turun Yliopisto. Topi - Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaali. Noudettu 2020-04-04 osoitteesta <https://tulevaisuus.fi/>

Valtiovarainministeriö. (2017). Tulevaisuuden kunnan skenaariot ja visiot 2030: Parlamentaarisen työryhmän raportti Tulevaisuuden kunnasta. Valtiovarainministeriön julkaisu 9a/2017. Helsinki: valtiovarainministeriö. ISBN Web: 978-952-251-833-0

Valtiovarainministeriö. (2019). Pilkahduksia tulevaisuuteen. Tietopolitiikka, tekoäly ja robotisaatio hyvinvoinnin ja taloudellisen menestyksen mahdollistajana Suomessa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-002-0>

Viitala, R. (2015). Henkilöstöjohtaminen Strateginen Kilpailutekijä. Edita Publishing Oy. Otavan Kirjapaino Oy. ISBN 978-951-37-6358-9

Wiener, N. (1948). Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine. The MIT press. Cambridge, Massachusetts. ISBN-0-262-23007-0

Zhou, X., Zomaya, A.Y., Li, W. & Ruchkin, I. (2018). Cybermatics: Advanced Strategy and Technology for Cyber-Enabled Systems and Applications. Future Generation Computer Systems. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.09.052>

Zhou, X., Flavia, F.,C., Kevin, I., Wang, K., I-Kai & Huang., R. (2020). Smart computing and cyber technology for cyberization. Springer Science + Business Media. 23:1089–1100 <https://doi.org/10.1007/s11280-019-00773-y>

Liitteet

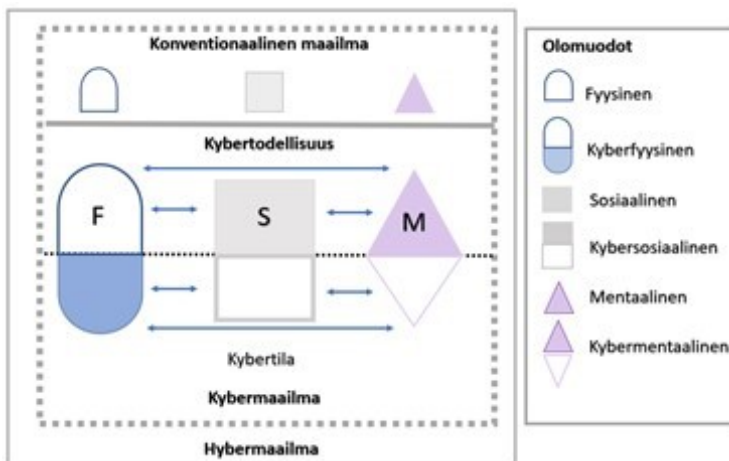
Liite 1. Ote saatekirjeestä

Huhtikuu, 2020

Saatekirje – Teemahaastattelu kyberisaatio terveydenhuollossa

Hyvä haastateltava. Ihmiset luovat tulevaisuuden omalla toiminnallaan. Toiminnalla voidaan vaikuttaa parempaan tulevaisuuteen. Tämän ProGradu teemahaastattelun tarkoituksena on kartoittaa näkemyksiä mahdollisista tulevaisuuden teknologisista suuntaviivoista hoiva- ja terveydenhoitoalalla sekä kyberisaation aikakautena. Hyödynnän vastauksianne tulevaisuuskuvien luomisessa seuraavien kysymysryhmien mukaisesti: todennäköiset, toivottavat, vältettävät, megatrendit sekä vaatimukset.

Kyberisaatio on käsitteenä uusi, mutta ilmiönä tietojärjestelmätieteissä vanha. Kyberisaatio käsitteen, ja ehkä tutumman kybernetiikan loi Norbert Wiener jo 1940 luvulla. Muun muassa Mark Weiser on kuvannut kyberisaation olevan digitalisaatiota seuraava uusi aikakausi. Tässä aikakaudessa, kybermaailmoissa toimivat kyberfyysiset järjestelmät ovat kybersosiaalisia. Kybersosiaalinen selitetään, että kybertodellisuus ja erilaiset kybertilat ovat sulautuneet siinä toisiinsa. Konventionaalisen ja kybermaailman sosiaaliset tilanteet ja tapahtumat toteutuvat toisiinsa integroidusti hybermaailmoissa.



Kyberisaatio ajan ilmiöt tulevat joidenkin muiden tutkimusten mukaan yhdistämään kaiken tunnetun, kuten laitteet, ihmiset, esineet, koneet, orgaaniset asiat jne. kybermaailmiin. Kybermaailmat toimivat sulautetuissa tietojärjestelmissä, virtuaalisissa yhteyksissä ja internetissä (kuva 1).

Kuva 1. Kyberisaatio ja kyberyhdistetyt maailmat.

Kyberisaatioon liittyviä asioita ennustetaan olevan muun muassa IoT (esineiden internet), kyberfyysiset järjestelmät, älykkäät esineet, älykäs kaupunki, sosiaaliset verkostot, joukkoistaminen, digitaaliset avioliitot, digitaaliset kloonit, verkkotiede, internet tiede, kybermallit. Näitä järjestelmiä voidaan kutsua kyberfyysisiksi järjestelmiksi. Kyberisaatio tapahtuman taustalla on O'Connorin (2012) esittämä väite, että tietokoneet ja ihmisen aivot ovat molemmat järjestelmiä, jotka luovat yhteyksiä voidakseen vuorovaikuttaa ulkoiseen maailmaan. Näiden ilmiöiden esiintyvyys tulee olemaan riippuvainen niiden sulautumisesta fyysiseen, sosiaaliseen ja mielen maailmiin. Massadata/suurtieto (Big Data) on tutkimusten mukaan eräs tärkeimmistä kyberisaatio aikakauden johtavista ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Toivon, että vastauksenne tukeutuisivat omiin näkemyksiinne, intuitioonne kuin myös toisitte vastauksissanne esille niitä asioita, jotka ovat ajattelun ulottumattomissa *Thinking the unthinkable* - Peter Kahnin. Puolistukturoitu haastattelurunko on liitteessä 1.

Sydämelliset kiitokset haastatteluun myöntymisestä ja ajastanne.

Carita Mattsson

Carita Mattsson

Liite 2. Teemahaastattelu

Teemakysymykset

Huhtikuu, 2020 LIITE 1

Taustatiedot: Rooli/ammatti, erikoisala ja työkokemus alalta

Teemakysymysten aihepiirit

1. Minkälaisina näette todennäköiset kyberisaatio -ilmiöön saatteessa kuvatut ja niihin liittyvät tulevaisuudenkuvat tämänhetkisen teknologiakehityksen valossa?
2. Minkälaiseksi kuvaisitte tulevaisuuden toivottavat kyberisaation tulevaisuudenkuvat erikois- alasi tai visiosi mukaan? Teemat (esimerkiksi näkökulmina voivat olla: yleinen, teknologia, tilat, prosessit, roolit, työtehtävät).
 - a. Kybersynteettinen (fyysinen + synteettinen, myös kyberfyysinen)
 - b. Kybersosiaalinen (sosiaalinen + kybersosiaalinen)
 - c. Kybermentaalinen (mentaalinen + kybermentaalinen)

Tekoälykello (Mukaillen Lehto ja muut 2019).



d) Minkä teknologisen kehityspolun osalta näette, että tulevaisuus tulee muuttamaan eniten hoiva- ja terveydenhuollon maailmaa tai tuo suurimpia parannuksia/mahdollisuuksia?

3. Mitkä tulevaisuudenkuvat olisivat mielestänne vältettävä (eettisyys, regulaatio tmv. syy)?
4. Mitkä megatrendit kuten globalisaatio, ilmastonmuutos, väestön vanheneminen, teknologian kehitys ja verkostoituminen tmv. tulevat toimimaan vahvimpina ajureina teknologisessa kehityksessä. Mitkä ovat toisaalta hiljaisia trendejä?
5. Miten näette, että mitä erityisiä vaatimuksia, haasteita tai päätöksiä edellä kuvaamanne todennäköinen/toivottava/vältettävät -tulevaisuudenkuvat voivat asettaa?