

LUT-yliopisto  
LUT School of Engineering Science  
Tietotekniikan koulutusohjelma

Kandidaatintyö

**Johannes Kohvakka**

## **MOBIILIPOHJAINEN TERVEYDENHUOLTO**

Työn tarkastaja(t): Tekniikan tohtori Ari Happonen

Työn ohjaaja(t): Tekniikan tohtori Ari Happonen

# **TIIVISTELMÄ**

LUT-yliopisto  
LUT School of Engineering Science  
Tietotekniikan koulutusohjelma

Johannes Kohvakka

## **Mobiilipohjainen terveydenhuolto**

Kandidaatintyö

2019

33 sivua, 3 kuvaa

Työn tarkastaja: Tekniikan tohtori Ari Happonen

Hakusanat: mHealth, mobiilipohjainen terveydenhuolto, terveyssovellukset, terveyspelit

Keywords: mHealth, mobile health, games for health, health apps

Mobiilipohjainen terveydenhuolto on uusi, nopeasti kasvava osa terveydenhuoltoa. Kandidaatintyön tavoitteena oli selvittää kuinka paljon ja millaista tutkimustietoa aiheesta on olemassa sekä käydä tutkimustuloksia mobiilipohjaisen terveydenhuollon eri osa-alueista kriittisesti läpi. Työn tuloksena löydettiin paljon mobiilipohjaisen terveydenhuollon kehitystä tukevaa näyttöä. Tutkimuksessa löytyi myös kehitystä hidastavia tekijöitä, kuten puutteita sovellusten suunnittelussa. Suurimmat puutteet liittyivät sovellusten eheyteen sekä tietoturvaan, joka on terveydenhuollossa erityisen tärkeässä osassa. Työn johtopäätöksenä voitiin todeta, että viime vuosien kehitys mobiilipohjaisissa terveydenhuoltopalveluissa sekä alaa tukevissa tekniikoissa on vakuuttanut, että haasteista huolimatta mobiilipohjainen terveydenhuolto yleistyy ennemmin tai myöhemmin.

# **ABSTRACT**

LUT University  
LUT School of Engineering Science  
Tietotekniikan koulutusohjelma

Degree Program in Computer Science

Johannes Kohvakka

## **Mobile health**

Bachelor's Thesis

2019

33 pages, 3 figures

Examiner: D.Sc. (Tech) Ari Happonen

Keywords: mHealth, mobile health, games for health, health apps

Mobile-based healthcare, mobile health, is a new and fast-growing part of healthcare. The goal of this bachelor's thesis was to find out how much and what kind of research data is available on the subject and critically review it. As a result, the research elicited evidence both for and against the evolution of the mobile health domain. The most serious flaws were in application design and related to application integrity and data security, which is an important part of health care. In conclusion, the recent development in mobile health applications and technologies relating to the industry have assured that, despite the challenges, mobile health will become more common in the long run.

## **ALKUSANAT**

Kiitän kandidaatintyön ohjaajaa ja tarkastajaa TkT Ari Haposta mielenkiintoisesta aiheesta sekä avusta ja neuvoista.

# SISÄLLYSLUETTELO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>JOHDANTO</b> .....                             | <b>3</b>  |
| 1.1      | TAUSTA .....                                      | 3         |
| 1.2      | TAVOITTEET JA RAJAUKSET .....                     | 4         |
| 1.3      | TYÖN RAKENNE .....                                | 4         |
| <b>2</b> | <b>MHEALTHIN SYNTY JA TERVEYSOVELLUKSET</b> ..... | <b>6</b>  |
| 2.1      | TERVEYSOVELLUKSET EUROOPAN UNIONISSA .....        | 10        |
| <b>3</b> | <b>MHEALTH HAASTEITA JA MAHDOLLISUUKSIA</b> ..... | <b>11</b> |
| 3.1      | TERVEYSPELIT (GAMES FOR HEALTH).....              | 11        |
| 3.2      | ITSEMONITOROINTI JA BIG DATA.....                 | 13        |
| 3.3      | TIETOTURVA JA YKSITYISYYDENSUOJA .....            | 15        |
| <b>4</b> | <b>POHDINTA JA TULEVAISUUS</b> .....              | <b>17</b> |
| <b>5</b> | <b>YHTEENVETO</b> .....                           | <b>20</b> |
|          | <b>LÄHTEET</b> .....                              | <b>22</b> |

## **SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO**

|         |                              |
|---------|------------------------------|
| GPRS    | General Packet Radio Service |
| mHealth | mobile health                |
| PDA     | Personal Digital Assistant   |
| SMS     | Short Message Service        |
| USB     | Universal Serial Bus         |
| WHO     | World Health Organization    |
| Wi-Fi   | Wireless Fidelity            |

# 1 JOHDANTO

Digitalisaatio on mahdollistanut tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämisen terveydenhuollossa. Tässä työssä käydään läpi erilaisia sähköisen terveydenhuollon sovelluksia keskittyen mobiilipohjaisiin terveydenhuoltopalveluihin. Ensimmäisessä kappaleessa tutustutaan sähköisen ja mobiilipohjaisen terveydenhuollon määritelmiin sekä esitellään työn tavoitteet, rajaukset ja rakenne.

## 1.1 Tausta

Sähköisiä terveydenhuoltopalveluita kutsutaan yleisesti termillä eHealth. Termin viralliset määritelmät eroavat hieman toisistaan. Suurimpana eroavaisuutena on termin laajuus. Esimerkiksi EU:n komission mukaan ”Sähköiset terveydenhuoltopalvelut tarkoittavat terveydenhuoltoalan välineitä ja palveluja, jotka hyödyntävät tieto- ja viestintäteknikkaa ja joiden pyrkimyksenä on parantaa sairauksien ehkäisyä, diagnosointia, hoitoa, seuranta ja terveydenhuollon hallintoa.” [1], kun taas maailman terveysjärjestö WHO:n määritelmään sisältyy tieto- ja viestintäteknikan hyödyntäminen myös tutkimuksessa, koulutuksessa sekä kansanterveydessä [2].

Termi eHealth toimii yläkäsitteenä erilaisille IT-pohjaisille palveluille ja järjestelmille, kuten sähköiset terveysterveys- ja potilaskertomukset, telelääketiede, terveydenhuollossa käytettävät tietojärjestelmät sekä virtuaalinen ja mobiilipohjainen terveydenhuolto eli mHealth. Sähköisillä terveysterveys- ja potilaskertomuksilla tarkoitetaan kokoelmaa potilaan hoidosta kertovia dokumentteja, jotka säilytetään sähköisessä muodossa. Telelääketieteellä tarkoitetaan palvelua, jonka avulla esimerkiksi radiologisia kuvia siirretään sähköisesti maantieteellisestä paikasta toiseen tulkintaa ja konsultaatiota varten. Virtuaalinen terveydenhuolto on osa telelääketiedettä ja tarkoittaa virtuaalisia tapaamisia potilaan ja terveydenhuollon ammattilaisen välillä.

Mobiilipohjaiset terveydenhuoltopalvelut eli mHealth on edellisiä termejä tuoreempi tulokas. mHealth tarkoittaa WHO:n mukaan terveydenhuollon tai kansanterveyden tukemista mobiililaitteilla, kuten älypuhelimilla, potilaan monitorointilaitteilla, kämmentietokoneilla (PDA) sekä muilla langattomilla laitteilla. Termiin sisältyy myös mobiililaitteiden ydintoiminnallisuuden, kuten ääni- ja tekstiviestien (SMS) sekä

monimutkaisempien sovellusten ja toiminnallisuuksien, kuten tiedonsiirron (GPRS, 3G, 4G), paikannusjärjestelmien sekä Bluetooth-teknologian hyödyntäminen. [3]

## **1.2 Tavoitteet ja rajaukset**

Työ on esiselvityshenkinen kirjallisuuskatsaus mobiilipohjaisista terveydenhuoltopalveluista. Tavoitteena on luoda yleinen käsitys mHealthin nykytilasta, minkä pohjalta voi luoda tarkemmin rajattuja kirjallisuuskatsauksia jatkotutkimuksia silmällä pitäen. Työssä selvitetään taustaa mobiilipohjaisten terveydenhuoltopalveluiden synnylle ja tunnistetaan erilaisia sovellustyyppejä sekä niiden toimintamekanismeja ja tutkitaan Euroopan unionin suhdetta mobiilipohjaisiin terveydenhuoltopalveluihin. Tarkemmin tarkastellaan esimerkiksi pelillistämistä terveydenhuollon sektorilla sekä itsemonitorointia ja Big Dataa.

Tutkimuskysymykseen pyritään vastaamaan käymällä aihealuetta käsittelevää kirjallista materiaalia laajamuotoisesti läpi yhdistelemällä julkista materiaalia ja tutkimuksia. Lähteenä on käytetty myös asiantuntijahaastatteluja.

## **1.3 Työn rakenne**

Luvussa kaksi pohditaan, mitkä asiat ovat mahdollistaneet mobiilipohjaisten terveydenhuoltopalveluiden synnyn ja vauhdittaneet kehitystä. Luvussa tarkastellaan terveyssovelluksia Applen sekä Androidin sovelluskaupoista saadun datan perusteella sekä maailman terveysjärjestön sekä Euroopan unionin kantaa terveyssovelluksiin. Luvussa käydään myös läpi terveyssovellusten ominaisuuksia.

Kolmannessa luvussa käsitellään muutamia mobiilipohjaiseen terveydenhuoltoon liittyviä aiheita tarkemmin. Käsiteltäviä aiheita ovat terveyspelit, itsemonitorointi, Big Data, tietoturva sekä yksityisyydensuoja.

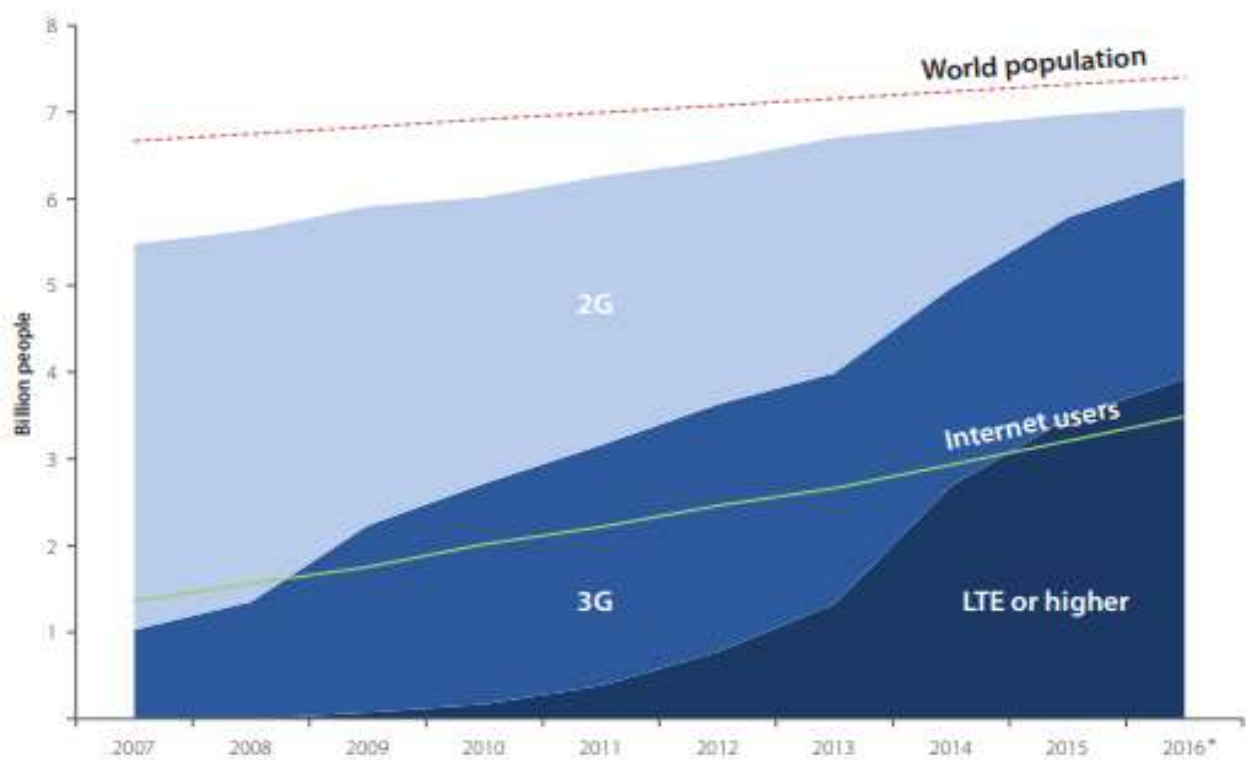
Neljäs luku sisältää pohdintaa aiheesta ja käsittelee myös millaisia tulevaisuudennäkymiä mobiilipohjaisille terveydenhuoltopalveluille asiantuntijat arvioivat.



Viides luku sisältää yhteenvedon koko työstä ja käy tiivistetysti läpi asiat, mitä tässä työssä on todettu.

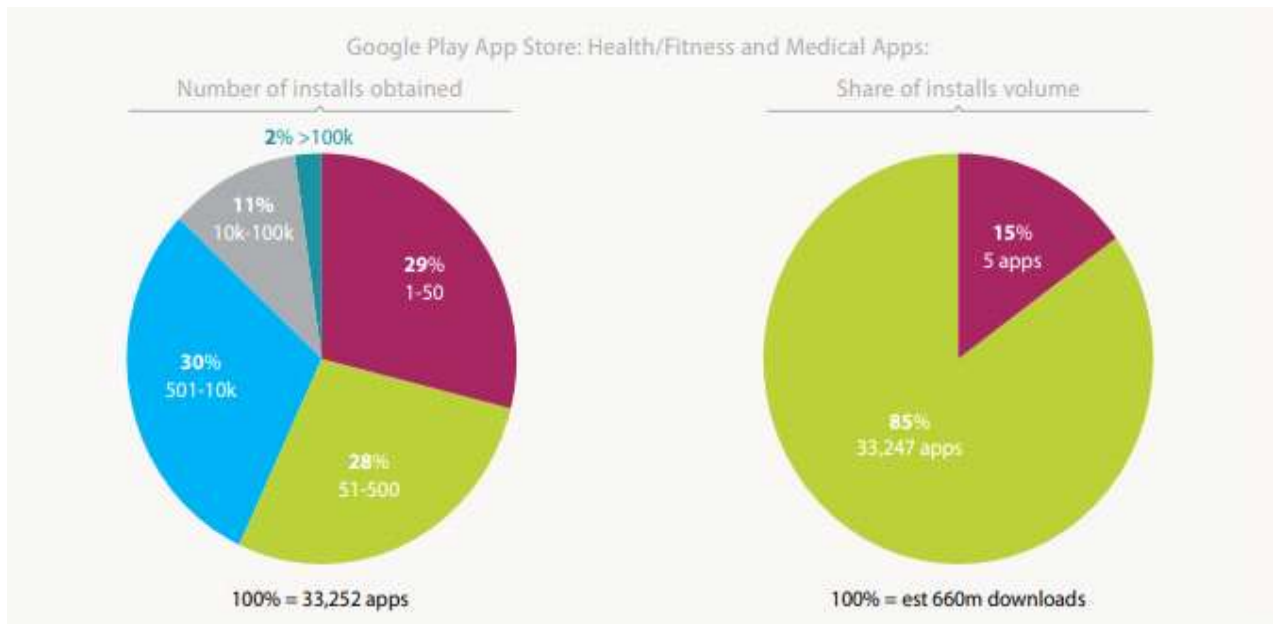
## 2 MHEALTHIN SYNTY JA TERVEYSOVELLUKSET

mHealthin syntyyn ja nopeaan kehittymiseen on vaikuttanut terveydenhoitomallin muuttuminen entistä enemmän potilaskeskeisempään suuntaan, kroonisten sairauksien yleistymisen ja tarve niiden ennaltaehkäisyyn, sekä 2000-luvun merkittävä teknologinen kehitys [4]. Tämä tietokoneiden tehon lisääntyminen sekä mobiililaitteiden määrän ja mobiiliverkkojen nopea kehitys on luonut puitteet mHealthin syntymiseen ja kehitykseen. Vuonna 2018 älypuhelimien käyttäjien määrä on yli 3 miljardia [5] ja, kuten kuvasta 1 voi nähdä, vuonna 2016 noin seitsemän miljardia ihmistä, eli lähes 95% maailman väestöstä, asuu matkapuhelinverkon kattamalla alueella sekä 3G-verkon ja sitä nopeampien mobiililaajakaistojen kattamalla alueella asuu noin 84% väestöstä [6]. Kuvasta voi huomata myös, miten 2G-verkon kehitys seuraa lineaarisesti väestön kasvua, kun taas nopeammat verkot, kuten LTE ovat kehittyneet vuodesta 2013 lähtien räjähdysmäisesti. Räjähdysmäistä kasvua voi selittää sillä, että nopeampia yhteyksiä hyödyntävien palveluiden ympärillä liikkuu paljon enemmän rahaa. Mobiililaitteiden käyttäjien määrän sekä langattomien verkkojen katealueen nopea kasvu on luonut loistavan kasvualustan mobiilipohjaisille terveydenhuolto- ja hyvinvointisovelluksille. Mobiilisovellukset ovat yksi suurimmista mHealthin komponenteista.



Kuva 1. (ITU, 2016)

IQVIA:n mukaan vuonna 2017 sovelluskaupoissa on ollut saatavilla yli 318 000 terveydenhuoltoon liittyvää sovellusta maailmanlaajuisesti ja sovellusten määrä kasvaa noin 200:lla joka päivä [7]. Ala houkuttaa sovelluskehittäjiä ja vuonna 2017 Applen App Storessa sekä Googlen Play-sovelluskaupassa oli ”terveys ja hyvinvointi” -kategoriassa sovelluksia yli 84 000:lta julkaisijalta [8]. IMS instituutin tekemän tutkimuksen mukaan pelkästään mHealth sovellusten suuri määrä ei kuitenkaan ole ratkaisu terveysongelmiin. Tutkimuksessa analysoitiin yli 40 000 terveyssovellusta ja, kuten kuvasta 2 voi nähdä, huomattiin, että yli puolet sovelluksista keräsi alle 500 latauskertaa, kun taas terveyskategorian 5 suosituinta sovellusta oli vastuussa 15%:stä koko kategorian latauksista [9].



Kuva 2. (IMS Institute, 2017)

Hyvin toteutetut sovellukset voivatkin tarjota apua jatkuvaan terveydenhoidon tarpeeseen muuttamalla kuluttajan tottumuksia esimerkiksi ruokavalion sekä liikunnan suhteen tai tukemalla kuluttajaa hänelle määrättyjen hoito-ohjelmien toteuttamisessa [10]. Terveys-, liikunta- ja hyvinvointisovelluksista on pyritty löytämään käyttäytymismallien muutosta tukevia ominaisuuksia ja on löydetty kolme merkittävää tekijää. Nämä tekijät ovat altistaminen (predisposing), mahdollistaminen (enabling) ja vahvistaminen (reinforcing) ja ne pyrkivät vahvistamaan ja varmistamaan käyttäjän käyttäytymisen muutosta ja tukevat muutosten jatkuvuutta pitkällä aikavälillä. Huomattiin myös, että dollarin maksavat ja sitä kalliimmat sovellukset osoittautuivat laadukkaammiksi kuin ilmaiset ja alle dollarin maksavat sovellukset. Tämä vahvistaa myös sitä, että mitä kalliimpi sovellus on, sitä todennäköisimmin se hyödyntää edellä mainittua käyttäjän käyttäytymisen muutosta tukevia ominaisuuksia. Tutkituista 3336:sta sovelluksesta vain alle 2% sisälsi kaikki 3 ominaisuutta mikä voi osaltaan selittää sitä, miksi käyttäytymismallit eivät ole muuttuneet voimakkaasti terveyssovellusten yleistymisen yhteydessä. Laadukkaiden sovellusten pientä osuutta selittää se, että kuka vain voi julkaista tekemiänsä sovelluksia sovelluskaupoissa ja vain pieni osa julkaistuista sovelluksista on terveysalan ammattilaisten tekemiä tai ammattilaisten

kanssa yhteistyössä tehtyjä, asiantuntijatietoa hyödyntäviä sovelluksia. Toinen ongelma, mitä tutkimuksessa havaittiin, oli, että vaikka sovelluksia trendikkäiltä hyvinvoinnin alueilta löytyy kattavasti, on esimerkiksi päihteiden väärinkäyttö, mielenterveys, väkivallan ehkäisy, turvallisuus sekä seksuaaliterveys ja lisääntyminen jopa laiminlyötyjä sovellusten aiheita. [11] Edellä mainituista esimerkiksi mielenterveysongelmista kärsivistä henkilöistä vain noin joka toinen saa hoitoa ja mobiilisovellus olisi mahdollisuus pienentää kynnystä hoidon hakemiseen [12]. Kattavuuden puute heikentää kuluttajan mahdollisuutta hallita terveyttään monipuolisesti pelkästään sovellusten avulla. Euroopan komissio linjaakin, että perinteisen terveydenhuollon korvaamisen sijaan tavoitteena on luoda laadukas kokonaisuus tukemalla perinteistä terveydenhuoltoa mobiilisovelluksilla, mikä mahdollistaa potilaan täsmällisemmän ja henkilökohtaisemman diagnosoinnin ja hoidon [12].

WHO:n tutkimuksen mukaan eri tulotason valtioilla on mobiilipohjaisten terveydenhuoltopalveluiden käyttöönottoon eri perusteita. Korkean tulotason maat pyrkivät laskemaan terveydenhuollon kustannuksia ja matalamman tulotason maita, erityisesti kehitysmaita, motivoi tarve perusterveydenhuoltoon. [13] Etelä-Afrikassa, Keniassa ja Intiassa mobiilisovelluksilla pyritään ennaltaehkäisemään ja lisäämään tietoisuutta tartuntataudeista, kun taas yleisesti Afrikan ja Aasian terveydenhuollon mobiilipohjaiset palvelut keskittyvät tehostamaan terveydenhuoltojärjestelmiä ja lisäämään terveydenhuollon työntekijöiden tehokkuutta [12].

## 2.1 Terveyssovellukset Euroopan unionissa

Euroopan komissio on nimennyt kolme potentiaalisinta mobiilisovellusten lähestymistapaa Euroopan haasteisiin, kuten väestön ikääntymiseen ja budjettipaineisiin sekä tukemaan terveydenhuollon muutosta potilaskeskeisempään sekä ennaltaehkäisevään suuntaan. Nimetyt lähestymistavat ovat *Ennaltaehkäisy/elämänlaadun parantamiseen perustuva lähestymistapa*, *Tehokkaampi ja kestävämpi terveydenhuolto* sekä *Potilaiden vaikutusmahdollisuuksien lisääminen*. Ennaltaehkäisy/elämänlaadun parantamiseen perustuva lähestymistapa tarkoittaa käytännössä sitä, että mobiilipohjaisten laitteiden keräämä data auttaisi diagnosoimaan kroonisia sairauksia aikaisessa vaiheessa joko itsearvionnin tai etädiagnoosin avulla. Mobiilisovellusten avulla on mahdollista lisätä tietoisuutta terveellisistä elämäntavoista ja avustaa terveyttä tukevien käyttäytymismallien noudattamisessa. Myös aikaisemmin mainittu häpeän vuoksi hoitoon hakeutumattomien määrän vähentäminen mobiilisovellusten avulla kuuluu tähän kategoriaan. Mobiilisovellusten hyödyntäminen tehokkaamman ja kestävämmän terveydenhuollon luomisessa tehostaa resurssien käyttöä tehokkaammin esimerkiksi vähentämällä tarpeettomia lääkärikäyntejä ja tehostamalla terveydenhuollon työntekijöiden työtä esimerkiksi reaaliaikaisella viestinnällä potilaiden ja henkilökunnan, kuten asiantuntijoiden kanssa. Mobiilisovelluksilla on mahdollista lisätä potilaiden vaikutusmahdollisuuksia ja lisätä tietoisuutta. Potilaat voivat monitoroida itse itseään ja saada sovellusten avulla tiedon ymmärrettävässä muodossa ilman terveysalan ammattilaisen tarvetta tulkata tuloksia. Tähän lähestymistapaan kuuluu myös sovellukset, jotka motivoivat käyttäjiä saavuttamaan kuntoilutavoitteet ja ottamaan lääkkeensä ajallaan. [12] Yksi suuri haaste on kuitenkin löytää luotettavia sovelluksia. Euroopan komissio on tukenut 200 hyväksi todetun terveyssovelluksen listausta. Mielenkiintoista on, että kaikki listauksen sovellukset eivät kuulu terveyssovellukset-kategoriaan, mutta niistä on silti löydetty terveyshyötyjä. Listauksesta löytyy esimerkiksi suomalainen Angry Birds -peli, joka on listattu mielenterveyttä tukevaksi sovellukseksi. [14]

### 3 MHEALTH HAASTEITA JA MAHDOLLISUUKSIA

Mobiilipohjaiset terveydenhuoltopalvelut voidaan karkeasti jakaa kahteen eri ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat ne sovellukset, jotka pyrkivät kehittämään käyttötarkoituksia mHealth teknologian avulla kerätylle datalle, kun taas toiseen ryhmään kuuluu tiettyihin terveyskysymyksiin kohdennetut sekä kehitetyt anturit, mallit ja menetelmät. Jälkimmäiseen ryhmään kuuluu myös elämäntapa- ja hyvinvointisovellukset, sekä sovellukset, joilla pyritään arvioimaan käyttäjän terveydentilaa sekä käyttäytymismalleja ja psyykkistä tilaa. [15] Tässä kappaleessa käydään läpi esimerkkejä molemmista ryhmistä.

#### 3.1 Terveyspelit (Games for Health)

*Terveyspelit (Games for Health), ”leikilliset digitaalisen median sovellukset vakaviin terveydellisiin tarkoituksiin”* [16], on vakiintunut yleistermiksi, terveyspeleille (health games), kuntoilupeleille (exergames) ja vakaville peleille (serious games). Vakavilla peleillä ei kuitenkaan aina tarkoiteta terveyteen liittyviä pelejä vaan termi tarkoittaa pelejä, joiden tarkoitus on tuottaa viihteen lisäksi jotain muita hyötyjä. Terveyspeleillä ei aina viitata suoranaisesti peleihin vaan myös pelillistetyt terveyssovellukset liitetään tähän kategoriaan. Terveyssovellusten pelillistämällä tarkoitetaan peleistä tuttujen rakenteiden, kuten pisteyttämisen, muiden kanssa kilpailemisen ja sovelluksen sisäisten saavutusten, hyödyntämistä terveyssovelluksissa. Terveyspelejä on ainakin neljää eri tyyppiä, fyysistä aktiivisuutta lisääviä, tietoa lisääviä, käyttäytymistä muovaavia sekä terveystekijöihin vaikuttavia pelejä. Näille kuluttajille sekä potilaille suunnattujen pelien lisäksi on olemassa myös terveyden ammattilaisille suunnattuja pelejä. [17] Terveyspelien hyödyistä on paljon positiivista näyttöä.

Fyysistä aktiivisuutta sisältävien terveyspelien, kuten tanssipelien on todettu testiolosuhteissa lisäävän pelaajien kalorikulutusta verrattuna paikallaan suoritettuun pelaamiseen [18]. *Games for Health Journal* on artikkelissaan löytänyt tutkimuksia kuntoilupelien puolesta ja vastaan. Artikkelissa todetaan, että vähintään viisi tutkimusta

osoittaa, että kuntoilupelit voisivat vaikuttaa pelaajan painoindeksiin ja painoon positiivisella tavalla [17]. Kuitenkin osa tutkimuksista viittaa siihen, että kuntoilupeleillä ei olisi pitkällä aikavälillä vaikutusta pelaajien fyysiseen aktiivisuuteen [19] ja eräässä tutkimuksessa jopa todettiin, ettei askelmittareiden ja kuntoilupelien välillä löydetty eroa fyysisen aktiivisuuden lisäämisessä [20]. Aiemmin mainitussa artikkelissa kuitenkin todettiin, että tutkimukset tukevat kuntoilupelien integrointia lasten ylipainon hoitoon ja niiden avulla on onnistuttu lasten painoindeksin parantamisessa, aktiivisuuden lisäämisessä, ruudun edessä käytetyn ajan, sekä limonadin käytön vähentämisessä [17]. On myös todettu, että 6-11 vuotiaat lapset, jotka pelasivat kuntopyörään liitettyä peliä, jaksoivat polkea pidempään, kuin lapset ilman peliä, mikä johti suurempaan energiakulutukseen [21]. Kuntoilupeleiksi lukeutuvia Nintendon Wii Fit ja Wii Fit Plus pelejä on myyty yhteensä yli 43 miljoonaa kappaletta [22] ja ne ovat nousseet kaikkien aikojen myydyimpien pelien listalle.

Tietoa lisäävät terveyspelit ovat saaneet lupaavia tutkimustuloksia. 39 tutkimuksen meta-analyysi osoitti, että oppimista tukevat pelit olivat perinteistä opetusta tehokkaampia niin oppimisessa, kuin opitun asian muistamisessa, erityisesti matalampien arvosanojen oppilailta [23]. Lisääntynyt tietoisuus ei kuitenkaan suoraan vaikuta terveyskäyttäytymiseen. Käyttäytymisen muutokseen pyrkivistä terveyssovelluksista löytyy useita positiivisia tuloksia osoittavia tutkimuksia. Vuonna 2014 julkaistu yli 60:tä terveellistä elämäntapaa tukevaa peliä käsittelevä meta-analyysi paljasti, että peleillä oli merkittäviä vaikutuksia käyttäjien käyttäytymiseen ja käyttäytymisen muutosta tukeviin tekijöihin [24]. Samassa meta-analyysissä havaittiin myös suoria terveysvaikutuksia, mutta ne eivät olleet yhtä merkittäviä. Käyttäytymisen muutosta tukevissa peleissä on havaittu positiivisia vaikutuksia esimerkiksi diabetekseen liittyvän tietoisuuden lisäämisessä [25] ja nuorten terveys- sekä turvallisuuskäyttäytymisessä [26]. Virtual Reality - pelit, eli virtuaalista todellisuutta hyödyntävät pelit, ovat olleet vähintään yhtä tehokkaita, kuin perinteiset menetelmät traumaattisen aivovamman kuntoutuksessa [27]. Ennakkoasenteet pelejä kohtaan olivat positiivisempia, kuin perinteistä terapiaa kohtaan. Potilaat kertoivat tunteneensa innostusta, iloa ja parantunutta luottamusta kuntoutumiseen käytettyään Virtual Realityä hyödyntäviä motoristen toimintojen kuntoutusmenetelmiä. [27]



Terveystekijöihin vaikuttavat pelit pyrkivät vähentämään ahdistusta ennen toimenpiteitä, kuten syöpähoitoja tai leikkauksia ja saamaan siten aikaan parempia toimenpiteiden tuloksia tai lyhentämään toipumisaikaa. Potilaat paranivat keskimäärin paremmin ja nopeammin leikkauksista sekä potilaat kotiutettiin nopeammin leikkauksen jälkeen, kun he pelasivat videopelejä ennen leikkausta. Videopelien pelaaminen helpotti tulevan leikkauksen luomaa ahdistusta ja jännitystä, mikä johti edellä mainittuihin terveysvaikutuksiin. [28]

### **3.2 Itsemonitorointi ja Big Data**

Itsemonitorointi on helpottunut huomattavasti mobiililaitteiden yleistymisen myötä. Jo vuonna 2013 tehdyn tutkimuksen mukaan 69% amerikkalaisista yli 18-vuotiasta pitää kirjaa vähintään yhdestä terveysindikaattorista, esimerkiksi verenpaineesta unen määrästä, painosta tai ruokavaliosta. 34% vastanneista pitivät kirjaa paperille tai päiväkirjaan ja vain noin viidesosa käytti teknologiaa kirjanpitoon. [29] Mobiililaitteilla itsemonitorointi mahdollistaa välittömän palautteen saamisen, mikä on todettu motivoivan esimerkiksi painonpudotuksessa [30]. Myös itsemonitorointia on joissain sovelluksissa pelillistetty ja ne tarjoavat mahdollisuuden vertailla tuloksia toisten käyttäjien kanssa ja kilpailla käyttäjien kesken esimerkiksi aktiivisuudessa. Itsemonitorointi helpottaa myös lääkäreiden diagnosointia. Perinteisesti lääkärit ovat joutuneet tekemään päätöksiä lääkärikäynnillä kerätyn informaation perusteella, tämä informaatio on pitänyt sisällään verenpaineen, sykkeen, painon, pituuden sekä potilaan pääasiallisen huolenaiheen. Mobiilipohjaisen itsemonitoroinnin avulla lääkäriellä on mahdollisuus tarkastella rinnakkain pidemmältä aikaväliltä passiivisesti kerättyä dataa ja diagnosoinnin kannalta olennaista, potilaan itse raportoituja huomioita esimerkiksi oireista. [31] Itsemonitoroinnin yleistyessä datan määrä kasvaa mahdollisesti sellaisiin mittasuhteisiin, ettei sitä enää tehokkaasti pysty manuaalisesti analysoimaan, tässä vaiheessa dataan on mahdollista soveltaa Big Data-teknologioita, kuten koneoppimista, pilvilaskentaa ja visualisointia [31]. Tekoälyn hyödyntämistä diagnosoinnissa on testattu ennenkin ja esimerkiksi IBM:n kehittämä tekoäly Watsonin on väitetty diagnosoivan syövän paremmin kuin ihmislääkärit [32].

Itsemonitoroinnista löytyy paljon tutkimuksia erityisesti painonpudotukseen ja diabeteksen hoitoon liittyen. Esimerkiksi 2 vuotta kestänyt kokeilu alleviivasi, että itsemonitoroinnin

muoto, oli se sitten päiväkirja tai elektroninen laite, ei itsessään luo eroa, mutta mobiililaitteiden välitön sekä säännöllinen palaute tuki painonpudotusta ja elektronista laitetta painonpudotuksen apuna käyttäneet onnistuivat pudottamaan enemmän painoa sekä säilyttämään alentuneen painon myös pudotuksen jälkeen [33]. Joissain tutkimuksissa on saatu jopa tuloksia, jotka osoittavat, että mitä useammin ja pitempään monitorointisovelluksia käytettiin, sitä enemmän painoa putosi [34], kun taas joissain tutkimuksissa ei havaittu eroa sovellusten käyttäjien ja ei-käyttäjien välillä [35]. Diabeteksen suhteen tulokset ovat yksimielisempiä. Tutkimuksissa on onnistuttu laskemaan diabeteksestä, verenpainetaudista sekä mikrovaskulaarisista komplikaatiosta kärsivien potilaiden verenpainetta. Potilaat, jotka saavuttivat tutkimuksessa matalamman verenpaineen kärsivät pienemmällä todennäköisyydellä hyperglykemiasta eli korkeasta verensokerista. [36] 212 diabetesaiheisen tutkimuksen katsauksessa todettiin, että suurin osa tutkimuksista ei tarjonnut tarpeeksi vankkaa näyttöä mobiilisovellusten hyödyistä diabetespotilaille vaan tarjosivat sen sijaan yleiskuvan olemassa olevista mHealth-sovelluksista ja tekniikoista diabetekseen liittyen. Katsauksesta valittiin 16 luotettavaa tutkimusta tarkempaa tarkastelua varten ja niiden tulokset osoittivat mobiilipohjaisten sovellusten olevan tehokas tapa esimerkiksi hemoglobiiniarvojen ja verenpaineen merkittävään parantamiseen sekä lääkehoidon noudattamiseen ja diabetestietoisuuden lisäämiseen. [37]

Terveydenhuoltoon keskittyneet mobiilisovellukset ja erityisesti monitorointisovellukset on mahdollista valjastaa keräämään valtavia määriä terveystietoa. Näiden erilaisten antureiden ja laitteiden keräämän datan oletetaan seuraavan vuosikymmenen aikana kattavan noin 90 prosenttia kaikista tallennetuista tiedoista [38]. Kuten aiemmin mainittiin, perinteisesti lääkärit joutuvat tekemään päätöksiä muutaman kysytyn kysymyksen ja perusinformaation, kuten verenpaineen, sykkeen, painon ja pituuden perusteella. Kun kerätyn datan määrä nousee, lääkäreiden työskentely tehostuu, sillä kysymysten määrä, joita lääkäreiden täytyy kysyä pätevän diagnoosin aikaansaamiseksi, tulee pienentymään [31]. Big Datasta on noussut suuri puheenaihe lääketieteessä ja tämän työn kirjoitushetkellä kansainvälisestä lääketieteeseen liittyvän kirjallisuuden PubMed-hakukoneessa löytyy yli 13 000 osumaa hakusanalla ”Big Data”. Big Data:n käyttöä tutkimuksessa, tukevat useat syyt, kuten kyky luoda uutta tietoa nopeammin kuin tieteellisten löytöjen perinteistä kaavaa noudattaen. Big Data:n avulla tuotettuun tulokseen ei vaikuta aiemmat löydökset, vaan tulokset ovat

riippumattomia sekä tulokset ovat perinteistä tutkimusta kokonaisvaltaisempia, sillä ne eivät ole rajoitettu johonkin tiettyyn yksilöön tai koeryhmään. Näiden edellä mainittujen etujen avulla terveydenhuollon on mahdollista kehittyä yksilöllisempään suuntaan ja kehittää parempi ymmärrys taudeista, mikä johtaa riskialttiiden potilaiden sekä harvinaisten sairauksien nopeampaan diagnosointiin. [39] Henkilökohtaisen datan kerääminen luo kuitenkin riskejä erityisesti yksityisyydensuojaan sekä tietoturvaan liittyen.

### **3.3 Tietoturva ja yksityisyydensuoja**

Terveystietojen louhinnassa on otettava huomioon lainsäädäntö ja henkilötietojen suojaus. EU:n komission mukaan Big Data:n yhteydessä sovelletaan täysimääräisesti perusoikeutta henkilötietojen suojaan. Terveystietojen arkaluonteisuuden vuoksi on henkilötietoja käsiteltäessä noudatettava tietosuojasääntöjä. [12] Haasteena onkin hyödyntää mobiililaitteista saatavaa dataa tehokkaasti, mutta turvallisesti. Vaikka henkilökohtaisia ja luottamuksellisia tietoja käsitellään anonymisti, on niissä aina uudelleentunnistamisen riski. Näin ollen kyky suojella yksityisyyttä Big Data:n aikakaudella on muuttunut rajalliseksi. [40] Aina yksityisyyden loukkaamiseen ei tarvita tietomurtoa, vaan on selvinnyt, että esimerkiksi sovellus Ovia:n omistajat yrittävät lyödä läpi bisnesmallia, jossa he myyvät käyttäjien tietoja esimerkiksi vakuutusyhtiöille ja suurille työnantajille. Kyseisen sovelluksen käyttäjät voivat pitää kirjaa kuukautiskierrostaan sovelluksen avulla ja sovellus auttaa käyttäjiään tulemaan raskaaksi tai välttämään raskaaksi tulemistä. Tietojen avulla työnantajat ja vakuutusyhtiöt tietävät asiakkaidensa tai työntekijöidensä aikeista hankkia lapsia tai olla hankkimatta niitä. Ovia:n kaltainen sovellus Glow, jonka tautalla on PayPal:in perustaja Max Levchin, käyttää sovelluksen tietoja hedelmöityshoitojen kohdennettuun mainontaan. [41] Tällaiset esimerkit osoittavat, että sovellusten tietosuojakäytäntöihin tulee tutustua. Laaja tutkimus mobiilisovellusten tietosuojakäytännöistä osoitti, että vaikkakin terveys ja hyvinvointi -kategorian sovellukset on suunniteltu keräämään, analysoimaan sekä jakamaan mahdollisesti herkkäluontoistakin dataa käyttäjästään, on juuri näiden sovellusten tietosuojakäytännöt keskivertosovellusta hatarammalla pohjalla. Edellä mainitun tutkimuksen mukaan vain 61% terveys ja hyvinvointi -kategorian sovelluksista tarjosivat linkin tietosuojakäytäntöihinsä sovelluksen esittelysivulla ja jopa 30% tuon kategorian sovelluksista ei sisältänyt tietosuojakäytäntöjä ollenkaan. [42] Tulokset terveyssovellusten

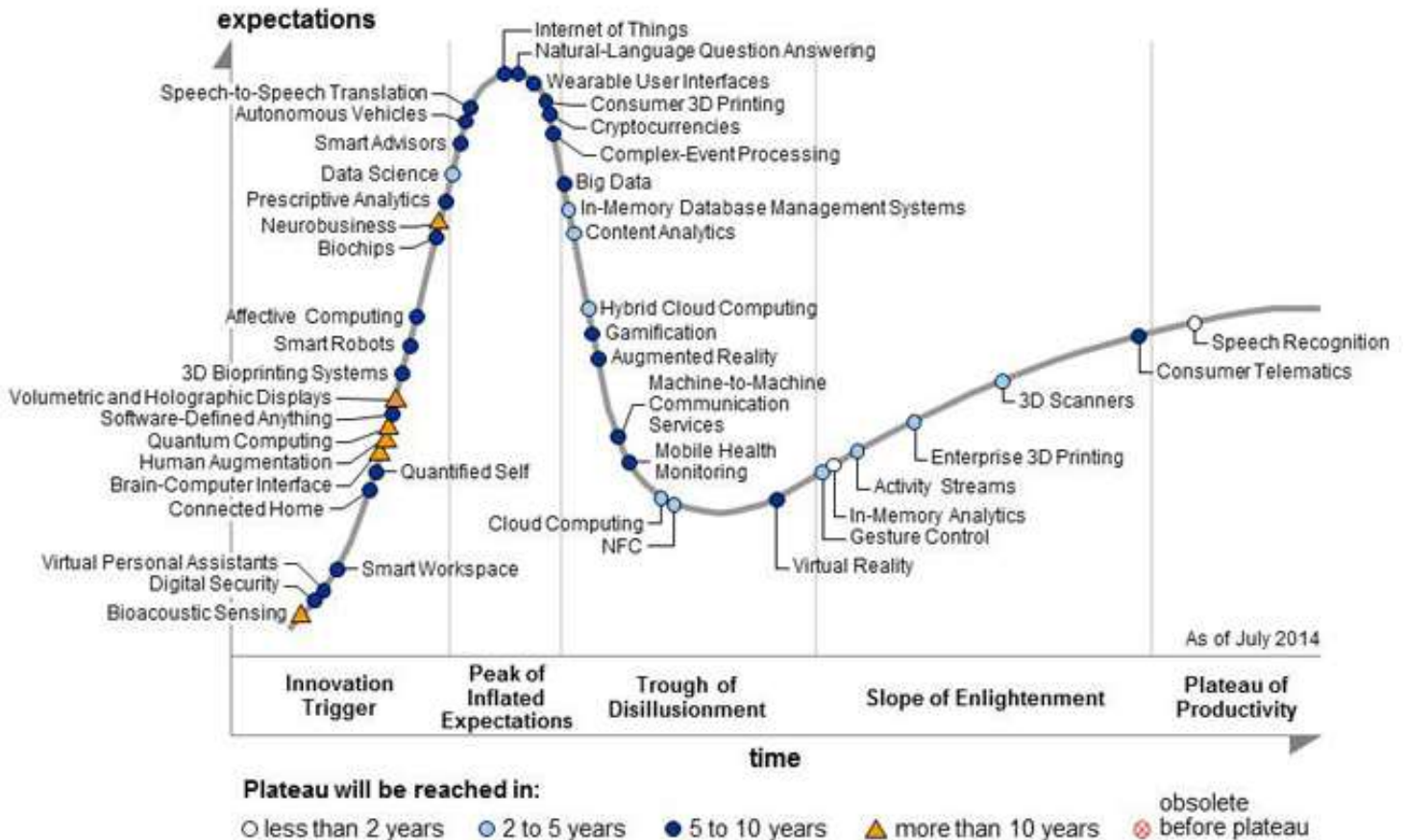
tietosuojakäytännöistä ovat yllättäviä, sillä juuri nämä sovellukset pääsevät käsiksi esimerkiksi anturien ja muiden lisälaitteiden keräämiin fysiologisiin tietoihin sekä tietoihin esimerkiksi käyttäjien unirytmistä tai hedelmällisyydestä. Sovellusten keräämät tiedot voivat olla hyvinkin herkkäluontoisia ja tästä syystä on huolestuttavaa, että tämän kategorian sovellukset eivät pärjää läpinäkyvydessä keskivertosovellukselle. Samaisessa tutkimuksessa kuitenkin todetaan, että vaikkakin mHealth-sovellusten tietosuojakäytännöissä on paljon kehitettävää, ollaan kuitenkin liikkumassa oikeaan suuntaan. [42]

## 4 POHDINTA JA TULEVAISUUS

Useissa artikkeleissa, jotka käsittelevät tulevaisuuden terveydenhuoltoa, ylistetään mobiililaitteiden, päälle puettavien laitteiden (*wearables*) sekä mobiilisovellusten merkitystä tulevaisuuden terveydenhuollossa [43][44][45][46]. Edellä mainituissa artikkeleissa todetaan lähes yhteen ääneen, kuinka suuri vaikutus mobiilipohjaisilla terveydenhuoltopalveluilla tulee olemaan tulevaisuudessa. Eikä ihme, sillä kuten tässäkin työssä on todettu, tutkimukset ovat tuoneet esille lupaavia tuloksia laajalti mobiilipohjaisten terveydenhuoltopalveluiden saralta. Yhden maailman suurimman liikepankin, Goldman Sachs:n, selvityksen mukaan terveystalouden digitalisaatio mahdollistaa yli 300 miljardin dollarin säästöt pelkästään Yhdysvalloissa [47]. Edellä mainituista lupaavista tulevaisuudennäkymistä huolimatta mHealth Insight -sivuston mukaan mHealth-aiheisten tapahtumien, kuten konferenssien määrä ympäri maailmaa on viime vuosina laskenut huomattavasti [48]. Vuonna 2016 sivuston mukaan järjestettiin 113 tapahtumaa, vuonna 2017 64 tapahtumaa ja vuonna 2018 39 tapahtumaa. Tämä tarkoittaa noin 40% laskua vuosittain. Tapahtumien määrän romahtaminen ei suoraan kerro mitään, mutta herättää kysymyksen onko mielenkiinto mobiilipohjaisiin terveydenhuoltopalveluihin kuitenkin loppamassa? Tapahtumien väheneminen voi myös kertoa siitä, että suurin hype on laantunut ja tilalle on tullut asiapitoisempaa sisältöä.

Gartner tunnetaan kansainvälisenä tutkimus- ja konsultointiyrityksenä, joka tarjoaa vuosittain arvostettuja ennusteita ja analyyskejä tulevaisuuden teknologioista. Yksi Gartnerin vuosittain julkaisema analyysi on kehittyvien teknologioiden hype-käyrä. Käyrä kuvaa uusia teknologioita sekä trendejä ja arvioi niiden kypsyyttä tuotantokäyttöön. Analyysi jaottelee teknologiat viiteen vaiheeseen: technology triggers, peak of inflated expectations, trough of disillusionment, slope of enlightenment sekä plateau of productivity. Mobiilimonitorointi on päässyt käyrään vuonna 2013 ja 2014. Kuvassa 3 on vuoden 2014 käyrä, josta näkee, että Gartner on asettanut mobiilimonitoroinnin trough of disillusionment -kohdan pohjalle, mikä tarkoittaa kiinnostuksen laantumista, kun odotukset eivät ole toteutuneet odotetulla tavalla. Gartner arvioi, että mobiilimonitorointi voi saavuttaa käyrän viimeisen eli tuottavuuden tason, 5-10 vuodessa. [49] Muita mobiilipohjaiseen terveydenhuoltoon liittyvistä trendeistä Gartnerin hype-käyrään on päässyt myös päälle puettavat laitteet vuonna 2015. Ne jäivät käyrässä peak of inflated expectations -kohtaan, mikä tarkoittaa ensimmäisiä onnistumisia

sekä epäonnistumisia, joiden perusteella teknologia on saanut taakseen paljon, usein liian suurin mittasuhteisiin paisunutta, näkyvyyttä. Tässä vaiheessa teknologia on yleisessä tiedossa, mutta silti vain harvat lähtevät mukaan sitä kehittämään. Päälle puettavat laitteet saivat myös aika-arvioksi 5-10 vuotta.



Kuva 3. Gartner (2014)

Mitkä asiat sitten jarruttavat mobiilipohjaisten terveydenhuoltopalveluiden vakiintumista yleiseen käyttöön? Gartnerin mukaan terveydenhuollon mobiililaitteiden määrä on kasvanut räjähdysmäisesti, mutta silti mobiililaitteet, kuten puettavat laitteet eivät ole vielä voittaneet lääkäreiden luottamusta, vaikka ne ovat kuluttajien suuressa suosiossa [50]. Gartnerin analyttikko Michael Shanler kertoo samassa artikkelissa, että hänen mielestään esimerkiksi puettavat laitteet menestyvät kliinisissä tutkimuksissa vain, jos ne saadaan integroitua tiedonsiirtoon sekä pilvipohjaiseen laskentaan perustuvaan analytiikkaan. Sovellusten täytyy

olla myös paremmin suunniteltuja ottaen huomioon tietojen eheys ja ennen kaikkea turvallisuus. Lääketieteellisissä yhteisöissä luottamusta uusiin sovelluksiin on haastavaa saavuttaa. Suuret muutokset lääketieteen toimintatavoissa eivät tapahdu nopeasti ja edellyttävät muutosta puoltavaa puolueetonta tutkimusdataa. Muutosta voisi vauhdittaa parantamalla mobiilipohjaisten laitteiden ja sovellusten asiantuntemusta lääketieteen sektorilla, sillä suuret IT-konsulttiyritykset ovat usein hitaita liikkeissään eivätkä vielä ymmärrä tätä aluetta vielä tarpeeksi hyvin. Varsinkin pienten startupprien on todella vaikea vakuuttaa suuria lääketieteen yhtiöitä omilla innovaatioillaan. Kuitenkin kasvu sekä kehitys mobiilipohjaisissa terveydenhuoltopalveluissa sekä tekniikoissa niiden ympärille, kuten esineiden internet, on varmistanut sen, että kyse on enemmänkin siitä, milloin nämä trendit yleistyvät eikä siitä tulevatko ne yleistymään ollenkaan. [50] Yksi muutosta vauhdittava tekijä voi olla julkishallinnon kustannuspaineet, jos uusilla menetelmillä tai sovelluksilla saadaan luotua merkittäviä säästöjä, niihin investoidaan innokkaammin.

## 5 YHTEENVETO

Nopea teknologinen kehitys 2000-luvulla on antanut loistavat puitteet uusien laitteiden ja sovellusten syntyyn eikä terveydenhuollon sektori ole jäänyt tästä kehityksestä paitsi. Mobiilisovellukset ovat mobiilipohjaisen terveydenhuollon yksi suurimmista komponenteista ja teknologisen kehityksen seurauksena valtava määrä terveydenhuoltoon liittyviä sovelluksia on kehitetty lyhyessä ajassa. Valitettavasti terveyssovellusten suuri määrä heijastuu myös sovellusten laatuun ja tietoturvakäytäntöihin, jotka ovat jopa keskivertosovellusta huonommalla tasolla. Hyvin toteutetuilla sovelluksilla on tutkimusten mukaan kuitenkin merkittäviä terveysvaikutuksia.

Terveydenhuollon pelillistäminen mobiilipohjaisen terveydenhuollon avulla on toiminut erittäin hyvin erityisesti lasten ja nuorten keskuudessa. Pelistä tuttujen rakenteiden tuominen terveydenhuoltoon on auttanut lapsia ja nuoria esimerkiksi kuntoutumaan fyysisistä traumoista tehokkaammin sekä vähentämään ahdistusta ennen toimenpiteitä, kuten syöpähoitoja tai leikkauksia. Tietoa lisäävät pelit ovat auttaneet matalampien arvosanojen oppilaita oppimaan asiat koulussa tehokkaammin ja kuntoilupeleillä on saavutettu hyviä tuloksia lasten ylipainon hoitamisessa.

Itsemonitorintisovellukset ja päälle puettavat laitteet auttavat lääkäreitä diagnosoimaan potilaita sairauden aikaisemmassa vaiheessa ja paljon tarkemmin. Näiden valtavasti dataa keräävien laitteiden yleistymisen tarkoittaisi datan määrän kasvamista sellaisiin mittasuhteisiin, ettei sitä vielä pysty mitenkään manuaalisesti analysoimaan tehokkaasti. Terveysdatan määrän arvioidaan kasvavan seuraavan vuosikymmenen aikana niin paljon, että suuri osa kaikesta tallennetusta datasta on ihmisten terveysdataa. Jos Big Data ja tekoäly saadaan valjastettua analysoimaan tätä dataa tehokkaasti, on mahdollista kehittää terveydenhuoltoa paljon yksilöllisempään suuntaan ja diagnosoida harvinaisia sairauksia sekä tunnistaa riskialttiita potilaita merkittävästi tehokkaammin. Big Data mahdollistaa myös sellaisten syy-seuraussuhteiden löytämisen, mitä ei koskaan olisi löydetty perinteisin metodein.

Terveystietojen arkaluonteisuuden vuoksi yksi suurimmista haasteista mobiilipohjaisessa terveydenhuollossa ja erityisesti yksilöllisen datan keräämisessä on tietoturva sekä



yksityisyydensuoja. Vaikka henkilökohtaisia ja luottamuksellisia tietoja käsiteltäisiin anonyymisti, on aina olemassa riski uudelleentunnistamiseen. Näin ollen Big Datan aikakaudella kyky suojella yksityisyyttä on rajallista. Tämä yhdistettynä terveyssovellusten keskivertosovellusta huonompiin tietosuojakäytäntöihin sekä terveysdatan herkkäluontoisuuteen tarkoittaa, että mobiilipohjaisen terveydenhuollon on kehityttävä erityisesti näissä osa-alueissa ennen kuin se pystyy todella yleistymään.

## LÄHTEET

1. World Health Organization, 2005. 58th World Health Assembly on eHealth 2005 [verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.who.int/healthacademy/media/WHA58-28-en.pdf?ua=1>
2. Euroopan Komissio (julkaisupäivämäärä tuntematon). Sähköiset terveystalvet [verkkosivu] Saatavissa: [https://ec.europa.eu/health/ehealth/overview\\_fi](https://ec.europa.eu/health/ehealth/overview_fi) [viitattu 15.11.2018]
3. World Health Organization, 2011. mHealth - new horizons for health through mobile technologies. Global Observatory for eHealth series: Volume 3. [verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.who.int/goe/publications/goe\\_mhealth\\_web.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf)
4. Bhavani, S.P., Narula, J., Sengupta, P.P., 2016. Mobile technology and the digitization of healthcare
5. Takahashi, D., 2018. Newzoo: Smartphone users will top 3 billion in 2018, hit 3.8 billion by 2021 [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://venturebeat.com/2018/09/11/newzoo-smartphone-users-will-top-3-billion-in-2018-hit-3-8-billion-by-2021/> [viitattu 17.11.2018]
6. Sanou, B., 2016. ICT facts and figures 2016 [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2016.pdf>

7. IQVIA institute, 2017. The Growing Value of Digital Health [verkkodokumentti]  
Saatavissa: <https://www.iqvia.com/institute/reports/the-growing-value-of-digital-health>
8. Nikolova, S., (julkaisupäivämäärä tuntematon). 84,000 health app publishers in 2017 – Newcomers differ in their go-to-market approach [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://research2guidance.com/84000-health-app-publishers-in-2017/> [viitattu 19.11.2018]
9. Aitken, M., 2013. Patient apps for improved healthcare: From novelty to mainstream. IMS Institute for healthcare informatics [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.scribd.com/document/200148142/IIHI-Patient-Apps-Report-pdf>
10. Becker, S., Miron-Shatz, T., Schumacher, N., Krocza, J., Diamantidis, C., & Albrecht, U. V., 2014. mHealth 2.0: Experiences, Possibilities, and Perspectives. JMIR mHealth and uHealth, 2(2)
11. West, J.H., Hall, P. C., Hanson, C. L., Barnes, M.D., Giraud-Carrier, C., & Barrett, J. 2012. There's an app for that: content analysis of paid health and fitness apps. Journal of medical Internet research, 14(3).
12. Euroopan Komissio, 2014. VIHREÄ KIRJA terveysalan mobiilisovelluksista(”mHealth”) [verkkodokumentti] Saatavissa: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/FI/1-2014-219-FI-F1-1.Pdf>
13. World Health Organization, 2011. mHealth - new horizons for health through mobile technologies. Global Observatory for eHealth series: Volume 3. [verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.who.int/goe/publications/goe\\_mhealth\\_web.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf)

14. European Commission, 2012. European Directory of Health Apps 2012-2013 [verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.patient-view.com/uploads/6/5/7/9/6579846/pv\\_appdirectory\\_final\\_web\\_300812.pdf](http://www.patient-view.com/uploads/6/5/7/9/6579846/pv_appdirectory_final_web_300812.pdf)
15. Rehg, J.M., Murphy, S.A., Kumar S., 2017. Mobile Health: Sensors, Analytic Methods, And Applications.
16. Smeddinck, J. D. (2016). Games For Health. In R. Dörner, S. Göbel, M.Kickmeier-Rust, M. Masuch, & K. Zweig. Entertainment Computing and Serious Games (Vol. 9970, pp. 212-264).
17. Baranowski, T., Blumberg, F., Buday, R., DeSmet, A., Fiellin, L. E., Green, C. S., Kato, P. M., Lu, A. S., Maloney, A. E., Mellecker, R., Morrill, B. A., Peng, W., Shegog, R., Simons, M., Staiano, A. E., Thompson, D., ... Young, K., 2016. Games for Health for Children-Current Status and Needed Research. Games for health journal, 5(1), 1-12.
18. Barnett, A., Cerin, E., Baranowski, T., 2011. Active video games for youth: a systematic review.
19. Baranowski, T., Abdelsamad, D., Baranowski, J., O'Connor, T. M., Thompson, D., Barnett, A., Cerin, E., ... Chen, T.A., 2012. Impact of an active video game on healthy children's physical activity. Pediatrics, 129(3).
20. Maloney, A.E., Threlkeld, K.A., Cook, W.L., 2012. Comparative Effectiveness of a 12-Week Physical Activity Intervention for Overweight and Obese Youth: Exergaming with "Dance Dance Revolution".

21. Haddock, B. L., Siegel, S. R., & Wikin, L. D., 2009. The Addition of a Video Game to Stationary Cycling: The Impact on Energy Expenditure in Overweight Children. *The open sports sciences journal*, 2, 42-46.
22. Nintendo, 2018. Top selling Title Sales Units [verkkosivu] Saatavissa: <https://www.nintendo.co.jp/ir/en/finance/software/wii.html> [Viitattu 2.12.2018].
23. Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., et al., 2013. A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *J Educ Psychol*; 105:249–265.
24. DeSmet A., Van Ryckeghem, D., Compernelle, S., Baranowski, T., Thompson, D., Crombez, G., Poels, K., Van Lippevelde, W., Bastiaensens, S., Van Cleemput, K., Vandebosch, H., ... De Bourdeaudhuij, I., 2014. A meta-analysis of serious digital games for healthy lifestyle promotion. *Preventive medicine*, 69, 95-107.
25. DeShazo, J., Harris, L., Pratt, w., 2010. Effective intervention or child's play? A review of video games for diabetes education.
26. Hieftje, K., Edelman, E. J., Camenga, D. R., & Fiellin, L. E., 2013. Electronic media-based health interventions promoting behavior change in youth: a systematic review. *JAMA pediatrics*, 167(6), 574-80.
27. Pietrzak, E., Pullman, S., McGuire, A., 2014. Using Virtual Reality and Videogames for Traumatic Brain Injury Rehabilitation: A Structured Literature Review.
28. Yip, P., Middleton, P., Cyna, A.M., Carlyle, A.V., 2009. Non-pharmacological interventions for assisting the induction of anaesthesia in children.

29. Fox, S., Duggan, M., 2013. Tracking for Health [verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.pewinternet.org/2013/01/28/tracking-for-health/>
30. Burke, L. E., Styn, M. A., Sereika, S. M., Conroy, M. B., Ye, L., Glanz, K., Sevick, M. A., ... Ewing, L. J., 2012. Using mHealth technology to enhance self-monitoring for weight loss: a randomized trial. *American journal of preventive medicine*, 43(1), 20-6.
31. Weiler, A., 2016. mHealth and big data will bring meaning and value to patient-reported outcomes. *mHealth*, 2, 2.
32. Steadman, I., 2013. IBM's Watson is better at diagnosing cancer than human doctors. [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.wired.co.uk/article/ibm-watson-medical-doctor>
33. Burke, L. E., Styn, M. A., Sereika, S. M., Conroy, M. B., Ye, L., Glanz, K., Sevick, M. A., ... Ewing, L. J., 2012. Using mHealth technology to enhance self-monitoring for weight loss: a randomized trial. *American journal of preventive medicine*, 43(1), 20-6.
34. Carter, M. C., Burley, V. J., & Cade, J. E., 2017. Weight Loss Associated With Different Patterns of Self-Monitoring Using the Mobile Phone App My Meal Mate. *JMIR mHealth and uHealth*, 5(2), e8.
35. Turner-McGrievy, G., Beets, M., Moore, J., Kaczynski, A., Barr-Andersson D., Tate, D., 2013. Comparison of traditional versus mobile app self-monitoring of physical activity and dietary intake among overweight adults participating in an mHealth weight loss program. *Journal of the American Medical Informatics Association*, Volume 20, Issue 3, 1 May 2013, Pages 513–518

36. Robert S. H. Istepanian, Senior MIEEE, Ala Sungoor, and Kenneth A Earle, 2009. Technical and Compliance Considerations for Mobile Health Selfmonitoring of Glucose and Blood Pressure for patients with Diabetes. 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS Minneapolis, Minnesota, USA, September 2-6.
37. Garabedian, L.F., Ross-Degnan, D., Wharam., J.F., 2015. Mobile Phone and Smartphone Technologies for Diabetes Care and Self-Management.
38. Pentland, A., Lazer, D., Brewer, D., Heibeck, T., 2009. Improving Public Health and Medicine by use of Reality Mining.
39. McCue, M. E., & McCoy, A. M., 2017. The Scope of Big Data in One Medicine: Unprecedented Opportunities and Challenges. *Frontiers in veterinary science*, 4, 194.
40. Baro, E., Degoul, S., Beuscart, R., & Chazard, E., 2015. Toward a Literature-Driven Definition of Big Data in Healthcare. *BioMed research international*, 2015.
41. Kresge, N., Khrennikov, I., Ramli, D., 2019. Period-Tracking Apps Are Monetizing Women's Extremely Personal Data [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-24/how-period-tracking-apps-are-monetizing-women-s-extremely-personal-data> [Viitattu 28.1.2018].
42. Future of Privacy Forum, 2016. FPF Mobile Apps Study. [verkkodokumentti] Saatavissa: [https://fpf.org/wp-content/uploads/2016/08/2016-FPF-Mobile-Apps-Study\\_final.pdf](https://fpf.org/wp-content/uploads/2016/08/2016-FPF-Mobile-Apps-Study_final.pdf)
43. Atzmon, S., 2018. Future trends in healthcare. [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.enterpriseinnovation.net/article/future-trends-healthcare-1342467221>

44. Bourla A., 2018. 5 Key trends for the future of healthcare. [verkkodokumentti]  
Saatavissa: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/this-is-what-the-future-of-healthcare-looks-like/>
45. Shinde, S., 2018. mHealth: The New Future of Healthcare. [verkkodokumentti]  
Saatavissa: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/this-is-what-the-future-of-healthcare-looks-like/>
46. Mobile devices in healthcare: Predicting the future of innovation [verkkosivu]  
Saatavissa: <https://mobilebusinessinsights.com/2018/07/mobile-devices-in-healthcare-predicting-the-future-of-innovation/> [Viitattu 15.1.2018].
47. Roman, D.H., Conlee, K.D., 2015. The Digital Revolution comes to US Healthcare, *Technology, incentives align to shake up the status quo*. [verkkodokumentti]  
Saatavilla: [https://www.wur.nl/upload\\_mm/0/f/3/8fe8684c-2a84-4965-9dce-550584aae48c\\_Internet%20of%20Things%205%20-%20Digital%20Revolution%20Comes%20to%20US%20Healthcare.pdf](https://www.wur.nl/upload_mm/0/f/3/8fe8684c-2a84-4965-9dce-550584aae48c_Internet%20of%20Things%205%20-%20Digital%20Revolution%20Comes%20to%20US%20Healthcare.pdf)
48. mHealth Events to attend in 2018, 2017. [verkkosivu] Saatavissa:  
<https://mhealthinsight.com/2017/12/19/2018mhealthevents/> [Viitattu 15.1.2018].
49. Dolan, B., 2014 Gartner puts mobile health monitoring in the "trough of disillusionment" [verkkodokumentti] Saatavissa:  
<https://www.mobihealthnews.com/36061/gartner-puts-mobile-health-monitoring-in-the-trough-of-disillusionment> [Viitattu 15.1.2018].



50. Wicklund, E., 2015. Gartner Analyst: Healthcare Isn't Ready for Wearables Just Yet. [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://mhealthintelligence.com/news/gartner-analyst-healthcare-isnt-ready-for-wearables-just-yet> [Viitattu 15.1.2018].