



Puettavan teknologian käyttökohteet, hyödyt ja haasteet

Oulun yliopisto
Tietojenkäsittelytiede
Kandidaatin tutkielma
Ville Rytönen
2024

Tiivistelmä

Käytämme elämässämme paljon älylaitteita. Mukanamme liikkeekin tyypillisesti ainakin kaikille tuttu älypuhelin. Nykyään kuitenkin ei ole outoa nähdä älysormuksia tai älykelloja katukuvassa. Mitä hyötyä niistä oikein on, ovatko ne vain kuluttaja yhteiskunnan luoma trendi vai onko niillä jotain oikeita hyötyjä? Millaisia muunlaisia älykkäitä puettavia laiteita puettava teknologia pitää sisällään?

Tutkielman tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta. Tämä jotta pystytään keräämään tarpeeksi monipuolinen aineisto tutkittavasta aiheesta. Näin ollen saataisiin mahdollisimman laaja käsitys ja ymmärrys aihealueesta. Kirjallisuus kerättiin pääasiassa IEEE Xplore tietokannasta.

Tutkielman aihe valittiin, koska käyttäjäläheinen teknologia, siinä kerätty data ja sen käyttäminen hyötyjen saavuttamiseksi on mielenkiintoinen aihealue. Tässä tapauksessa kiinnosti, millaista dataa voidaan kerätä ja mihin sitä voidaan käyttää. Lisäksi terveysteknologia on tekniikanala, josta olen kiinnostunut, tästäkin syystä tutkielma käsittelee melko laajasti aihetta terveysteknologian valossa. Kirjallisuuskatsaus pyrkii vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: **1) Mihin tarkoituksiin puettavaa teknologiaa käytetään ja millaisia nämä käyttökohteet voivat tulevaisuudessa olla? 2) Millaisia hyötyjä ja haasteita puettavassa teknologiassa on?**

Kehittynyt sensoritekhnologia ja niistä kertyvän datan reaaliaikainen monitorointi tai tallennus näyttää kiihdyttäneen puettavan teknologian käyttökohteiden siirtymistä entistä enemmän terveysteknologian puolelle. Moni kuluttajille myydyistä puettavista laitteista onkin enemmän tai vähemmän tarkoitus edistää yksilön terveyttä tai hyvinvointia. Muissakin ammateissa voitaisiin hyötyä tällaisesta teknologiasta; tutkielma toi esille muutaman kuten poliisin- tai sotilaan työssä. Tällaisia asioita tutkielma pyrkii avaamaan lukijalle enemmän.

Avainsanat

Puettava teknologia, älylaite, terveysteknologia, terveysdata

Ohjaaja

Yliopistonlehtori Helena Tokkonen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
Sisällysluettelo	3
1. Johdanto.....	4
2. Tutkimusmenetelmät	6
3. Keskeiset käsitteet	7
4. Puettava teknologia ja ihminen	8
4.1 Puettava teknologia	8
4.2 Puettavan teknologian hyödyt.....	8
5. Puettava teknologia terveydenhuollon tukena	10
5.1 Yleistä	10
5.2 Eettiset näkökulmat.....	10
5.3 Henkisen hyvinvoinnin tukeminen puettavan teknologian avulla	11
5.4 Terveysteknologian innovaatiot.....	12
6. Älykkäät puettavat trendit ja ratkaisut.....	14
6.1 Uudenlainen muoti.....	14
6.2 Urheilu ja Fitness	15
6.3 Ongelmat	15
7. Puettava teknologia ja tekoäly.....	16
7.1 Tekoäly tarjoaa etuja	16
7.2 Uhka vai mahdollisuus.....	16
8. Pohdinta	17
9. Johtopäätökset	20
Lähteet.....	22

1. Johdanto

Puettava teknologia on viime vuosina noussut keskeiseksi tekijäksi digitaalisessa arkielämässä ja ihmisten päivittäisessä elämässä. Se on tuonut mukanaan uusia laitteita, kuten älykelloja, älylaseja ja älyvaatteita, jotka yhdistävät teknologian ja muodin saumattomasti. Tällainen teknologia mahdollistaa monipuolisen datan keräämisen, analysoinnin ja hyödyntämisen eri tarkoituksissa, kuten terveydenhuollossa, liikunnassa, viestinnässä ja viihteessä. Tämä tutkielma keskittyy tarkastelemaan puettavan teknologian kasvavaa merkitystä ja sen vaikutuksia ihmisten elämään. Tutkielmassa myös tarkastellaan millaisia uusia innovaatioita ja tekniikan harppauksia alalla ollaan tekemässä.

Aihetta on merkittävää tutkia siksi, että puettava teknologia edustaa yhä kasvavaa osaa aluetta ihmisten ja teknologian vuorovaikutuksessa. Sen tutkiminen tarjoaa arvokkaita oivalluksia siitä, miten teknologia voi tukea ja parantaa ihmisten elämänlaatua monin eri tavoin. Erityisesti, kun otetaan huomioon, että laitteiden rooli terveyden seurannassa ja edistämässä tarjoaa uusia näkökulmia ennaltaehkäisyyn ja itsehoidon mahdollisuuksiin. Lisäksi ymmärtämällä aihetta paremmin, voidaan kehittää intuitiivisempia ja henkilökohtaisempia laitteita, jotka vastaavat paremmin yksilöiden tarpeisiin ja toiveisiin. Viime kädessä, puettavan teknologian tutkiminen avaa uusia mahdollisuuksia sen soveltamiselle paitsi nykyhetkessä myös tulevaisuudessa, tunnistuen samalla potentiaaliset riskit ja haasteet.

Teknologia on muuttanut ihmisten jokapäiväistä elämää ja vuorovaikutusta heidän ympäristönsä kanssa. Älykellot tarjoavat monipuolisia keinoja integroitua osaksi käyttäjää itseään. Ne kulkevat aina mukana ja tarjoavat reaaliaikaisen tuen käyttäjälleen. Puettava teknologia on avannut uusia mahdollisuuksia jakaa elämän tärkeitä hetkiä ja kokemuksia. Kirjallisuuskatsaus pyrkii vastamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Kysymys 1: mihin tarkoituksiin puettavaa teknologiaa voidaan käyttää ja millaisia nämä käyttökohteet voivat olla tulevaisuudessa.

Kysymys 2: Millaisia hyötyjä ja haasteita puettavassa teknologiassa on?

Puettava teknologia tuo esiin eettisiä ja yksityisyyden suojaan liittyviä kysymyksiä, kun henkilökohtaiset tiedot ja terveysdata siirtyvät yhä enemmän digitaaliseen muotoon. Tutkielmassa kiinnitetään huomiota näihin eettisiin ja yksityisyyskysymyksiin ja pyritään arvioimaan, miten puettava teknologia voi tasapainottaa käytännöllisyyden ja yksityisyyden suojaamisen tarpeet.

Tämä tutkielma pyrkii laajentamaan tietoisuutta puettavasta teknologiasta, sen käyttökohteista ja tulevaisuuden mahdollisuuksista. Puettava teknologia on osoittautunut merkittäväksi teknologiseksi innovaatioksi, ja sen käyttökohteet ja vaikutukset ulottuvat useille elämäntilanteille. On tärkeää ymmärtää näitä, jotta voimme hyödyntää puettavaa teknologiaa mahdollisimman tehokkaasti ja vastuullisesti.

Tutkielman rakenne on seuraavanlainen. Luvussa 2 esitellään tutkimusmenetelmät. Luvussa 3 käydään läpi keskeiset käsitteet. Luku 4 käsittelee puettavia älylaitteita yleisesti ja niiden hyötyjä ihmisille sekä miten puettavaa teknologiaa voidaan hyödyntää esimerkiksi eri ammattiteissa. Luvussa 5 käsitellään puettavia älylaitteita terveydenhuollon tukena, sekä kuinka älylaitteita hyödynnetään terveydenhuollossa. Luvussa 6 käsitellään älyvaatteita niiden trendejä ja ratkaisuja ongelmiin, joita on kohdattu tällä saralla. Luvussa 7 käsitellään tekoälyn yhdistämistä puettavien älylaitteiden tueksi. Luvussa 8

pohditaan aikaisempien tutkimusten antamia tuloksia. Luvussa 9 kasataan yhteen tutkielman tuotokset ja tehdään johtopäätökset.

Tutkielma on tehty JTT-kurssin tutkielman pohjalta ja sitä on muokattu ja laajennettu luonnontieteen kandidaatin tutkielmaksi (Rytkönen, 2023).

2. Tutkimusmenetelmät

Tässä työssä hyödynnetty tutkimusmenetelmä on kirjallisuuskatsaus, joka tarjoaa mahdollisuuden syvälliseen perehtymiseen puettavan teknologian ja ihmisen vuorovaikutukseen liittyviin kysymyksiin. Kirjallisuuskatsauksen menetelmän valinta perustuu sen monipuolisuuteen ja kykyyn koota yhteen erilaisia tutkimuksia, teorioita ja näkemyksiä. Kirjallisuuskatsauksella voidaan saavuttaa laaja-alainen ymmärrys aihealueesta, ja se voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla riippuen tutkimuksen tarkoituksesta ja tavoitteista (Salminen, 2011).

Kirjallisuuskatsaukset voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: kuvaileva kirjallisuuskatsaus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi (Salminen, 2011). Kuvaileva kirjallisuuskatsaus keskittyy aiheen laaja-alaiseen kartoitukseen ja on luonteeltaan enemmän kuvaileva ja laadullinen. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus, puolestaan, noudattaa tarkempia kriteereitä lähteiden valinnassa ja analyysissä, ja meta-analyysi kokoaa ja analysoi kvantitatiivisia tutkimustuloksia tietyn teeman tai kysymyksen ympäriltä.

Tässä tutkimuksessa käytetään kuvailevaa kirjallisuuskatsausta, jonka tavoitteena on tarjota kattava yleiskatsaus puettavan teknologian käyttökohteisiin, mukaan lukien teknologian hyödyt, haasteet ja tulevaisuuden mahdollisuudet. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus tarjoaa mahdollisuuden ymmärtää laajasti alan keskeisiä teemoja ja suuntauksia, ja se on erinomainen tapa muodostaa yhtenäinen kuva tutkitusta aihealueesta (Salminen, 2011).

Kirjallisuus on koottu pääosin Oula-Finna - IEEE Xplorer tietokannasta. Hakulauseita ei tarvinnut monia sillä IEEE Xplorer tietokannasta löytyi todella paljon kirjallisuutta kyseisestä aiheesta. Hakusanat kuvattu alla taulukossa 1. Taulukon vasemmassa sarakkeessa käytetty hakulause ja oikealla, kuinka monta hakutulosta sillä saatiin. Hakutuloksia kuitenkin rajattiin julkaisuvuoden mukaan, jotta liian vanhoja julkaisuja ei näy hakutuloksissa. Suuri osa käytetystä kirjallisuudesta onkin alle 10 vuotta vanhoja. Tämä siksi, jotta tutkimus tuottaisiin mahdollisimman hyvän kuvan aiheen nykyisestä tilasta. Joitain vanhempia lähteitä on kuitenkin käytetty satunnaisesti. Wikipediaa on käytetty keskeisten käsitteiden selittämiseen.

Taulukko 1. Hakulauseet, joita käytettiin kirjallisuuden etsimisessä.

Hakulause	Hakutulosten määrä
Wearable technology	25,219
Smart wearable	7,375
Wearable technology AND Healthcare	3,888
Smart wearable ethics	28

3. Keskeiset käsitteet

Tässä luvussa selitetään lyhyesti tutkielmassa esiintyviä keskeisiä käsitteitä. Nämä keskeiset käsitteet on kerätty alle. Lähteet käsitteille on kerätty Wikipediasta, koska käsitteet ovat yksiselitteisiä Wikipedia valikoitui lähteeksi. Lisäksi käsitteiden määrittelyt tulee olla yksinkertaisia ja ymmärrettäviä

Tekoäly (AI) on tietokonejärjestelmiä käyttävä teknologia, joka mahdollistaa koneille älykkyyden kaltaisten tehtävien suorittamisen, kuten oppimisen, päätöksenteon ja ongelmanratkaisun. Se perustuu algoritmeihin ja datan analysointiin.

RFID (Radio-Frequency Identification) on langaton tunnistusteknologia, joka käyttää radiotaajuisia aaltoja lukemaan ja tallentamaan tietoja etätunnisteista eli RFID-tunnisteista.

IoT (Internet of Things) viittaa verkottuneiden laitteiden ja esineiden ekosysteemiin, joilla on kyky kerätä, jakaa ja vaihtaa dataa keskenään internetin välityksellä. Tämä teknologinen lähestymistapa mahdollistaa erilaisten laitteiden, kuten kodinkoneiden, antureiden ja älykkäiden laitteiden, liittämisen yhteen, luoden älykkään ympäristön.

Biometrinen tieto käsittää ihmisen fyysiset tai käyttäytymiseen liittyvät tiedot kuten sykkeen, unenvaiheet, askelmäärän ja hengitystiheyden. Tämä tieto on keskeinen terveyden seurannassa ja henkilökohtaisen hyvinvoinnin analysoinnissa.

Sensortechnologia on teknologia, joka mahdollistaa ympäristön tai ihmiskehon tilan havainnoinnin ja mittaamisen. Sensorit ovat olennainen osa puettavaa teknologiaa, sillä ne keräävät tietoa käyttäjästään.

4. Puettava teknologia ja ihminen

Puettavaa teknologia on viimeisen vuosikymmenen yksi ajankohtaisimmista kuluttaja markkinoille suunnatuista teknologian innovaatioista. Nykyisin mm. älykelloja ja -sormuksia nähdään joka puolella. Puettavalle teknologialle löydetään koko ajan uusia käyttökohteita. Puettava teknologia on rantautunut usealle aivan toisistaan erilaiselle alueelle.

Tässä luvussa on tarkoitus perehtyä siihen, mitä puettava teknologia on, ja mihin sitä voitaisiin käyttää. Lisäksi tarkastellaan, mitä hyötyä puettavista laitteista on.

4.1 Puettava teknologia

Puettava teknologia viittaa laitteisiin, jotka käyttäjä pukee päälleen tai kiinnittää kehoonsa. Tällaiset laitteet voivat olla esimerkiksi älykelloja älylaseja, kuntoilurannekkeita tai muita elektronisia laitteita, jotka tarjoavat käyttäjälleen erilaisia toiminnallisuuksia. Puettava teknologia voi seurata terveyttä, tarjota reaaliaikaista tietoa, mukautua käyttäjän tarpeisiin ja integroitua muihin laitteisiin ja sovelluksiin. Yleisesti puettava teknologia parantaa elämänlaatua tarjoamalla älykkäitä ratkaisuja ja tietoa päivittäiseen elämään. (Godfrey ym., 2018)

Terveydenhuollossa potilas voi käyttää puettavia laitteita, jotka mittaavat reaaliaikaista biometristä tietoa. Ne antavat ympärivuorokautisesti hoito-ohjeita ja lääkemuistutuksia. Urheilussa voidaan pitää yllä sähköteknisiä teksteilejä, jotka tarjoavat ominaisuuksia kuten lämmönsäätely, tuntoherkkyyden muuttaminen ja valaisu. Näillä teksteileillä voidaan myös mitata dataa urheilijasta. Esimerkiksi voidaan kerätä dataa hapenottokyvystä, sykkeestä, kehonlämpötilasta ja nesteytystasosta. Teollisuudessa puettavaa teknologiaa voidaan käyttää fyysisesti raskaissa ammateissa tai työtehtävissä. Näitä voisivat olla esimerkiksi: rakennusala, kaivostoiminta, maakaasu- tai öljyteollisuus. Älysuojavarusteita kuten laseja, hanskoja, kypärään integroituja näyttöjä ja kameroita voitaisiin käyttää tehostamaan työntekijän turvallisuutta. Turvallisuusaloilla kuten poliisin tai sotilaan työssä voitaisiin käyttää hyväksi puettavaa teknologiaa. Kyseinen tekniikka on työntekijän turvallisuuden monitorointia varten tai jotta työsuoritusta voitaisiin analysoida jälkikäteen. (Jain ym., 2021)

4.2 Puettavan teknologian hyödyt

Puettavan teknologian etuihin kuuluu monipuolinen käytettävyys. Tärkeimpiä etuja ovat kyky pitää käyttäjä yhteydessä ympäristöönsä **ilmoittamalla** saapuvista viesteistä, puheluista, sähköposteista ja muista tärkeistä tiedoista **ilman**, että käyttäjän tarvitsee jatkuvasti **tarkistaa älypuhelimiaan**. Lisäksi puettavat laitteet voivat auttaa paikantamaan esimerkiksi älypuhelimien. Se tapahtuu ottamalla älypuhelimien yhteyden ja soittamalla jonkin äänimerkin, mikäli tämä laite on hukassa. Voit myös esimerkiksi säätää kodin valoja tai huoneenlämpötilaa ohjaamalla ilmastointia puettavasta laitteestasi. (Motti, 2020)

Toinen suuri etu puettavassa teknologiassa on sen ehdoton **datan tarkkuus ja reaaliaikaisuus**. Puettava teknologia voi tallentaa ja lähettää sinulla dataa, jota voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi terveydenhuollon kanssa. Ihmiset myös tietävät omasta terveydentilastaan enemmän, koska kuten mainittu tieto on jo sen verran tarkkaa, että

siihen voi hyvillä mielin luottaa. Joillekin ihmisille tämä saattaa lisätä myös motivaatiota, kun esimerkiksi älysormuksen mittaamaa askelten määrää ja liikunta-aktiivisuutta voi seurata puhelimella. Myös yritykset voivat kohdentaa palvelujaan paremmin. Tämä voi auttaa ihmisiä saamaan enemmän räätälöityjä ja sopivimpia palveluita. Samalla myös yritykset voivat tehdä toiminnastaan tehokkaampaa ja kohdentaa palveluita oikeaan paikkaan, täten he voivat tehdä parempaa tulosta. Annetussa esimerkissä vakuutusyhtiöt alkavat antamaan parempia palveluita niille, jotka pitävät puettavaa teknologiaa, joista voidaan saada terveystietoa kerättyä. (Xu ym., 2014)

Puettavan teknologian seuraava etu on niiden huomattava **tehokkuus datankäsittelyssä**. Puettavat laitteet ovat mahdollistaneet elämämme turvallisuuden ja tehokkuuden parantamisen. Esimerkiksi henkilökunta ja pakkausvarastot voivat nyt käyttää puettavia laitteita, jotka auttavat tehostamaan pakkaustehtäviä ja seuraamaan kuljetettavia tuotteita. GPS-tunnisteet voivat myös automaattisesti neuvoa heitä tehokkaimmalle reitille. (Xu ym., 2014)

Puettavan teknologian käyttö voi potentiaalisesti **ennaltaehkäistä loukkaantumisia** tulevaisuudessa. Viime aikoina on esimerkiksi havaittu, että Apple Watch Series 6 -laitteeseen liitetty henkilö sai hälytyksen korkeasta verenpaineestaan ja vältti siten vakavan kaatumisen. Tulevaisuudessa voimme havaita liikkeitä, näyttää reaktioaikoja ja tallentaa kaiken tiedon, jonka avulla useat toimialat voivat hyödyntää puettavaa teknologiaa tarjotakseen saavutettavuutta ja helppokäyttöisyyttä työntekijöilleen. Vaikka tulevaisuuden innovaatioihin liittyy riskejä, ne voivat olla toteuttamisen arvoisia, jos riskit hallitaan asianmukaisilla turvatoimilla. Tulevaisuudessa tulee myös ottaa huomioon esimerkiksi liikunta tai aistirajoitteiset ihmiset. Heille voidaan tarjota suuria hyötyjä puettavista älylaitteista. Haptinen palaute on yksi näistä. Esimerkiksi älykkäitä kenkiä käyttävä sokea henkilö voi saada **haptista palautetta värinän** muodossa oikean käännöksen tekemiseksi risteyksessä ja tietää, milloin ylittää tie. Puettavalla terveysteknologialla on suuri potentiaali parantaa terveydenhuoltoa. Vaikka nykyinen ratkaisu on vielä alkuvaiheessa, tarvitaan lisää kehitystä, jotta siitä tulisi käyttäjäystävällinen, turvallinen ja suosittu. (Jain ym., 2021)

5. Puettava teknologia terveydenhuollon tukena

Tässä luvussa käsitellään, kuinka puettava teknologia voi olla terveydenhuollon tukena. Käydään läpi millaisiin laitteisiin terveydenhuolto voi tukeutua. Kuinka tarkkaa ja luotettavaa älylaitteista saatu data on? Sivuumme myös kuinka puettavat laitteet voivat tukea henkistä hyvinvointia. Tässä luvussa käydään läpi myös tuoreimpia terveysteknologian innovaatioita.

5.1 Yleistä

Puetun teknologian rooli terveydenhuollon tukena korostuu, kun väestön ikääntyminen kasvattaa terveydenhuollon ja avun tarvetta. Älykkäät puettavat tarjoavat ratkaisun ikääntyneiden kognitiivisen ja psykososiaalisen toimintakyvyn heikkenemiseen sekä heidän kykynsä ja liikkuvuuteensa liittyviin haasteisiin (Yang & Lee, 2022). Laaja valikoima älykkäitä puettavia järjestelmiä mahdollistaa datan keräämisen ihmisten elintoiminnoista, kuten verenpaineesta ja sydämen sykkeestä. Näin ollen he saavat reaaliaikaista terveydenhuoltoa ja apua, kun fyysisen tilan tiedot lähetetään langattomasti palvelemaan terveydenhuollon yksikköön. (Lee ym., 2021) Älykkäät puettavat järjestelmät voivat tuoda jatkuvaa terveydenhuoltoa kotiin, mikä vähentää fyysisiä tarkastuskustannuksia ja sairaalaan joutumisen riskiä. Tämä korostaa älykkäiden puettavien järjestelmien laajaa käyttöä ikääntyvän väestön keskuudessa, mikä on kriittisen tärkeää terveydenhuollon toimitusprosessin helpottamiseksi ja sosiaalisen taakan lieventämiseksi. (Lee ym., 2021)

Älykkäät puettavat järjestelmät voivat hyödyntää sensoreita, älykkäitä tekstilejä ja aktuaattoreita terveyden arvioimiseksi, ja päätöksentekoprosessia voidaan tukea teknologioilla, kuten langattomilla anturiverkoilla ja elektronisilla valvontalaitteilla. Nämä järjestelmät monitoroivat elintoimintoja, sijaintia, kehon liikkeitä ja voivat ilmoittaa kaatumisen riskistä etukäteen. (Yang & Lee, 2022)

5.2 Eettiset näkökulmat

Puettavan teknologian integrointi terveydenhuoltoon tuo esiin merkittäviä eettisiä kysymyksiä, jotka vaativat huolellista harkintaa ja vastuullista lähestymistapaa. Mittelstadt ym. (2011) nostavat esiin useita eettisiä teemoja, jotka liittyvät henkilökohtaisen ja datan yksityisyyteen, teknologian näkyvyyteen ja sen sosiaalisiin vaikutuksiin, kuten mahdolliseen sosiaaliseen eristytymiseen ja autonomian rajoituksiin. Nämä haasteet korostavat tarvetta tasapainottaa teknologian tarjoamat hyödyt käyttäjien perusoikeuksien ja vapauksien kanssa. Etenkin kun puettava teknologia mahdollistaa jatkuvan terveystiedon keräämisen ja analysoinnin, on kriittisen tärkeää varmistaa, että käyttäjien suostumus on saatu, ja että heillä on hallinta omiin tietoihinsa. Lisäksi teknologian kehittäjien ja terveydenhuollon ammattilaisten on otettava huomioon, kuinka teknologian käyttö voi muuttaa potilaan ja terveydenhuollon tarjoajan välistä suhdetta, mahdollisesti vähentäen inhimillistä vuorovaikutusta ja henkilökohtaista huolenpitoa. Ramkushe & Dave (2015) korostavat myös tietoturvan ja käyttäjien datan suojauksen merkitystä, mikä viittaa siihen, että nämä tekijät ovat olennaisia puettavan terveysteknologian eettisessä tarkastelussa. Kokonaisuudessaan, nämä eettiset kysymykset haastavat tutkijat, kehittäjät ja terveydenhuollon ammattilaiset pohtimaan syvällisesti, kuinka puettavaa teknologiaa voidaan käyttää tavalla, joka kunnioittaa

yksilön oikeuksia ja edistää yleistä hyvinvointia terveydenhuollon kontekstissa. (Ramkushe & Dave, 2015)

5.3 Henkisen hyvinvoinnin tukeminen puettavan teknologian avulla

Tässä alaluvussa käsitellään puettavan teknologian hyötyjä mielenterveyden ja hyvinvoinnin näkökulmasta. Kuinka tällainen teknologia voisi olla ihmisen tukena ihmisen arkielämässä kuten myös esimerkiksi hoitajaksoilla, jolloin henkistä hyvinvointia tarkkaillaan erittäin paljon. Pystyykö tällainen teknologia auttamaan?

Puettavan teknologian avulla voidaan tukea henkistä hyvinvointia tunnistamalla koettu stressi ja käyttäjän tunnetilat. Tämänäköisellä apuvälineteknologialla on mahdollisuus merkittävästi edistää käyttäjän psyykkistä hyvinvointia. Puettava laite pystyy keräämään ja seuraamaan fysiologisia ja käyttäytymissignaaaleja sekä tarjoamaan visuaalista ja haptista palautetta. Erityisesti käyttäjien jatkuvaa seurantaan tarvitaan käyttäytymisterapian hoitotarkoituksiin. Tässä alaluvussa käsitellään tällaisten teknologioiden tärkeyttä ja tarvetta, ja keskitytään siihen, miten stressiä ja tunteita voidaan tunnistaa päivittäisessä elämässä reaaliaikaisesti tällaisten teknologioiden avulla. (Haratian, 2019)

Yksittäisten ihmisten avustaminen henkisen hyvinvoinnin kanssa ja siten heidän kokonaisvaltaisen terveytensä parantaminen vaatii stressin sekä tunteiden monitorointia. Henkinen hyvinvointi on tila, jolloin ihminen tuntee voivansa hyvin ja kokee pystyvänsä selviämään elämän aiheuttamasta normaalista stressitasoista. Henkisen hyvinvoinnin poikkeustilat eli jonkinlaiset mielenterveydelliset ongelmat pitävät sisällään mm. masennusta, ahdistusta sekä tietynlaisia paniikkihäiriön muotoja. (Haratian, 2019)

Apuvälineteknologialla voidaan havaita aikaisen vaiheen ongelmia henkisessä hyvinvoinnissa. Kun ongelmia tunnistetaan aikaisessa vaiheessa se edistää ja tukee mielenterveyden ja hyvinvoinnin palauttamista. Lisäksi apuvälineteknologia voi tunnistaa ahdistusta tai muita henkisen hyvinvoinnin ongelmia, ja auttaa täten henkilöä hakeutumaan oikeanlaiseen hoitoon ajoissa. Tämän apuvälineteknologian avulla biometrinen palaute mahdollistaa mielenterveysongelmien tiedostamisen ja erilaisten sopeutumis- ja ajattelutapojen omaksumisen asianmukaisen neuvonnan avulla. Psykkinen stressi vaikuttaa kehoon monin tavoin, aiheuttaen lihaskipua, jännitystä, ruoansulatusongelmia ja ylivilkkausta, mikä voi johtaa rytmihäiriöihin, sydänkohtauksiin ja mahdollisesti äkilliseen kuolemaan. Päänsärky, selkäkipu, närästys, vatsakipu, kohonnut verenpaine ja nopea sydämen syke sekä masennus ja ahdistushäiriöt ovat stressin näkyviä vaikutuksia kehossa. (Adult Mental Health First Aider Manual, 2016)

Mielenterveystutkimuksessa varhaisen stressin havaitseminen perustuu itseraportointiin vastauksena standardoituun kysymysluetteloon, mikä on hyvin puolueellista ja subjektiivista (Jiang ym., 2019). On tärkeää pystyä mittaamaan koettua stressiä objektiivisesti. Tutkimukset osoittavat, että stressitasoja voi havaita biometrisestä datasta ja fyysisistä ilmenemismuodoista. Perinteinen stressin fysiologinen mittaustapa on kortisolin tasojen mittaaminen eri lähteistä, kuten syljestä, verestä tai virtsasta. Tällaiset mittaukset vaativat laboratorio-olosuhteita ja ihmiset kokevat ne päällekkäviksi mittaustavoiksi. (Aigrain ym., 2018) Tämä osoittaa tarpeen avustaville teknologioille, jotka tunnistavat koetun stressin ja tunteet käyttämällä puettavia ja ei-tunkeutuvia tekniikoita arkipäivän elämässämme. Tähän tarkoitukseen on erilaisia sovelluksia, joilla on potentiaalia tunnistaa stressi ja tunteet, kuten kasvojen ilmeet, silmien liike, asento ja eleet sekä puhe ja fysiologiset näytöt. (Haratian, 2019)

5.4 Terveysteknologian innovaatiot

Tässä luvussa perehdytään paremmin yhteen innovaatioon, jotta voisimme paremmin ymmärtää teknologioita sen takana. Luvussa käsittelemme Gokturk Cinel ym. (2020) kirjattua tutkimusta kuinka puettava älylaite voisi mitata hengitystiheyttä ja täten parantaa mahdollisuuksia tunnistaa ja diagnosoida uniapneaa.

Puettava sensoriteknologia on edistynyt terveydenhuollon ja lääketieteen saralla viimeisen 50 vuoden aikana (Bonato, 2010). Tämä teknologia tarjoaa mahdollisuuksia potilaille tarkkailla omaa terveydentilaa reaaliaikaisesti kotona. Potilaan tilaa tarkkailevat järjestelmät nähdään tärkeinä nykypäivän terveydenhuollossa, kun sairaalat ja terveydenhuollon yksiköt voivat olla ruuhkautuneita ja ammattilaisia on liian vähän yhtä potilasta kohden. Tällaiset seurantajärjestelmät voidaan sovittaa myös muiden terveysongelmien seuraamiseen tai kartoittamiseen mm. diabetes, sydänkohtaukset, Parkinsonin tauti, Alzheimerin tauti jne. (Cinel ym., 2020)

Uniapnea on toistuva tila, jossa ylähengitystiet menevät tukkoon vähintään 10 sekunnin ajaksi unen aikana (Medical Advisory Secretariat, 2006). Uniapnean aiheuttamat hengitysteiden tukokset alentavat happipitoisuutta veressä (Ling ym., 2012). Kova ääninen kuorsaus ja päiväsaikainen väsymys ja uneliaisuus ovat uniapnean pääasialliset oireet. (McNicholas, 2008)

Epäily uniapneasta yleensä syntyy, kun epäilyn alla oleva henkilö saa kuulla oireista joiltain, jonka kanssa esimerkiksi nukkuu samassa sängyssä. Henkilö, joka asuu yksin ei saa tällaista palautetta, hän saattaa kärsiä uniapneasta tietämättään. Epäilyksen herätessä henkilön tulee olla tietoinen uniapnean aiheuttamista vaurioista ja hakeutua välittömästi diagnosoitavaksi. Myöhemmissä uniapnean vaiheissa, potilaalla voi olla monia poikkeavuuksia elimistössä. Tällaiset poikkeavuudet voivat altistaa vakaville oireille ja vahingoille kuten, päänsärky, masennus ja erilaiset aivohalvaukset tai -infarktit. Tutkimukset osoittavat, että uniapneaa sairastavalla on suuremmat mahdollisuudet kuolla sydän- ja verisuonitauteihin. (Shah ym., 2010)

Cinelin (2020) tutkimus esittelee potilaanelintoimintoja mittaavan järjestelmän, joka mittaa hengitystiheyden muutoksia ja tunnistaa, jos poikkeavuuksia syntyy. Tällöin voidaan tunnistaa, jos potilas kärsii uniapneasta ja se voidaan diagnosoida. Jokainen uniapnea aiheuttaa hengitystoiminnan heikentymistä, joten laite raportoi mahdollisista uniapnea tapauksista. Järjestelmä on suunniteltu mittaamaan pallean liikettä ja hengityksenlämpötilaa unen aikana. Järjestelmä jatkuvasti kerää ja tallentaa dataa talteen. Esitellyllä järjestelmällä on käyttäjäystävällinen, päälle käymätön, älykäs ja puettava laite, joka käyttää puettavien sensorien teknologiaa. Laitteen keräämä data lähetetään serverille, josta sitä voidaan tarkastella web-sovelluksen avulla myöhemmin. Tämä järjestelmä voidaan myös integroida osaksi terveydenhuollon palveluita auttamaan uniapnea potilaita. (Cinel ym., 2020)

Tekniikkaa kuvaillaan seuraavasti. Pallean liikettä monitoroi ”MPU6050”(TDK InvenSense, U.S.A) Siinä on 3 suuntainen gyroskooppi ja 3 suuntainen kiihtyvyysanturi. Hengityksen lämpötilan mittaamiseen käytetty laite/sensori ”MLX90615” (Melexis, Belgium) on pieni infrapunasensori, joka kiinnitetään muovi klipsillä potilaan sierainten alta nenäluuhun kiinni. Datan keräykseen käytetään ” Arduino Mega Microcontroller Unit (MCU)” (Arduino, Italy). Tietojen lähettämiseen serverille käytetään ” ESP 8266 Wi-Fi module” (Espressif Systems, China). Tämä Wifi moduuli auttaa kehittämään IoT sovelluksia, jolla dataa voidaan lähettää verkkoon käyttämällä TCP/IP stack protokollaa. (Cinel ym., 2020)

Cinel (2020) suoritti hengitystiheyden mittauksen potilaan ollessa selällään. Potilas jäljitteli uniapneaa pidättämällä hengitystä noin 15 sekunnin ajan. Muutokset voitiin huomata akseleilla kiihtyvyyssanturin antamista tiedoista. Suoritetun tutkimuksen graafeista voitiin huomata, kun hengitystä pidätettiin. Infrapunalämpömittarista saadut lukemat hengityksen aikana uloshengitetty ilma oli ulkoilmaa lämpimämpi kuten odotettua. Nämä tiedot yhdistettynä voitiin havainnoida hengityssykliä helposti. Esiteltyä järjestelmää voidaan käyttää uniapnean tunnistamiseen ja mahdollisen sen aiheuttamien vaurioiden ehkäisyyn. Ulkoinen hälytysyksikkö voidaan kytkeä Arduinon valmistamaan ohjainyksikköön ja siten luoda hälytysprotokolla. Jos uniapnea kohtaus havaitaan, potilas voidaan hälyttää hereille, jos potilas ei herää tai sammuta hälytystä, ilmoitus voidaan lähettää potilaan lääkärille. (Cinel ym., 2020)

6. Älykkäät puettavat trendit ja ratkaisut

Tässä luvussa käsitellään älykkäiden puettavien tekstiilien trendejä. Mihin puettavan teknologian markkinat ovat suuntautumassa? Mitä vaikutuksia tällä on ympäristölle ja yhteiskunnalle.

Älytekstiilien maailman laajuinen kysyntä kasvoi 3.4 miljardiin dollariin vuonna 2022. Sen arvioidaan nousevan 9.3 miljardiin vuoteen 2025 mennessä. Yksi kysynnän kasvua ajavista tekijöistä on kuluttajien halu käyttää entistä pienempää elektroniikkaa, myös kysyntä älytekstiilien yhdistäminen älylaitteisiin on kasvanut. Älytekstiilejä käytetään terveydenhuollossa sekä urheiluteollisuudessa. Niillä voidaan seurata esimerkiksi kehonlämpötilaa tai lihaksien liikkeitä. Lisäksi erilaiset innovaatiot elektroniikkateollisuudessa, kuten antureiden parempi mittaustarkkuus, teho sekä akkujen fyysinen koko ja niiden kapasiteetti. Nämä ovat helpottaneet älytekstiilien integrointia pieniin elektronisiin komponentteihin. (Anusha ym., 2022)

Tekstiiliteollisuus on maailman toiseksi suurin saastuttaja heti öljyteollisuuden jälkeen. Tätä on odotettu korjaavan teknologinen parannus (JIT) ”just in time” tekniikka. Sen ideana on lähettää valmistuspyyntö tuotteesta vasta kun kuluttaja on nähnyt sen lisätyssä todellisuudessa ja tehnyt siitä tilauksen. Tämä vähentää jätettä ja hukkaa, sillä ainoastaan ne tuotteet valmistetaan, mitä on tilattu. (Anusha ym., 2022)

Massadatan käyttö tuotteiden markkinoinnissa on tuleva trendi tekstiilialalla. Asiakastiedot kuten esimerkiksi viimeaikaiset ostot eli ostokäyttäytyminen ja sijaintiseuranta käsitellään ja asiakkaan älypuhelimien voidaan lähettää ilmoitus, kun hän on lähellä jälleenmyyjien kauppoja. Analytiikka käytetään myös uusien muotitrendien ennustamiseen ja hyödyntämiseen. (Anusha ym., 2022)

Teknologian ja tekstiilien risteyskohta onkin älyvaatteet. Älyvaatteet mittaavat ja tallentavat kehosta saatua dataa käyttäen johtavia materiaaleja. Älykellot esimerkkinä mittaavat tänä päivänä askelia tai sydämen sykettä, täten ne pystyvät esimerkiksi laskemaan päivän aikana kuluneet kalorit. Seuraava vaihe onkin älyvaatteet. Älyvaatteet näyttävät ulospäin samalta kuin mikä tahansa muu vaatekappale. Teknologia on piilotettu tekstiilin alle tai sisään. Älyvaatteet eivät vaadi lataamista, niin kuin muut tällä hetkellä markkinoilla olevat älykkäät puettavat kuten älykellot tai aktiivisuusrannekkeet. Täten voit saada puettavan teknologian hyödyt ilman että muutat tottumuksiasi. (Anusha ym., 2022)

6.1 Uudenlainen muoti

Älykkäitä tekstiileitä voidaan käyttää tarjoamaan mukavuutta uudella tavalla. Esimerkiksi voidaan valmistaa sellaisia tekstiilejä, joiden sävy tai pinta sopeutuu ympärillä olevaan ympäristöön. Uusimmissa tekstiileissä mikrokuitujen käyttö on yleistynyt. Jotkin tekstiilit sisältävät myös jo antureita ja sensoreita biometrisen datan mittaamiseen. Tekstiileihin on myös saatu integroitua RFID-teknologiaa, jonka avulla käyttäjät voivat paikantaa älyvaatteensa. (Anusha ym., 2022)

Anushan tutkimus käsittelee myös teknologiaa, jossa älytekstiilejä pystytään tulostamaan 3D:nä. Kiinassa Tsinghua yliopiston tutkijat ovat tulostaneet 3D-kuvioita ja piirroksia silkkiin, joka pystyy muuttamaan liikettä energiaksi. Anushan mukaan monet yritykset monelta eri alalta tulevat sijoittavat tähän tulevaisuuden teknologiaan.

Älykkäiden vaatteet hyödyttävät kaikkia, ikään, sukupuoleen tai kuntotason katsomatta. Yleisesti älyvaatteet mahdollistavat kuluttajille alustan seurata ja parantaa omaa jokapäiväistä elämää. Terveyden ja hyvinvoinnin seuraaminen ja parantaminen on yksi tärkeimmistä asioista, joihin älykkäät vaatteet pyrkivät. Ammattiurheilijat voivat ymmärtää paremmin omia suorituksia ja tulla täten paremmiksi omassa lajissaan ja kehittää omaa fysiologiaansa. (Anusha ym., 2022)

6.2 Urheilu ja Fitness

Vuosien ajan urheilijat ovat käyttäneet IoT-laitteita käsivarsissaan, ne ovat auttaneet seuraamaan urheilijan kuntoa ja terveyden tilaa. Älyvaatteet poistavat tämän tarpeen käyttäen muita laitteita, sillä samat anturit voidaan upottaa suoraan vaatteisiin. Urheiluvaatteet tehdään niiden käyttötarkoitusta vastaaviksi, jolloin niissä on hyvä suorittaa raskaita urheilusuorituksia. Älyvaatteiden avulla tämä vastaavuus voidaan tehdä vielä paremmaksi, jolloin vaatteita olisi entistä mukavampi käyttää. Australiassa insinöörit ovat kehittäneet bionic-rintaliivit. Tämä vaate mukautuu rintojen liikkeeseen ja estää ylimääräisen liikkeen paremmin kuin normaalit urheilurintaliivit. (Deng & Cui, 2016)

Puettavien älylaitteiden sektori koostuu pääasiassa laitteista, joiden pääkäyttötarkoitus on terveyden tai hyvinvoinnin parantaminen. Jokainen suunniteltu laite ei kuitenkaan ole täydellinen ratkaisu. Kuntoseurantalaitteiden ostajista noin 30 % lopettaa niiden käytön myöhemmin. Tämä viittaa siihen, että näiden seurantalaitteiden tarjoama tieto tai hyöty ei ole riittävä, että ihmiset jatkaisivat niiden käyttöä. (Anusha, 2022)

6.3 Ongelmat

Kuluttajien huolenaiheet älyvaatteiden kustannuksista ja kestävydestä, sekä tekniset esteet kuten strukturoimattoman datan määrä ja monimutkaisuus, ovat joitakin älyvaateteknologian kohtaamia haasteita. (Anusha ym., 2022)

Jotta tällainen teknologia voitaisiin integroida vaatteisiin, olisi todennäköistä, että näiden tuotteiden valmistaminen olisi kalliimpaa kuin tavanomaisten vaatteiden. Jos hinnat laskisivat kohtuulliselle tasolle kuluttaja voisi olla kiinnostunut ostamaan näitä laitteita. Älyvaatteet eivät ole tällä hetkellä kestäviä tai luotettavia, koska teknologia perustuu antureihin ja sensoreihin, vaatteiden peseminen voi aiheuttaa antureiden ja sensorien vahingoittumista. Pitäisi siis saada vaatteisiin pesukestävät anturi- ja sensoritekniologiaa, jotta älyvaatteet olisivat kestäviä sekä luotettavia. (Anusha ym., 2022)

Lisäksi älytekstiilit ovat alttiita voimakkaalle taivutuksille, vääntymisille ja venymiselle käytön aikana. Näin ollen laitteiden tulisi olla mekaanisilta ominaisuuksiltaan kestäviä. Seurantajärjestelmien kestävyys on iso kriteeri, jotta niitä pystytään soveltamaan vaativimpiin käyttöolosuhteisiin kuten urheilu, pelastustehtävät ja sotilaallinen käyttö. Suurin haaste on nimenomaan saada älytekstiilit uudelleen käytettäväksi, eli ne kestävätkä käyttöä ja niitä on mahdollista pestä kuten tavanomaisiakin vaatteita. Tällaiset vaatimukset ovat ratkaistava, jotta älytekstiilit olisivat taloudellisesti ja ympäristöllisesti kestävä ratkaisu. (Anusha ym., 2022)

7. Puettava teknologia ja tekoäly

Tässä luvussa on tarkoitus käsitellä miten tekoälyn kehittyminen ja koneoppiminen voisi tuoda mahdollisuuksia kehittää uusia innovaatioita puettavan teknologian saralle sekä, miten tekoälyllä varustettu teknologia voisi tuottaa ongelmia tai riskejä ihmisille tai yhteiskunnalle.

7.1 Tekoäly tarjoaa etuja

Puettavassa teknologiassa hyödynnetään tekoälyä, kuvioanalyysiä sekä immersiiivisiä, online- ja hybriditodellisuuksia. Nämä teknologiset sovellukset koostuvat usein monenlaisista antureista ja mikro-ohjaimista, jotka mahdollistavat langattoman tiedonvaihdon samalla keräten merkittävää tietoa. Näiden laitteiden avulla tutkijat ja lääketieteen ammattilaiset voivat suorittaa monipuolista tietoanalyysiä, jota voidaan hyödyntää potilaiden hoitamisessa verkossa. (Kumar ym., 2023)

Puettavan teknologian tehostaminen tekoälyn avulla tarjoaa lukuisia etuja. Se mahdollistaa jatkuvan seurannan henkilön mielenterveydestä ja reaaliaikaisen hälytysten ja kommenttien lähettämisen. Esimerkiksi järjestelmä voi tunnistaa stressin tai ahdistuksen merkkejä sykkeen vaihteluiden tai liikemallien muutosten perusteella ja tarjota hoitokeinoja. Lisäksi tekoälyjärjestelmät voivat tarjota räätälöityjä hoitoja kullekin käyttäjälle ottamalla huomioon heidän mieltymystensä. Mielenterveyden hoidot räätälöidään yksilön erityistarpeisiin, mikä voi merkittävästi lisätä niiden tehokkuutta. (Kumar ym., 2023)

Puettava teknologia tekoälyn ominaisuuksilla voi myös seurata erilaisten hoitojen tehokkuutta ajan mittaan. Tekoälyjärjestelmät voivat tunnistaa, mitkä hoidot ovat menestyksekkäitä ja täten tunnistaa kaavoja ja muokata hoitosuunnitelmia keräämällä tietoja käyttäjän reaktioista erilaisiin ärsykkeisiin. Tämä iteratiivinen oppimismenetelmä voi johtaa parempiin tuloksiin ja tehokkaampiin käyttäytymisterveyden ratkaisuihin. On kuitenkin keskeistä käsitellä mahdollisia eettisiä ja yksityisyyteen liittyviä kysymyksiä puettavan tekoälyteknologian osalta. Käyttäjätietojen turvallisuus, käyttäjän suostumus ja hallinta tiedon jakamisessa ovat tärkeitä näkökohtia, jotka vaativat tarkkaa huomiota. (Kumar ym., 2023)

7.2 Uhka vai mahdollisuus

Vaikka puettavalla teknologialla onkin paljon hyviä käyttökohteita ja mahdollisuuksia tehostaa ja parantaa ihmisen jokapäiväistä elämää, liittyy siihen kuitenkin myös useita ongelmia ja riskejä. Ensimmäisenä esimerkkinä suurin osa puettavan teknologian innovaatioista ovat vielä konseptitasolla ja täten tarvitsevat suunnattoman määrän testausta ennen kuin ne voidaan julkaista valmiina tuotteina kuluttajille. Ongelmana on myös henkilökohtaisen datan kerääminen ja varastointi. Esimerkiksi mielenterveydellisiin tutkimuksiin käytettävä tieto voi sisältää todella henkilökohtaisia tietoja, kuten aktiivisuustasot, unirytmii ja biometrinen tieto. Tämä voidaan nähdään sekä uhkana että mahdollisuutena. Jos tällaista massadataa olisi saatavilla, niin tutkimukset saisivat kattavamman otannan ja voisivat ehkä ymmärtää ihmisen mielenterveyttä paremmin. Toisaalta tämä massadata voitaisiin valjastaa liiketoiminnallisiin ajatuksiin ja myydä tätä dataa eteenpäin. (Kumar ym., 2023)

8. Pohdinta

Tutkimuksen aiheena oli tutustua puettavan teknologian käyttökohteisiin ja uusiin innovaatioihin pääosin 2020-luvulla. Tutkimus tehtiin kirjallisuuskatsauksena ja tähän lähteaineistoa oli todella paljon. Kaikkia puettavan teknologian innovaatioita tai osaluotoja ei siis millään voitu käydä läpi. Kirjallisuutta rajattiin hakulausein ja julkaisuvuoden mukaan. Yli 10 vuotta vanhaa kirjallisuutta ei käytetty, sillä teknologia muuttuu nopeasti ja on mahdollista, että vanhempi tekniikka ei ole enää relevanttia.

Tehdessäni tutkimusta huomasin, että suuri osa puettavien älylaitteiden käyttökohteista liittyy terveydenhuoltoon tai ihmisten hyvinvoinnin parantamiseen. Tämä ei tullut yllätyksenä, sillä markkinoilla jo nyt olevat laitteet ovat monesti terveyteen tai hyvinvointiin liittyviä tai niitä markkinoidaan kyseisillä ominaisuuksilla. Näitä ovat älykellot, Fitness rannekkeet, ja älysormukset. Näiden kaikkien enemmän tai vähemmän pääominaisuudet liittyvät terveyden ja hyvinvoinnin seurantaan.

Kirjallisuuden mukaan puettavien älylaitteiden käytölle löytyi hyötyjä useille eri käyttäjäryhmille. Yksityishenkilöistä, joilla on erilaisia tarpeita, yrityksiin ja taas yhteiskunnan yhteishyödyksi. Näitä hyötyjä käsiteltiin kappaleessa 4.2 sieltä nostettiin ja korostettiin muutamia mainittuja hyötyjä. Näistä helpoiten hyödynnettävä ja yleisesti ihmisten arkea helpottava hyöty puettavissa älylaitteissa on niiden integroituminen älypuhelimien kanssa ja täten esimerkiksi älykellolla pystyt saamaan ilmoituksia ja muuta tietoa älypuhelimestasi. Pystyt myös esimerkiksi lähettämään älykellosta hukassa olevaan puhelimeen äänimerkin, jotta se löytyisi helpommin. Tai muun muassa ohjaaman älykodin ominaisuuksia kuten valoja tai lämpötilaa suoraa esimerkiksi älykellosta (Motti, 2020). Suosituimmat älykkäät puettavat, kuten älykellot, -sormukset, fitness-rankekkeet ja sykemittarit, ovat laitteita, jotka toimivat älypuhelimien jatkeena ja lisäävät älypuhelimien ominaisuuksien ulottuvuutta ja helppokäyttöisyyttä. Itse en omista älykelloa tai älysormusta mutta juuri tästä älypuhelimien-jatke periaatteesta voisin hyötyä. Esimerkiksi golfia pelatessa käytän sovellusta Golf-gamebook. Sen periaatteena on pitää kirjaa lyönneistä ja toimia sähköisenä tuloskorttina. Tämän sovelluksen saa esimerkiksi Apple Watchiin. Terveystyötyjä puettavista älylaitteista löydettiin, kun Applen älykelloa käyttävä henkilö sai varoituksen korkeasta verenpaineesta ja täten estettiin kaatumisen, joka olisi voinut johtaa vakavaan loukkaantumisen. (Jain ym., 2021). Juuri tällainen terveydentilan seuranta on suuri hyöty, kun käytetään puettavia älylaitteita. Puettavien älylaitteiden sensorien mittaustarkkuus on jo sillä tasolla, että niistä saa luotettavaa tietoa ihmisen terveydestä. Täten niitä voidaan käyttää tarkkailmaan ja antamaan varoituksia joko suoraan ihmiselle tai niiden käyttävän henkilön lääkärille. (Xu ym., 2014)

Myös terveysteknologiaa pohdittiin ja sieltä poimutui uutena innovaationa uniapnean diagnosointiin tarkoitettu puettava älylaite. (Cinel ym., 2020) Tämä oli hyvä esimerkki, kuinka sensoriteknoologia on kehittynyt ja terveysteknologian ala on varmasti yksi niistä, jotka hyötyvät tästä paljon. Samoin tämä tietenkin vaikuttaa myös ihmisiin, jos heidän terveytensä tila paranee kehittyvän teknologian avulla. Sanoisin myös, että vaikutus yhteiskuntaan voi olla merkittävä. Esimerkiksi sydämeen sijoitettava sensori tai anturi voisi antaa tarvittavaa dataa tutkimukselle, jossa voitaisiin löytää merkkejä alkavista sydän- ja verisuonitauoista. Suomessa kun nämä kyseiset sairaudet ovat kansantauteja voisi tällaisella kehittyvällä teknologialla olla suurikin merkitys kansanterveyden kannalta.

Puettavan teknologian kehitys luo mahdollisuuksia uudenlaiseen ihmisen ja koneen väliseen vuorovaikutukseen. Tekoälyn ja koneoppimisen integrointi puettavaan teknologiaan mahdollistaa yhä henkilökohtaisemmat ja intuitiivisemmat käyttäjäkokemukset, jotka mukautuvat yksilön tarpeisiin reaaliajassa. Tulevaisuudessa voimme nähdä laitteita, jotka eivät ainoastaan seuraa terveyttämme, vaan myös tukevat päivittäistä elämäämme antamalla räätälöityjä neuvoja ja suosituksia. (Kumar ym., 2023)

Eettiset pohdinnat puettavan teknologian ympärillä nostavat esiin monia kysymyksiä, jotka liittyvät niin yksilön oikeuksiin kuin yhteiskunnallisiin vaikutuksiin laajemminkin. Tämän tutkielman aikaisemmissa kappaleissa on tarkasteltu puettavan teknologian lukuisia hyötyjä ihmisten arjessa, terveydenhuollossa sekä työelämässä. Kuitenkin teknologian mahdollistama jatkuva tiedonkeruu ja -analysointi tuo mukanaan välttämättömiä eettisiä kysymyksiä. Esimerkiksi, kun puettavat laitteet keräävät herkkää terveysdataa, nousee pintaan yksityisyyden suojaan liittyviä huolia. Miten varmistetaan, että tietoja käsitellään luottamuksellisesti ja ainoastaan käyttäjän suostumuksella? (Venkatachalam ym., 2023)

Tutkielmassa käsitelty terveydenhuollon innovaatio, kuten uniapnean diagnosointiin tarkoitettu sensoritekнологia, esimerkiksi, korostaa datan keräämisen tärkeyttä sairauksien ennaltaehkäisyssä ja hoidossa. Samalla se herättää kysymyksiä datan omistajuudesta ja sen potentiaalisesta väärinkäytöstä. Kuinka taataan, että kerätty tieto ei päädy kolmansien osapuolten käsiin ilman potilaan tietoista suostumusta? (Venkatachalam ym., 2023)

Lisäksi puettava teknologia haastaa meidät pohtimaan, millaista valvontaa ja säätelyä tarvitaan teknologian kehittyessä. Tiedonkeruun laajuus ja laadun parantuessa on tärkeää, että lainsäädäntö ja säädökset pysyvät perässä, nämä suojelevat yksilöitä mahdollisilta väärinkäytöksiltä. Teknologinen kehitys ja sen sovellukset terveydenhuollossa avaavat uusia mahdollisuuksia sairauksien hoitoon ja ennaltaehkäisyyn, mutta ne asettavat myös vaatimuksia eettisten periaatteiden jatkuvan arvioinnin ja päivityksen tarpeelle. (Venkatachalam ym., 2023)

Puettavan teknologian kanssa kohdattiin myös haasteita. Esimerkkinä tutkimus, joka esitti ongelman älykkäissä tekstiileissä. Niiden kestävyys jokapäiväisessä käytössä voi olla ympäristölle ja kestäväälle kehitykselle ongelmallista. Esitettiin ongelma, jossa älytekstiilit eivät ole niin kestäviä kuin normaalit kuidut mitä käytetään tavanomaisessa tekstiilituotannossa. Älytekstiilit eivät esimerkiksi kestä pesua kuten tavalliset tekstiilit.

Kirjallisuuskatsaus pyrki vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: **1) Mihin tarkoituksiin puettavaa teknologiaa voidaan käyttää ja millaisia nämä käyttökohteet voivat olla tulevaisuudessa? 2) Millaisia hyötyjä ja haasteita puettavassa teknologiassa on?**

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen osalta selvitettiin, että puettavaa teknologiaa käytetään laajasti terveydenhuollossa, urheilussa, turvallisuusalalla ja älyvaatteiden muodossa. Terveydenhuollon osalta teknologiaa hyödynnetään esimerkiksi reaaliaikaiseen terveydentilan monitorointiin, joka mahdollistaa potilaiden terveydentilan seurannan ja varhaisen diagnoosin ilman fyysisiä tarkastuksia terveydenhuollon yksiköissä.

Urheilussa ja kuntoilussa älylaitteet, kuten älykellot ja -sormukset, seuraavat fyysistä aktiivisuutta ja tarjoavat tietoa suorituskyvystä. Turvallisuusalalla, kuten poliisin ja sotilaiden käytössä, puettavaa teknologiaa hyödynnetään työntekijöiden turvallisuuden

ja suoritusten monitorointiin. Älyvaatteet, jotka sisältävät integroitua sensoritekniologiaa, mahdollistavat kehon toimintojen seurannan ja voivat olla osa tulevaisuuden vaatetusta, joka sopeutuu ympäristöön ja käyttäjän tarpeisiin.

Toisen tutkimuskysymyksen osalta tutkimus toi esille useita puettavan teknologian hyötyjä ja haasteita. Hyötyihin kuuluu muun muassa tarkka ja reaaliaikainen data terveydentilasta, joka voi parantaa yksilön hyvinvointia ja helpottaa terveydenhuollon ammattilaisten työtä.

Puettavat älylaitteet voivat myös integroitua muihin älylaitteisiin, kuten älypuhelimiin, ja tarjota käyttäjille monipuolisia toimintoja arjen helpottamiseksi. Haasteisiin lukeutuvat yksityisyyden suojaan ja datan eettiseen käyttöön liittyvät kysymykset. Puettavat laitteet keräävät paljon henkilökohtaista dataa, mikä herättää huolta datan suojaamisesta ja käyttäjien oikeuksien kunnioittamisesta. Lisäksi teknologian kehityksen nopeus asettaa haasteita sen kestävyuden ja luotettavuuden varmistamiseksi, erityisesti älytekstiilien kohdalla, jotka eivät vielä kestä tavallisten vaatteiden tavoin pesua ja kulutusta.

Yhteenvedon voidaan todeta, että puettava teknologia tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia parantaa ihmisten elämänlaatua ja terveyttä, mutta sen laaja käyttö edellyttää ratkaisuja eettisiin ja teknisiin haasteisiin. Jatkossa tutkimuksen tulee keskittyä teknologian kehittämiseen siten, että se on kestävämpää, turvallisempaa ja paremmin käyttäjien tarpeisiin vastaavaa. Tämä vaatii monialaista yhteistyötä tutkijoiden, teknologian kehittäjien ja lainsäätäjien kesken, jotta puettavan teknologian potentiaali voidaan hyödyntää täysimääräisesti.

Puettavassa teknologiassa on paljon potentiaalia ja siihen liittyvät hyödyt todella ovat sellaisia, joita kannattaisi tavoitella. Teknologiaan liittyy kuitenkin useita haasteita ja innovaatiot eivät hetkessä ilmesty kaupanhyllylle tai paikalliseen sairaalaan kaikkien hyödyksi.

9. Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen ja analyysin perusteella puettava teknologia on kiihtyvässä nosteessa oleva laitekonsepti, näin ollen uusia innovaatioita tulee paljon. Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta on todella paljon ja sitä löytyy ihan viimevuosilta, joten tuoretta tutkimusta on. Tässä tutkimuksessa perehdyttiin puettaviin älylaitteisiin sekä terveysteknologiaan ja niiden mahdollisuuksiin käyttää puettavaa teknologiaa ja myös älytekstiilien käyttötappauksia ja niiden mahdollisuuksia kuluttajamarkkinoilla.

Tutkimus keskittyi pääasiassa puettavan teknologian hyötyihin ja haasteisiin sekä käyttökohteisiin, mutta ei käsitellyt tarkemmin itse teknologian kehityksen yksityiskohtia. Tämä rajaus tehtiin, jotta voitiin keskittyä selkeästi määriteltyihin tutkimuskysymyksiin ja kerätä riittävän monipuolinen aineisto tarkastelluista aihealueista.

Tutkimuksessa käsiteltiin myös tekoälyn tuomia mahdollisuuksia puettavan teknologian yhteydessä, mutta tekoälyn teknisiä yksityiskohtia ei tutkittu syvällisesti. Lisäksi kirjallisuuskatsauksen lähteet kerättiin tietyiltä vuosilta, pääasiassa viimeisen kymmenen vuoden ajalta, mikä voi rajoittaa ymmärrystä teknologian kehityskaaresta ja pitkän aikavälin muutoksista.

Käyttökohteet keskittyivät tiettyihin aloihin, erityisesti terveydenhuoltoon, urheiluun ja turvallisuusaloihin, mikä voi antaa rajallisen kuvan puettavan teknologian mahdollisuuksista muilla aloilla. Näitä aloja valittiin, koska ne ovat keskeisiä nykyisten puettavien teknologioiden sovelluskohteita, mutta tämä rajaus saattaa jättää huomioimatta muut potentiaaliset sovellukset.

Lisäksi tutkimusmenetelmänä käytetty kuvaileva kirjallisuuskatsaus mahdollistaa laajan yleiskuvan saamisen, mutta se ei tarjoa yhtä tarkkaa analyysia kuin systemaattinen kirjallisuuskatsaus tai meta-analyysi. Kirjallisuutta haettiin pääasiassa IEEE Xplore - tietokannasta, mikä voi rajoittaa tutkimuksen näkökulmaa tieteenalakohtaisesti, vaikka tämä tietokanta onkin laajalti käytetty ja arvostettu teknologiatutkimuksen piirissä.

Tulevaisuudessa olisi hyvä tutkia enemmän tunteiden mittaamista ja millaisia antureita tähän voitaisiin kehittää. Koska mielenterveydelliset ongelmat ovat kasvussa maailmalla ja niitä on hyvin vaikea todeta, kun ihmiset kokevat asioita yksilöllisesti eikä pään sisälle voi vain kurkistaa. Tämä voisi lisätä yhteiskunnan hyvinvointia ja yleistä tietämystä mielenterveysasioista.

Kirjallisuutta analysoidessa toistuvasti esiintyvä teema oli terveysteknologia, ja ihmisten hyvinvointia parantavat puettavat älylaitteet ja niiden konseptit. Puettavat älylaitteet ja niiden kehittynyt sensortechniikka mahdollistavat sekä biometrisen datan että fysiologisen käyttäytymisen tarkan mittaamisen ihmisestä. On luonnollista, että tällainen data nähdään hyödyllisenä lääketieteen ja ihmisen hyvinvoinnin kannalta. Monessa tähän tutkielmaan käytetyssä kirjallisuudessa mainittiin, että tämä data voisi parantaa terveydenhuollon palveluita. Tällaisen älylaitteen käyttäjä voisi siis seurata omaa terveyttään ilman käyntiä terveydenhuollon yksikössä. Ja myös tämä terveysdata voisi ilmoittaa poikkeavista lukemista ja tiedottaa tästä myös hoitoalan ammattilaiselle. Täten ongelmien ja vaivojen diagnosointi olisi tehokkaampaa ja nopeampaa. Tällä on usein suuri merkitys, mitä nopeampaa jokin terveysongelma havaitaan, sitä todennäköisempää siitä on toipua ilman komplikaatioita.

Puettavalle teknologialle löytyy useita käyttökohteita myös muilta aloilta kuin terveydenhuollosta. Monitorointiin käytettäviä laitteita voidaan käyttää vaativissa ammateissa kuten turvallisuusalalla, poliisin tai puolustusvoimien toimesta. Näissäkin käyttökohteissa puettavien älylaitteiden suurimmat hyödyt perustuivat turvallisuuteen ja hyvinvointiin. Esimerkiksi poliisin biometrisiä tietoja voitaisiin seurata tehtävän aikana ja täten voitaisiin saada enemmän tietoa, miten ihminen suoriutuu fyysisistä ja henkisistä paineista. Tähän voitaisiin tämän datan mukaan tarjota yksilöityä apua.

Älytekstiilit ovat ajavat myös samoja periaatteita kuin muukin puettava teknologia, mutta niiden ajatuksena on, että uusia laitteita ei tulisi, vaan nämä tarvittavat sensorit ja anturit voitaisiin sijoittaa suoraan vaatteisiin tai vaatteiden kangaskuitujen sisälle.

Lähteet

- Anusha, N., Kumar, B. P., & Agarwal, L. (2022). Study on recent trends of smart wearable. *2nd International Conference on Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/AISP53593.2022.9760637>.
- Bonato, P. (2010). Wearable sensors and systems. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 29(3), 25–36. <https://doi.org/10.1109/MEMB.2010.936554>
- Cinel, G., Tarim, E. A., & Tekin, H. C. (2020). Wearable respiratory rate sensor technology for diagnosis of sleep apnea. *Medical Technologies Congress (TIPTEKNO)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/TIPTEKNO50054.2020.9299255>
- Deng, H.-Y., & Cui, Y.-M. (2016). The application of smart textiles in the brand fashion design. *MATEC Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/2016>
- Godfrey, V., Hetherington, H., Shum, P., Bonato, P., Lovell, N.H., & Stuart, S. (2018). From A to Z: Wearable technology explained. *Maturitas*, 113, 40-47. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378512218302330?ref=crajs_challenge&fit=RR-1
- Haratian, R. (2019). Assistive wearable technology for mental wellbeing: Sensors and signal processing approaches. *5th International Conference on Frontiers of Signal Processing (ICFSP)*, 7-11. <https://doi.org/10.1109/ICFSP48124.2019.8938054>
- Jain, N., Chaudhary, A., Sindhvani, N., & Rana, A. (2021). Applications of wearable devices in IoT. *9th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ICRITO51393.2021.9596404>
- Kumar, V., Babubhai, P. J., Fayaz, F. A., Dhobal, K., Rai, P. K., & Rachapalli, A. (2023). Role of artificial intelligence in the next generation wearable devices. *3rd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)*, 1180-1184. <https://doi.org/10.1109/ICACITE57410.2023.10183167>
- Lee, C. K., Lee, A. S. H., & Lee, C. E. C. (2021). Internet usage among senior citizens during Covid-19. *7th International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICRIIS53035.2021.9617031>
- Ling, T., James, A. L., & Hillman, D. R. (2012). Interrelationships between body mass, oxygen desaturation, and apnea-hypopnea indices in a sleep clinic population. *Sleep*, 35(1), 89–96. <https://doi.org/10.5665/sleep.1592>
- McNicholas, W. T. (2008). Diagnosis of obstructive sleep apnea in adults. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 5(2), 154–160. <https://doi.org/10.1513/pats.200708-118MG>
- Medical Advisory Secretariat. (2006). Polysomnography in patients with obstructive sleep apnea: An evidence-based analysis. *Ontario Health Technology Assessment*

Series, 6(13), 1–38. Haettu 23. heinäkuuta 2020,
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23074483>

- MHFA England. (2016). *Adult mental health first aider manual*.
<https://education.rcdow.org.uk/wp-content/uploads/2020/04/Adult-Mental-Health-First-Aid-Manual-Update-09.04.20-1.pptx>
- Mittelstadt, B., Fairweather, N. B., McBride, N., & Shaw, M. (2011). Ethical issues of personal health monitoring: A literature review. In *ETHICOMP 2011 Conference Proceedings*, Sheffield, UK.
- Motti, V. G. (2020). Introduction to wearable computers. In *Wearable Interaction* (s. 1-39). Springer, Cham.
- Rytkönen, V. (2023). Puettavan teknologian käyttökohteet.
- Ramkushe, M., & Dave, D. (2015). A review on health monitoring issues & challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(5).
- Salminen, A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*.
https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf
- Shah, N. A., Yaggi, H. K., Concato, J., & Mohsenin, V. (2010). Obstructive sleep apnea as a risk factor for coronary events or cardiovascular death. *Sleep and Breathing*, 14(2), 131–136. <https://doi.org/10.1007/s11325-009-0298-7>
- Venkatachalam, S., et al. (2023). Analysis of ethical issues associated with wearable medical devices. In *2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)* (pp. 17-22). Tirunelveli, India. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT55814.2023.10061037>
- Wikipedia. Wikipedia, vapaa tietosanakirja. Haettu 19. toukokuuta 2024, osoitteesta <https://www.wikipedia.org/>
- Xu, B., Xu, L. D., Cai, H., Xie, C., Hu, J., & Bu, F. (2014). Ubiquitous data accessing method in IoT-based information system for emergency medical services. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(2), 1578-1586.
- Yang, C. W., & Lee, A. S.-H. (2022). Using smart wearable technology acceptance model for health monitoring technology. In *7th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics (ICCCBDA)* (pp. 326-330). Chengdu, China. <https://doi.org/10.1109/ICCCBDA55098.2022.9778932>