
ÄLYVAATTEEN MAHDOLLISUUDEN KARTOITTAMINEN

Älykkään salibandyvaatteen suunnittelu



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Muotoilun koulutusohjelma

Visamäki, 2016/kevät

Helmi Rosenberg

Helmi Rosenberg



VISAMÄKI
Muotoilun koulutusohjelma
Vaatus

Tekijä Helmi Rosenberg **Vuosi** 2016

Työn nimi Älyvaateen mahdollisuuden kartoittaminen: Älykkään salibandyvaateen suunnittelu

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö koskee älykkään urheiluvaateen suunnittelua. Työn tavoitteena oli saada tietoa älykkään urheiluvaateen suunnittelusta ja asioista, mitkä vaikuttavat suunnitteluprosessiin. Työ aloitettiin tutkimalla mitä älyvaate on, mihin älyvaatteita käytetään ja miten ne toimivat. Tutkimusmenetelminä käytettiin pääasiassa kirjallisuutta ja haastatteluja.

Asetettu pääkysymys oli ”Miten älyvaate suunnitellaan?” Alakysymyksiä olivat ”Mitä vaikutuksia vaateen älykkyydellä on urheilijalle?” ja ”Mikä on älyvaate?”. Näille kysymyksille pyrittiin saamaan vastaukset. Älyvaateen määrittelyn myötä selvitettiin älyvaateen suunnitteluun vaikuttavia asioita ja siitä, kuinka suunnitteluprosessi etenee.

Opinnäytetyöllä ei ole toimeksiantajaa, mutta teoriaosuuden lisäksi toteutettiin opiskelijayhteistyö Frank Calatayudin kanssa. Yhteistyön tuloksena syntyi prototyyppi älykkäästä salibandyvaatteesta. Se suunniteltiin ryhmähaastattelun sekä kerätyn aineiston pohjalta. Prototyyppi jäi keskeneräiseksi, mutta se tehdään valmiiksi opinnäytetyön ulkopuolella.

Työn tuloksena saatiin laaja katsaus älyvaatteiden nykytilasta ja tulevaisuudesta. Älyvaatteiden suunnittelusta ja siihen vaikuttavista asioista saatiin runsaasti tietoa. Työn tekijä on kiinnostunut työskentelemään tulevaisuudessa aiheen parissa, minkä vuoksi opinnäytetyö toimi pitkälti tiedonhankintavaiheena sitä varten, mutta on käytettävissä tiedonlähteenä myös muille asiasta kiinnostuneille.

Avainsanat Älyvaate, urheiluvaate, elektroniikka, vaatesuunnittelu, puettava tekniikka

Sivut 41 s. + liitteet 5 s.



VISAMÄKI
Degree of design
Clothing

Author Helmi Rosenberg **Year** 2016

Subject of Bachelor's thesis Studying the possibilities of smart clothing: Smart floorball clothing design

ABSTRACT

This thesis focuses on the design of smart sportswear and the factors that have an impact on the design process. The first stage of the thesis process was to examine what smart clothing is, what it is used for and how it works. The main research methods used in the thesis are literature survey and interviews.

The main question of the thesis was how to design smart clothing. The thesis also tries to define smart clothing and examine the benefits of smart clothing for athletes. When the definition of smart clothing is clarified, the aim is to get information of smart sportswear design and the factors that affect the design process.

As the thesis has no client company, the interviews function as the basis for the study. The author made a prototype of a smart floorball t-shirt in co-operation with Frank Calatayud, an exchange student. The t-shirt was designed based on a group interview and collected source material. The prototype was not finished but will be finished later outside this study project.

As a result of the thesis, an extensive summary of smart sportswear was achieved. In addition, the thesis also deals with what has already been done and what is coming in the future in the area of smart clothing. The author is interested in working within the field in the future and the thesis largely functions as a data collection for that purpose. However, it is also available for anyone interested in smart clothing.

Keywords Smart clothing, sportswear, electronic, cloth design, smart wear

Pages 41 p. + appendices 5 p.



SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 ÄLYVAATTEEN MÄÄRITTELY.....	2
2.1 Älyvaatteen mahdollisuudet.....	3
2.2 Viitekehys.....	5
2.3 Tiedonhankintamenetelmät.....	6
2.4 Haastattelut.....	6
2.4.1 Jasmine Julin-Aro.....	7
2.4.2 Poul-Erik Jørgensen	7
2.4.3 Auli Sipilä.....	8
2.4.4 Jenna Oksanen, Johanna Immonen ja Jussi Immonen	9
2.4.5 Yhteenveto haastatteluista ja johtopäätökset	10
3 ÄLYÄ ERI MUODOISSA.....	10
3.1 Vaatealusta ja vaatteen palvelut.....	12
3.2 Älykäs materiaali.....	12
3.3 Elektroniikan lisääminen kankaaseen.....	15
3.3.1 Tiedonsiirto.....	16
3.4 Älykkäät rakenteet ja ongelmanratkaisu.....	17
4 ÄLYKKÄÄN URHEILUVAATTEEN SUUNNITTELU.....	18
4.1 Muotoiluprosessi.....	18
4.2 Suunnittelun lähtökohdat.....	19
4.2.1 Kohderyhmän tunteminen.....	19
4.3 Älyn lisäämisen tuomat mahdollisuudet suunnittelun.....	21
4.4 Suunnittelun haasteet.....	22
5 ÄLYKÄS SALIBANDYVAATE.....	23
5.1 Käytäntö ja teoria suhteessa toisiinsa.....	23
5.2 Prototyypin kehittäminen.....	24
5.3 Älyvaatteen suunnittelu.....	25
5.3.1 Ompeleminen	26
5.4 Prototyypissä käytetty elektroniikka.....	27
5.4.1 Mikrokontrolleri	27
5.5 Palautumista mittaava salibandyypaita.....	28
5.6 Arvioiminen.....	29
5.7 Prototyypin jatkokehitysmahdollisuudet.....	31

6 ÄLYVAATTEEN TULEVAISUUS.....	32
6.1 Älyvaatteen kehittämishaasteet.....	33
6.1.1 Älyvaatteen standardisointi	34
6.2 Urheiluvaatteen suunnittelu muuttuu.....	34
6.3 Älyvaatteen avulla entistä tehokkaampaa harjoittelua.....	35
6.4 Älyvaatteiden yleistyminen urheiluvaatemarkkinoilla.....	36
7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	37
LÄHTEET.....	40

Liite 1 Prototyypissä käytetyn johtavan langan ompelu

Liite 2 Prototyypin kehittäminen



SANASTO

Laajennuslevy	piirilevyn lisätoimintoja varten
Led-valo	valoa lähettävä diodi
LilyPad Arduino	Mikrokontrolleri, johon ohjelmoidaan haluttu toiminta.
LilyPad Protoboard Small	laajennuslevy LilyPad Arduinolle
Mikrokontrolleri	ohjelmoitava tietokone
Piirilevy	Yhdistää elektroniikkalaitteissa komponentit toisiinsa ilman erillisiä johtimia ja toimii samalla niiden kiinnitysalustana.
Puettava tekniikka	puettavaa älyä jossain muussa kuin vaatteessa, esimerkiksi asusteessa
Proessori	suorittaa konekielisiä käskyjä
Sensori	Mittaa suuretta (esim. lämpöä) ja muuttaa sen sähköiseen muotoon.
Sähköä johtava lanka	Lanka, jonka mikrokontrolleri tekee älykkääksi.
Älyvaate	Vaatteessa esiintyvää älyä, kattaa elektroniikan, rakenteen ja materiaalin älykkyyden.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö koskee älykkäiden urheiluvaatteiden suunnittelua. Idea työn aiheeseen lähti siitä, kun tekijä tutustui Cute Circuit -nimiseen yritykseen, joka suunnittelee elektroniikkaa sisältäviä älyvaatteita esiintyville taiteilijoille. Älyvaatteita on kehitetty esiintymistilanteiden lisäksi muun muassa urheiluun, suojavaatetukseen ja terveydenhuoltoon. Älyvaatteille ei ole olemassa virallista tai yleisesti omaksuttua määritelmää. ”Tekstiilimateriaalia voi kutsua älykkääksi, kun se ottaa ympäristöstään informaatiota, käsittelee informaation ja toimii informaation perusteella jollakin loogisella toistettavalla tavalla” (Juha Heinola 2007).

Älyvaatteet voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan; joko itse materiaali on älykästä, tekstiiliin on lisätty elektroniikkaa tai vaatteessa on käyttötarkoitukseen erinomaisesti sopiva rakenne, joka on juuri siihen tarkoitukseen suunniteltu. Älykäs materiaali voi muuttaa esimerkiksi muotoaan lämmön tai kosteuden mukaan. Älykkäitä materiaaleja ovat esimerkiksi funktionaaliset, tekstiilimäiset materiaalit. Kun tekstiiliin integroidaan elektroniikkaa, vaatteeseen liitetään antureita, jotka aiheuttavat impulsseja reagoidessaan muutoksiin mitauspisteissä. Näitä voidaan jälleen mitata ja tulkita tietokoneen näytöltä. (Heinola 2007.) Kun jokin ongelma havaitaan, sen ratkaisemisen tuloksena saattaa syntyä älykäs rakenne. Tässä työssä älyvaatteella tarkoitetaan kaikkia näitä kolmea osa-alueita, eli älykästä materiaalia, lisättyä elektroniikkaa sekä älykästä rakennetta ja ongelmanratkaisua. Termi *puettava tekniikka* voidaan ymmärtää kahdella tapaa: joko elektroniikkaa sisältävänä vaatteena tai älyä sisältävänä asusteena, esimerkiksi älyrannekkeena tai -koruna.

Opinnäytetyössä tutkittiin älyvaatteiden urheilusovelluksia ja siitä, kuinka vaatteen älykkyys vaikuttaa vaatteen suunnitteluun. Opinnäytetyö keskittyy urheiluvaatteisiin työn tekijän mielenkiinnosta urheiluvaatteiden suunnittelua kohtaan. Älyvaatteet kiinnostavat työn tekijää, koska monialaisuuden ansiosta niissä on vielä paljon potentiaalia kehittyä eteenpäin. Urheiluvaatteita suunniteltaessa funktionaalisuus on keskipisteessä. Mitä ammattimaisemmin urheillaan, sitä tärkeämpää on, että vaate tukee lihaksia ja oikeita liikeratoja. Älyvaatteella tämä on paremmin mahdollista kuin perinteisillä urheiluvaatteilla. Lisäksi voidaan saada tietoa, mitä kehossa tapahtuu harjoituksen aikana. Urheillessa käytetään usein teknologiaa, josta sykemittari on yleisin esimerkki. Teknologian tuominen itse vaatteeseen vähentää erillisten mittareiden tarvetta ja tuo mahdollisuuden havaita kehon toimintaa suoraan iholta. Tällöin pystytään hyödyntämään enemmän pinta-alaa ihosta ja välttämään hiertymiltä pitkän yhtäjaksoisen käytön jälkeen. Nämä ovat tärkeimpiä syitä älyvaatteiden kehittämiseksi urheilumaailmaan. Älykästä materiaalia käytetään jo urheiluvaatteissa, vaaditaanhan tekniseltä vaatteelta lämmittävyyttä, hengittävyyttä ja kosteuden siirtoa pois iholta. Toisin sanoen materiaali reagoi olosuhteiden muutokseen.

Opinnäytetyön pääkysymys on ”Miten älyvaate suunnitellaan?” Alakysymyksiä ovat ”Mitä vaikutuksia vaatteen älykkyydellä on urheilijalle?” ja ”Mikä on älyvaate?”. Näille kysymyksille pyritään saamaan vastaukset työtä tehdessä.

Työn edetessä tuli ilmi erilaisia vaatimuksia ja odotuksia, mitä älykkään urheiluvaatteen tulisi täyttää. Tällaisen älyvaatteen suunnittelua työn tekijä kokeili prototyypin muodossa. Koska työllä ei ollut toimeksiantajaa, haastatteluiden merkitys on suuri tiedonhaun ja asiantuntijuuden kannalta. Tekijä uskoo työskentelevänsä tulevaisuudessa aiheen parissa joko oman yrityksen tai jo olemassa olevan yrityksen kautta, jolloin opinnäytetyön tulos on muiden aiheesta kiinnostuneiden lisäksi myös tekijän hyödynnettävissä myöhemmin tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön tavoite oli saada kattavaa tietoa älyvaatteiden suunnittelusta. Älyvaatteiden sanotaan olevan 2000-luvun lupaus ja niiden kehittäminen kaupalliseksi tuotteeksi on ollut paljoo luultua hitaampaa. ”Kun alan tutkimusta käynnistettiin viitisen vuotta sitten, kuviteltiin, että nyt oltaisiin pidemmällä teknologian ja vaatteiden symbioosin kehittämisessä” (Raija Hallikainen, 2005). Vaikka lainaus on reilu 10 vuoden takaa, se on edelleen ajankohtainen, koska älyvaatteiden kehitys on edelleen kesken. Älyvaatteiden suunnitellaan tulevaisuudessa kaupallistuvan ja olevan osana useiden ihmisten arkipäivää, mitä edellyttää kuitenkin elektroniikkaa sisältävien älyvaatteiden huollon helpottuminen ja tuotteen kestävyuden parantaminen. Työssä sivutaan myös puettavaa teknologiaa, koska se ja älyvaatteet ovat lähellä toisiaan ja termi tulee väistämättä vastaan tutkiessa älykkäitä vaatteita.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi laaja katsaus mitä tarvitsee tietää ennen älykkään urheiluvaatteen suunnittelun aloittamista. Urheilussa on paljon potentiaalia älyvaatteita ajatellen, koska toteutettavia sovelluksia on lukuisia. Vaatteen voi suunnitella tukemaan lihaksia tai varoittamaan vääristä liikeradoista. Älykäs urheiluvaate voi parhaassa tapauksessa tehostaa treeniä ja vähentää loukkaantumisen riskiä. Tästä syystä älyvaatteita kehitetään jatkuvasti urheilukäyttöön. Haasteena onkin suunnitella toimivia urheiluvaatteita, joissa älykkyyks on niin luontevana osana vaatetta, ettei sitä edes huomaa.

2 ÄLYVAATTEEN MÄÄRITTELY

Älyvaatteelle ei ole olemassa yksiselitteistä tai yleispätevää määritelmää, mutta yleistäen voisi sanoa, että älyvaate kommunikoi ympäristön kanssa keinolla tai toisella (Jørgensen, haastattelu, 17.2.2016). Poul-Erik Jørgensen on älytekstiileihin erikoistunut opettaja ja tutkija VIA-yliopistolla. Poikkeavien määritelmien vuoksi älyvaatteen suunnittelu edellyttää termin avaamista itselleen. Useassa työn tekijän käyttämässä lähteessä käytettiin samaa jaottelua älyvaatteista: älykkäästä materiaalista valmistettuihin vaatteisiin sekä vaatteisiin, joihin on integroituna elektroniikkaa. Pian aineistosta erottui myös

kolmas ryhmä, nimittäin älykkäät rakenteet ja ongelmanratkaisu. Tämä nousi esille myös työn tekijän haastattelussa vaatesuunnittelija Jasmine Julin-Aroa (Julin-Aro, haastattelu 12.1.2016).

Vaatteen älykkyys voidaan jakaa ilmenemismuodon lisäksi myös eri tasoihin, passiiviseen, aktiiviseen ja erittäin aktiiviseen älykkyyteen. Passiivisesti älykäs vaate aistii ympäristön, aktiivinen vaate reagoi aistimiinsa ärsykkeisiin. Erittäin aktiivisen älykäs vaate näiden lisäksi muuttaa käytöstään ympäristöön sopivaksi. (Cho, Lee, Cho 2010, 2–3.) Kolmannessa pääluvussa on kerrottu tarkemmin älyvaatteista, jotka on jaoteltu älyn ilmenemismuodon mukaan, eli kuinka älykkyys tulee esille vaatteessa.

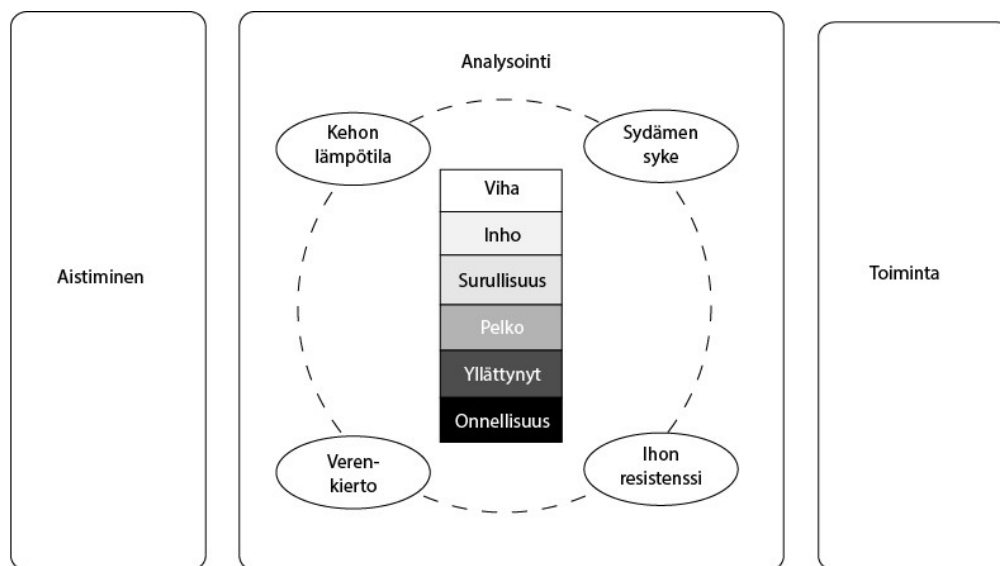
2.1 Älyvaatteen mahdollisuudet

Älyvaatteet soveltuvat usealle alalle, ja yleisimmin niitä on kehitetty muun muassa terveydenhuollon, työturvallisuuden, urheilun ja hyvinvoinnin käyttöön. Urheiluvaatteissa mitattavia arvoja on useita ja yleisimpiä haluttuja älyvaatteen toimintoja ovat sykkeen, lihastoiminnan sekä liikkeen mittaaminen. Vaatteeseen integroituna äly kulkee mukana ilman ylimääräisiä, erillisiä välineitä, kuten sykemittaria tai aktiivisuusranneketta. Vaatealan yritys Clothing+ panostaa sykettä mittaaviin vaatteisiin, kuten t-paitoihin ja urheiluliiveihin. Yrityksessä liiketoiminnan kehittäjänä työskentelevän Auli Sipilän mukaan näillä tuotteilla on kysyntää jo niin sanotun tavallisen käyttäjän puolelta (Sipilä, haastattelu 23.2.2016). Tavallisella käyttäjällä tarkoitetaan tässä työssä kaikkia ei-ammattuurheilijoita.

Syitä älyvaatteiden kehittämiseksi on useita ja jokaisella suunnittelijalla on oma motiivinsa siihen. Näitä syitä ovat esimerkiksi erillisten välineiden minimoiminen, trendin huipulla oleminen ja uusien sovellusten ja innovaatioiden tuominen kuluttajalle. Älyn ollessa osa vaatetta, on vähemmän rikkoutuvia osia, ja vaate pystyy heti reagoimaan havainnoimaansa ärsykkeeseen. Älyvaatteiden puhutaan olevan tulevaisuutta ja ne ovatkin trendikkäitä ja hieman futuristisia, mikä itsessään kiehtoo monia. Tämä koskee niin älyvaatteiden kehittäjiä kuin kuluttajia. Teknologia ja uudet sovellukset kiinnostavat monia. Valmentajan näkökulmasta ensisijainen tarkoitus älyn lisäämisessä urheiluvaatteeseen on saada tietoa urheilijan kehon toiminnasta urheilusuorituksen aikana. Nämä tiedot auttavat valmentajaa ymmärtämään urheilijan kehon toimintaa ja siten laatimaan yksilöllisen harjoitusohjelman, joka vastaa urheilijan kunto- ja taitotasoa ja auttaa tätä pääsemään tavoitteisiinsa. Vertailumateriaalia saadaan tallentamalla useita harjoituksia pitkällä aikavälillä, mutta myös vertailemalla urheilusuorituksen aikaisia arvoja harjoitusta ennen tai jälkeen otettuihin arvoihin. Sovelluksesta riippuen tietoa voidaan hyödyntää joko reaaliajassa tai harjoituksen jälkeen. Suorituksen tallentuessa sitä voidaan analysoida myöhemmin urheilijan ja valmentajan kesken. Hyvin suunniteltu- ja oikein käytettynä älyvaate tuo lisäarvonsa valmennukseen. Vaate on

luonnollinen alusta älylle, koska ihmisillä on jatkuvasti vaatteet päällään ja äly kulkee siten helposti mukana. Älyvaatteissa käytettävät toiminnot ovat usein mahdollista toteuttaa jonkin laiteen kautta, mutta ne ovat uusia vaatetus-käytössä. Vaatteen näkökulmasta uusi ominaisuus jäykkä elektroniikka, kun tekstiili on ominaisuudeltaan joustava.

Alla oleva kuva (kuva 1) kuvaa älyvaatteen toimintaa. Tarkemmin sanottuna se kuvastaa ihmisen aistimekanismin toimintaa, jossa ihmisen tunteet ovat luettavissa ja tulkittavissa ja joihin älyvaate reagoi ennalta määrättyllä tavalla. Kuvion mukaan vaate aistii ihmisen tunteista johtuvat fysiologiset signaalit, analysoi niistä kerätyn datan ja lopuksi tarjoaa ohjelmoidun vastauksen. Mittattavia fysiologisia signaaleja ovat muun muassa sydämensyke ja kehon lämpötila. Älyvaatteen tarjoama toiminto on ohjelmoitu vaatteeseen. Se on jokin toiminto, jonka älyvaatteen halutaan tekevän jostakin ennalta määritellystä ärsykkeestä. Tulevaisuudessa älyvaatteiden uskotaan havaitsevan käyttäjän tunteet pelkän fyysisen olemuksen kautta ja vastaavat käyttäjän tunteisiin. (Cho ym. 2010, 29.) Tällainen esimerkki urheilumaailmassa voisi olla, että vaate havaitsee urheilijan väsymyksen, mikä näkyy ryhdin huononemisenä. Älyvaate reagoi tähän tukemalla selkää ja hartioita esimerkiksi kompressiolla tai lämmöllä. Vaihtoehtoisesti vaate voisi tarjota jonkin piristävän tai herättävän toiminnon, esimerkiksi muuttamalla vaatteen lämpötilaa, näkyvyyttä tai istuvuutta.

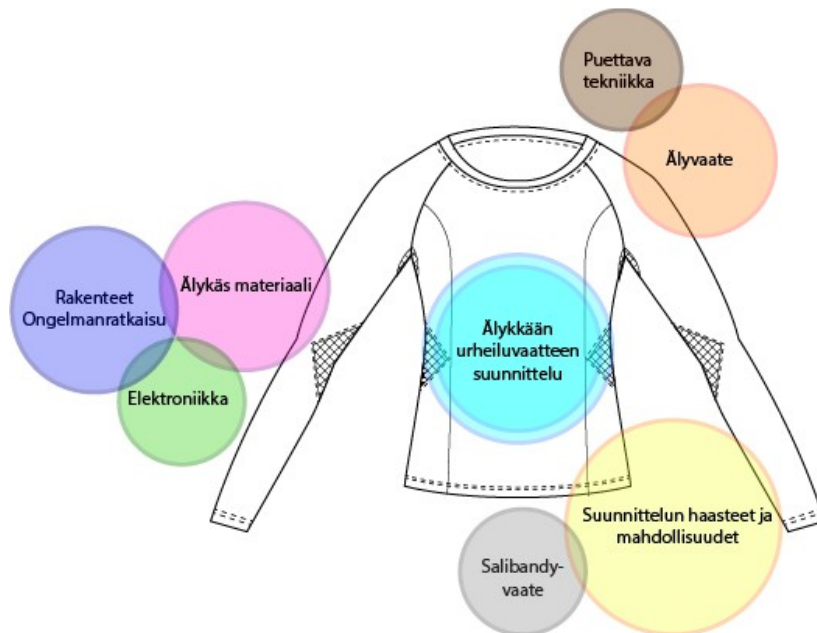


Kuva 1. Rosenberg, H. 2016. Cho, G. 2010 mukaan.

Mikä älyvaatteissa kiehtoo ja saa valitsemaan tavallisen urheiluvaatteen sijasta älyvaatteen? Älyvaatteen hankkii ihminen, joka on kiinnostunut kehittämään itseään ja on halukas käyttämään viimeisintä teknologiaa. Älykästä urheiluvaatetta käyttävän ei tarvitse olla huippu-urheilija, vaan hän voi olla niin sanottu sunnuntai-lenkkeilijä, joka on kiinnostunut oman kehon ja kunnon seuraamisesta ja kehittämisestä.

2.2 Viitekehys

Viitekehys kuvaa opinnäytetyössä keskeisiä käsiteltäviä asioita. Viitekehysten keskellä on koko opinnäytetyön aihe, älykkään urheiluvaatteen suunnittelu. Sen ympäriltä löytyy erilaisia asioita, jotka vaikuttavat älyvaatteen suunnitteluun. Näitä ovat esimerkiksi älyn eri ilmenemismuodot: älykäs materiaali, integroitu elektroniikka sekä älykkäät rakenteet ja ongelmanratkaisu. Nämä vaikuttavat älyvaatteen suunnitteluun jo varhaisessa vaiheessa. Materiaali- ja valmistustavat ovat kiinteästi sidoksissa siihen, miten älykkyys ilmenee vaatteessa. Viitekehyksestä löytyy eroteltuna älyvaate ja puettava tekniikka, koska joissain tapauksissa näiden kahden ero on hyvin häilyvä. Puettavalla teknologialla tarkoitetaan tässä työssä jossain muussa muodossa päälle puettavaa, kuin vaatetta. Puettava teknologia ja älyvaate voivat tukea toisiaan ja yhdessä niistä tulee älykäs kokonaisuus. Älyvaatetta suunniteltaessa kohtaa erilaisia haasteita ja lisämahdollisuuksia kuin niin sanotun tavallisen vaatteen suunnittelun kohdalla. Haasteita ovat muun muassa älyvaatteen huolto ja kestävyys sekä mahdollisuutena on älyn tuoma uusi toiminto vaatteeseen ja siten mahdollisuus nostaa vaatteen funktionaalisuus uudelle tasolle. Myös salibandyvaatteesta tehtävä prototyyppi on näkyvillä viitekehyksessä, koska siinä tiivistyy tiedonhankinnasta saatu teoretieto, jonka toimivuutta kokeillaan käytännössä ja tulos raportoidaan.



Kuva 2. Viitekehys. Rosenberg, H. 2016.

2.3 Tiedonhankintamenetelmät

Työhön käytettiin useaa eri tiedonhankintamenetelmää. Työn alussa tärkein tiedonhankintamenetelmä oli kirjallisuuden tutkiminen. Älyvaatteisiin liittyvää kirjallisuutta oli melko niukasti, koska ala on nuori. Alaa sivuava kirjallisuus, johon työn tekijä tutustui, koski urheiluvaatteiden valmistamista sekä tulevaisuuden tutkimista. Älyvaatteita ja -tekstiilejä koskevasta kirjallisuudesta saatiin tietoa muun muassa tekstiiliin liitetystä elektroniikasta ja kehitetyistä älymateriaaleista. Näitä tietoja tarvittiin haastattelukysymysten laatimiseen. Elektroniikan lisäämisen kannalta hyödyllinen lähde oli Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulussa vuonna 2009 tietotekniikan opiskelijan Sirpa Myllylän tekemä älyvaatteita koskeva opinnäytetyö.

Toinen tärkeä tiedonhankintamenetelmä oli haastattelu, koska sen myötä työn tekijä sai arvokasta käytännöntietoa eri näkökulmista. Opinnäytetyöllä ei ollut toimeksiantajaa, joten haastattelut toivat kaivattua asiantuntijuutta. Haastatteluja toteutettiin neljä kappaletta ja haastateltavat ovat kaikki tekemisissä urheilu- ja/tai älyvaatteiden kanssa.

Työn tekijä selvitti toimeksiannon tai yhteistyön mahdollisuutta jonkin ulkopuolisen tahon kanssa, mutta sopivaa toimeksiantajaa ei löytynyt annetun ajan puitteissa. Opiskelijayhteistyölle tarjoutui tilaisuus ja kappaleessa viisi on esitelty tietotekniikan opiskelijan Frank Calatayudin kanssa toteutetun projektin tuloksena syntynyt älykkäästä salibandyvaatteesta tehty prototyyppi. Hän opiskelee Universitat Politècnica de València -nimisessä yliopistossa Espanjassa ja suorittaa vaihto-opiskelua Suomessa. Yhteisen projektin kautta työn tekijä pääsi kokeilemaan älyvaatteen suunnittelua käyttäen apunaan kirjallisuudesta ja haastatteluista ilmi tulleita erilaisia näkökulmia ja väitteitä koskien älyvaatteiden suunnittelusta. Projektissa oli työn ohjaajien lisäksi mukana myös koulun tutkimusyksikkö, joka auttoi projektin alkuunpanossa sekä toimi neuvonantajana tarvittaessa.

2.4 Haastattelut

Eri näkökulmien saamiseksi toteutettiin kolme asiantuntijahaastattelua sekä yksi ryhmähaastattelu. Kaikki haastattelut olivat rakenteeltaan joko avoimia tai puolistukturoituja, jolloin vapaalle keskustelulle oli tilaa. Käytetyt haastattelumenetelmät sopivat hyvin tähän työhön, koska jokaiselle haastateltavalle oli laadittu omat kysymyksensä, eikä haastattelutulosten ollut tarkoitus olla suoraan verrannollisia toisiinsa. Haastateltavien erilaisten taustojen ansiosta saatiin arvokasta tietoa eri näkökulmista älyvaatteisiin liittyen. Haastateltavina olivat vaatesuunnittelija Jasmine Julin-Aro, Auli Sipilä Clothing+-yrityksestä, VIA-yliopistolla työskentelevä opettaja ja tutkija Poul-Erik

Jørgensen sekä salibandyharrastajat Jenna Oksanen, Johanna Immonen sekä Jussi Immonen. Alunperin oli tarkoituksena toteuttaa viides haastattelu armeijalla työskentelevän Eija Nivukosken kanssa, mutta haastattelu rajautui pois tiukan aikataulun vuoksi.

2.4.1 Jasmine Julin-Aro

Opinnäytetyötä varten haastateltiin vaatesuunnittelija Jasmine Julin-Aroa, joka on työskennellyt vaatealalla yrittäjänä kolmen vuosikymmenen ajan. Asiantuntijahaastattelu toteutettiin puolistrukturoituna. Haastattelukysymykset koskivat ylipäättään vaatesuunnittelua, sekä älyvaatteiden ja urheiluvaatteiden suunnittelua. Haastattelun avulla oli tarkoituksena saada suunnittelijan näkökulma urheiluvaatteiden ja älyvaatteiden yhdistämisestä ja siitä, miten se käytännössä luonnistuu. Haastattelun tuloksena saatiin tietoa Julin-Aron käyttämästä suunnittelumenetelmästä sekä kokemuksista älyvaatteiden ja urheiluvaatteiden suunnittelusta sekä niiden eroamisesta muiden vaatteiden suunnitteluun.

Kysyttäessä älyvaatteiden määritelmästä, suunnittelija kertoo älyvaatteiden olevan hänen mielestään ennen kaikkea älykkäiksi kehiteltyjä materiaaleja ja rakenteita. Älyvaatteiden kehittäminen sisältää ongelmanratkaisua ja uusien innovaatioiden keksimistä. Julin-Aro kertoo, ettei ole itse ollut kiinnostunut suunnittelemaan elektroniikkaa sisältäviä vaatteita elektroniikan ja tekstiilin yhdistämiseen liittyvien ongelmien vuoksi. Esimerkkinä älyvaatteille hän mainitsee Gore-tex-materiaalin, joka on ensimmäisiä hengittäviä materiaaleja.

Kehittämällä uusia materiaaleja pystytään lisäämään näkyvyyttä heijastamalla tai väriä vaihtamalla. Julin-Aron mukaan myös 3D-printtaus on tuonut paljon mahdollisuuksia suojiin lisäämiseen vaatteeseen. Tekniikalla voidaan saada suojaavuutta vaatteeseen, mikä säästää ihmistä vammoilta onnettomuuden sattuessa. Tulevaisuuden sovelluksista Julin-Aro mainitsee nanoteknologian, joka toimii vielä tänä päivänä pienessä mittakaavassa, mutta tulee varmasti lisääntymään älyvaatteissa. (Haastattelu 12.1.2016.)

2.4.2 Poul-Erik Jørgensen

Tanskalaista, VIA-yliopistolla työskentelevää, Poul-Erik Jørgenseniä haastateltiin puolistrukturoidun sähköpostihaastattelun kautta. Häntä pyydettiin haastateltavaksi, jotta saataisiin jo alalla pitkään työskennelleen näkökanta älyvaatteiden kehityksestä tähän päivään ja käsitys siitä, mitä asioita älyvaatteet mahdollistavat toteutettavan. Jørgensen kertoo työskentelevänsä vanhempana konsultanttina tekstiilimateriaalien, älytekstiilien ja uuden teknologian parissa. Hän on aloittanut älytekstiilien parissa noin 10–15 vuotta sitten kehittämällä johtavia lankoja älytekstiileihin ja älyvaatteisiin.

Jørgensen määrittelee älyvaatteiden olevan älytekstiilien alaryhmä. ”Määritelmä tässä tapauksessa on vaate, joka voi olla vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa” (haastattelu 17.2.2016). Vuorovaikutus on hänen mukaansa tuntemista ja reagoimista ulkoiseen ärsykkeeseen, kuten esimerkiksi lämpötilaan tai sähköön. Hän kertoo älyvaatteiden vasta etsivän paikkaa markkinoilta ja uskoo niiden yleistyvän tulevaisuudessa. Näin varsinkin työ-, suoja-, urheilu- ja vanhusten vaatteiden kohdalla, joihin on integroitu sensoreita ja valoa tai LED-valoa. Jørgensenin mukaan älykkäät asusteet, kuten älykellot ja aktiivisuusrannekkeet, ovat täyttäneet odotukset paljon paremmin kuin 10 vuotta sitten osattiin kuvitella. (Haastattelu 17.2.2016.)

Haastateltava uskoo tietyissä urheilulajeissa käytettäville urheiluvaatteille olevan tilaa markkinoilla. Se vaatii urheilulajin valitsemista, jota ei voi tehdä älyasuste päällä. Näin ollen älyvaate olisi ainoa vaihtoehto tuoda älykkyys mukaan urheilusuoritukseen. Jørgensenin mielestä kysyntää on niin työvaatteiden kuin muodin saralla. Hänen mukaansa tulevaisuudessa yleistyvät LED- valoa sisältävät vaatteet urheiluvaatetuksessa sekä vanhuksille tarkoitetuissa monitoroivat vaatteet. Haaste elektroniikan integroimisessa vaatteeseen on tuotteen kestävyys. Jørgensen kertoo pestävien ratkaisujen, kuten printattavan ja joustavan elektroniikan kehittämisen olevan välttämätöntä. Hän painottaa myös suunnittelun tärkeyttä, koska ihmiset haluavat esteettistä muotoilua. Nämä pitää Jørgensenin mukaan ratkaista, ennen kuin älyvaatteet pääsevät seuraavalle tasolle. (Haastattelu 17.2.2016.)

2.4.3 Auli Sipilä

Auli Sipilä työskentelee Clothing+-yrityksessä liiketoiminnan kehittäjänä. Asiantuntijahaastattelu toteutettiin puolistrukturoituna ja haastattelun tarkoituksena oli saada näkökulma älyvaatteiden suunnittelusta ja tulevaisuudesta jo älyvaatteita valmistavalta yritykseltä. Sipilä kuvailee työnkuvakseen uusien projektien alkuun panemisen ja uusien asiakkaiden kanssa työskentelyn, jotka ovat tällä hetkellä pääasiassa terveydenhuollon puolella. Haastateltavan mukaan älyvaatte on pidemmälle vietyä funktionaalisuutta, mutta hän ei erittele asiaa sen enempää. Clothing+illa on useita syketuotteita, kuten esimerkiksi integroituna urheiluliiveihin, paitaan tai pantoihin. Yrityksen kehittämät älyvaatteet ovat elektroniikkaan perustuvia. Nämä tuotteet ovat löytäneet jo niin sanottujen tavallisten käyttäjien luokse.

Sipilä kertoo urheiluvaatteissa suurimman kohderyhmän olevan yhä huippu-urheilijat, joiden testattua tuotteita, ne saattavat siirtyä tavallisen käyttäjän saataville. Yrityksen toiminta jakaantuu usealle mantereelle: tuotekehitys ja tuotetestaus ovat Suomessa ja tuotanto Kiinassa. Yritysmyyntiin myötä myynti on siirtymässä Yhdysvaltoihin. Sipilän mukaan Clothing+ on keskittynyt kehon monitorointiin sekä sensorien integrointiin. Hän kertoo yrityksen aloittaneen urheiluvaatteista, mutta siirtyneen osittain terveydenhuoltoon, koska

siellä on suurta potentiaalisuutta tulevaisuutta ajatellen. (Haastattelu 23.2.2016.) Sipilän mukaan älyvaatteiden yleistymistä tavalliselle kuluttajalle edellyttää hyvän sovelluksen luomista, joka on tarpeeksi helposti ymmärrettävä sekä helppo huoltaa. Hän kertoo heidän käyttävän irrotettavia lähettäviä, joita kehitetään koko ajan pienemmiksi ja kevyemmiksi. Myös muotoilulla on tärkeä rooli, jotta tuote olisi houkutteleva ja helppo hyväksyä. Sensorin sijoittelu vaatii huomiota, koska jatkuvaa ihokontaktia tarvitseva mittaus on haastavaa esimerkiksi paidassa. Tavallinen käyttäjä arvostaa yleensä rentoa ja ilmavaa vaatetta, ei hyvin ihonmyötäistä.

Sipilän mukaan älyvaatteiden tulevaisuus näyttää valoisalta ja ”kentällä tapahtuu”. Uusia monitorointipaitoja on tullut useampia markkinoille. Sipilä kertoo älyvaatteiden kasvun olleen odotettua hitaampaa, mutta suunta on oikea. Myös markkinatutkimukset ennustavat kasvua älyvaatteiden kohdalla, mikä lupaa valoisaa tulevaisuutta. (Haastattelu 23.2.2016.)

2.4.4 Jenna Oksanen, Johanna Immonen ja Jussi Immonen

Ryhmähaastattelu toteutettiin puolistrukturoituna ja tuloksena saatiin paljon innovatiivisia ideoita, mitä salibandyvaatteella voitaisiin mitata. Haastateltavat Jenna Oksanen sekä sisarukset Johanna ja Jussi Immonen ovat lajin harrastajia ja kukin toimii tai on toiminut myös valmentajan roolissa, jonka ansiosta työn tekijä sai tietoa niin pelaajan kuin valmentajan näkökulmasta. Haastattelu toteutettiin ryhmähaastatteluna, koska haastateltavat tunsivat toisensa entuudestaan ja heidän oli helppo vertailla kokemuksia keskenään. Haastateltavilla on melko yhteneväisten harrastus- ja valmennustaustat useamman vuoden ajalta. Ryhmähaastattelun tarkoituksena oli saada ideoita toteutettavan salibandyvaatteen prototyypin toiminnasta suoraan lajin harrastajilta. Heiltä ei kysytty muiden haastateltavien tapaan älyvaatteiden määrittelystä tai näkemystä älyvaatteiden tulevaisuudesta, vaan keskityttiin salibandyyn lajina ja siihen, millainen älyvaate sopisi juuri salibandypelaajalle.

Kysymysten laatimisessa keskityttiin valmentajan näkökulmaan. Haastateltavilta tiedusteltiin, mistä tiedosta olisi valmentajalle hyötyä reaaliajassa tai jälkeinpäin analysoituna. Haastattelussa keskusteltiin lajiominaisuuksien myötä tulevista vaatimuksista salibandyvaatteelle sekä mihin kehonosiin kohdistuu eniten painetta tai iskuja. Lajiominaisuuksista esille nousivat peliasento ja pelin intensiivisyys. Salibandy on kontaktilaji, jonka takia mahdollisen lisätyn elektroniikan sijoittaminen vaatteeseen on mietittävä tarkkaan sen suuren rikkoutumisvaaran vuoksi. (Haastattelu 2.2.2016.) Haastattelun tuloksen perusteella salibandypelaajan pelin aikainen aktiivisuus, palautuminen ja syke olivat kiinnostavimpia asioita valmentajan näkökulmasta. Kaikki edellä mainitut asiat ovat mitattavissa ja siten mahdollista toteuttaa älyvaatteessa. Haastattelun perusteella päädyttiin kokeilemaan prototyypissä pelaajan palautumisen mittaamista. (Haastattelu 2.2.2016.)

2.4.5 Yhteenveto haastatteluista ja johtopäätökset

Haastattelut osoittautuivat oletusarvon mukaisesti tärkeäksi tiedonlähteeksi kokonaisuuden kannalta. Yksilöllisesti laadituilla kysymyksillä haettiin erilaisia näkökulmia ja mielipiteitä älyvaatteista. Julin-Arolta haettiin suunnittelijan näkökulmaa älyvaatteisiin liittyen ja haastattelun tuloksena saatiin runsaasti tietoa, kuinka hän lähestyy urheilu- ja/tai älyvaatteiden suunnittelua verrattuna niin sanottuihin tavallisten vaatteiden suunnitteluun. Jørgensenilta saatiin vahvistusta työn tekijän näkökulmalle, että älyvaatteet tulevat yleistymään tulevaisuudessa. Hänellä oli pitkän kokemuksen myötä perusteltu mielipide älyvaatteiden menestymisestä urheiluvaatemarkkinoilla ja ajatuksia, miten parantaa sitä. Clothing+ valmistaa älyvaatteita ja yritys on tuotetestauksen myötä kerryttänyt kokemusta älyvaatteiden suunnittelusta ja tuotannosta. Yrityksen edustajana Sipilän haastattelusta odotettiin saavan yrityksen näkökulma jo olemassa olevista älyvaatteista, ja nimenomaan sykkettä mittaavista älyvaatteista. Sipilä painotti älyvaatteiden kohdalla muotoilun tärkeyttä, jotta kulluttajat ottaisivat älyvaatteet omakseen. Ryhmähaastattelusta Oksaselta ja Immosilta haettiin ideoita prototyyppiä ajatellen. Kaikilla on usean vuoden salibandytausta, jonka ansiosta haastattelun tuloksena saatiin toteutuskelpoisia ideoita ja ylipäätään lisätietoa salibandystä lajina.

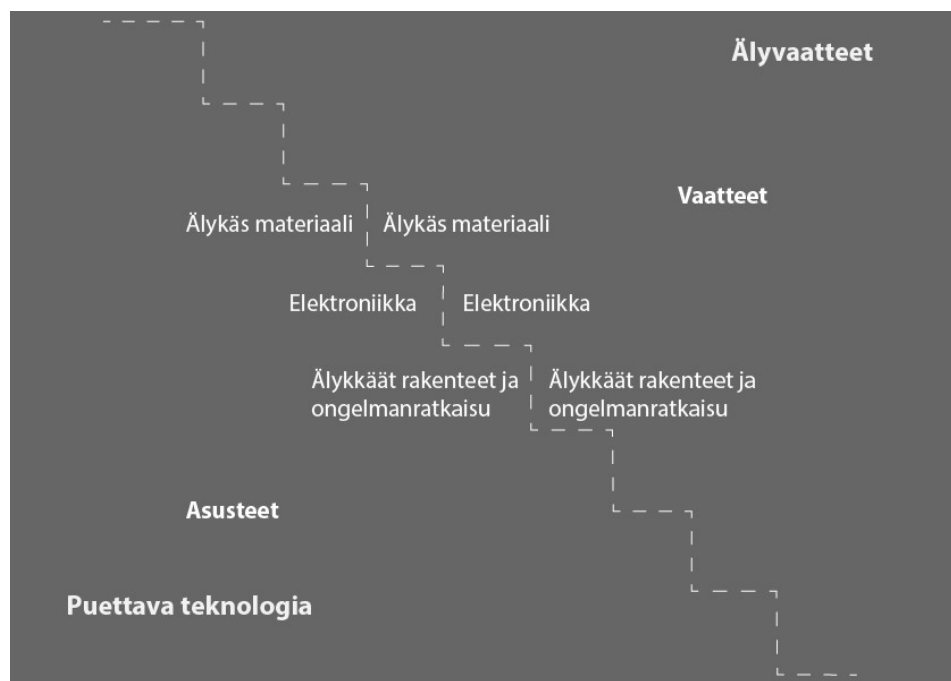
Haastatelluilla oli hieman poikkeavia määritelmiä älyvaatteille, mutta pääsana oli sama jokaisella; älyvaate kommunikoi ympäristön kanssa keinolla tai toisella. Käytännössä tämä tarkoittaa ympäristöstä tulevaa ärsykettä, jonka tuomaan muutokseen älyvaate reagoi jollain toiminnalla. Ympäristön ärsykkeet voivat olla esimerkiksi hikoilu tai kosketus ja vaatteen toiminta näihin viilentäminen ja suojaaminen. Eroa määritelmille toi lähinnä se, onko elektroniikan läsnäolo vaatteessa kriteeri älyvaatteelle. Yhtenevää haastateltavien vastauksissa oli myös ajatus, että älyvaatteet yleistyvät lähinnä vain joidenkin kohderyhmien sisällä, ei niinkään kaikkien keskuudessa. Tärkeimpinä tulevaisuuden kohderyhminä nähtiin vanhukset, urheilijat, vaarallisen työn tekijät sekä sairaat ja vammaiset. Toisin sanoen perusterveet työssä käyvät ihmiset, jotka eivät urheile tavoitteellisesti tai tee vaarallista työtä, eivät haastateltavien mukaan hyödy samalla lailla älyvaatteista kuin erityistarpeen vaativat.

3 ÄLYÄ ERI MUODOISSA

Edellisestä luvusta kävi ilmi, ettei älyvaatteen määrittely ole kovin yksinkertainen tehtävä. Tässä työssä käytetty älyvaatteen määritelmä on melko laaja; se koskee niin älykkäitä materiaaleja, liitettyä elektroniikkaa sekä älykkäitä rakenteita ja ongelmanratkaisua. Työn tekijän mielestä on pääasia, että äly on nimenomaan vaatteessa, muodosta riippumatta. Useassa opinnäytetyön lähteessä älyvaatteen määriteltiin voivan koostuvan vain älykkäästä

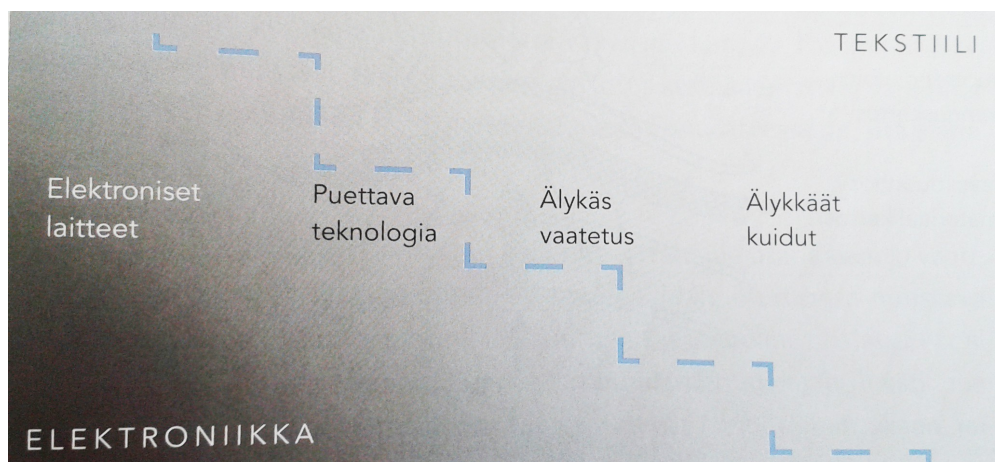
materiaalista. Opinnäytetyössä päädyttiin käyttämään laajempaa määritelmää älyvaatteesta, koska elektroniikasta toteutettu prototyyppi ei kuuluisi edellä esitellyn määritelmän mukaan älyvaatteisiin. Älyvaatteista puhuttaessa puettava teknologia tulee usein esille ja älyvaatteiden tapaan niillekään ei ole yksiselitteistä määritelmää. Tässä työssä puettava teknologia määritellään olevan älykkyyttä, joka puetaan päälle jossain muussa, kuin vaatteen muodossa. Tämän vuoksi esimerkiksi erilaiset rannekkeet tai asusteisiin liitetyt sovellukset jäävät opinnäytetyön ulkopuolelle, koska ne kuuluvat työn tekijän määritelmän mukaan puettavan teknologian piiriin. Kuten edellä mainittiin, joissakin käytetyissä lähteissä älyvaatteen määritellään olevan vain älykästä materiaalia, jolloin elektroniikasta muodostettu äly kuuluu puettavan teknologian piiriin. Näissä lähteissä puettava teknologia tarkoittaa kaikkea elektroniikasta syntyvää älyä, oli se vaatteessa tai asusteessa. Tästä syystä älyvaatteista puhuttaessa on tärkeää tehdä selväksi, mitä eri termeillä tarkoitetaan. Raja puettavan teknologian ja älyvaatteiden välillä on häilyvä, koska älykkäitä ominaisuuksia on mahdollista liittää vaatteisiin ja tekstiileihin niin monin eri tavoin.

Kuten aiemmin on sanottu, älyvaatteen määritelmä riippuu sen määrittelijästä. Alla on esiteltynä sekä työssä käytetty määritelmä, että osassa lähteissä esitetty määritelmä älyvaatteista. Kuva 3 edustaa työssä käytettyä määritelmää, jossa älyn paikka määrittelee, onko kyseessä älyvaate vai puettava teknologia. Toisin sanoen älyvaatteen määritelmässä on ratkaisevaa se, onko äly vaatteessa vai jossain muussa puettavassa muodossa.



Kuva 3. Työssä käytetyt määritelmät älyvaatteille ja puettavalla teknologialle. Rosenberg, H. 2016.

Kuvassa 4 on esiteltynä tiukempi raja älyvaatteesta kuin mitä se on tässä työssä. Siinä on kuvattuna älykäs vaatetus ja puettava teknologia eroteltuna toisistaan. Tanja Risikko ja Ritva Marttila-Vesalainen ovat rajanneet älykkäät kuidut kuuluvaksi älykkääseen vaatetukseen ja elektroniset laitteet puettavaan teknologiaan (2006, 126–127). Risikon ja Marttila-Vesalaisen määritelmää tukee ajatus, että ”aidossa” älyvaatteessa koko tekstiilimateriaali on älykästä (Cho ym. 2010, 2). Tämä raja oli käytössä osassa työn tekijän käyttämässä lähdemateriaalissa.



Kuva 4. Risikko, T. & Marttila-Vesalainen, R. 2006. Vain älykkäistä kuduista tehty vaate on älykäs. Teoksessa Risikko, T. & Marttila-Vesalainen, R. Vaatteet ja haasteet. Helsinki: WSOY, 127.

3.1 Vaatealusta ja vaatteen palvelut

Vaatealustalla ja vaatteen palveluilla kuvataan vaatteen eri ominaisuuksia. Vaatealustaan kuuluvat hengittävyys ja lämmöneristävyys ovat vaatteen perinteisiä ominaisuuksia, joiden avulla vaatteen toimivuutta arvioidaan vaatteen käyttötarkoituksen mukaan. Vaatteen palvelut ovat sen sijaan uusia interaktiivisia ominaisuuksia, joita voidaan vaatteisiin yhä enemmän lisätä. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 126.) Vaatealustaan kuuluvat ominaisuudet muodostavat vaatteen perustan ja niiden kautta on totuttu arvioimaan vaatetta. Älyvaatteessa nämä ominaisuudet luovat perustan, mutta vaatteen palvelut tekevät vaatteesta älykkään.

3.2 Älykäs tekstiilimateriaali

Tekstiilimateriaali on älykästä, kun se reagoi vuorovaikutteisesti ympäristössä esiintyviin ärsykkeisiin, kuten esimerkiksi lämpöön, muodon muutokseen, kosteuteen tai valoon. Erilaisia älykkäitä tekstiilimateriaaleja yhdistää niiden kyky hyödyntää erilaisia energiamuotoja, kuten liike-, valo- ja lämpöenergiaa

(Quinn 2010, 245). Tämän päivän suuntauksena on, että ”lisätoiminnot ovat tekstiilimateriaalissa itsessään, jolloin erilaisten materiaalien yhdistämistä ja helposti rikkoutuvia lisäkohtia tarvitaan vähemmän” (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 126–127). Suurin osa tunnetuista kuiduista ei luonnostaan johda sähköä, mutta älyn tuominen suoraan materiaaliin on mahdollista johtavien lankojen, kankaiden ja kirjailun avulla, joilla tiedonsiirto onnistuu ilman perinteisiä johtoja (Cho, Jeong, Yoo ym. 2010, 9, 91). Näissä tapauksissa käytetty lanka on joko metallilankaa tai lanka on päällystetty metallijauheella. Myös koko materiaali voi olla päällystetty metallilla. Johtavuutta vähentää niiden mahdollinen heikkeneminen pesun seurauksesta tai kankaan jouston myötä aiheutuneet mekaaniset muutokset. Suosittu kuitu teknisten vaatteiden valmistuksessa on polymeerikuitu, koska se on yleisesti ottaen muita kuituja kevyempi, pienempi, halvempi, pehmeämpi, turvallisempi ja värikkäämpi.

Älytekstiileihin lisätään vaateen palveluja eli uusia ominaisuuksia, jotka eivät ole ominaisia perinteisille tekstiileille. Vaateen palveluja omaavia älytekstiilejä ovat esimerkiksi faasimuutosmateriaalit, muotonsa muistavat materiaalit sekä vettä pitäviä, mutta vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja. Faasimuutosmateriaalit muuttavat olomuotoaan ja ne on kehitetty varastoimaan ja luovuttamaan lämpöä. Muotonsa muistavat materiaalit muuttavat muotoaan ja palautuvat entiseen ympäristön lämpötilan muutoksen mukaan eli toisin sanoen ne varastoivat ja luovuttavat energiaa. Vettä pitävien, mutta vesihöyryä päästävien kankaiden toiminta perustuu usein lisättyihin kalvoihin ja pinnoitteisiin tai kuitujen turpoamiseen kosteuden vaikutuksesta. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 127–129; Quinn 2010, 245–246.)

Perinteisten tekstiilimateriaalien lisäksi älyvaatteisiin soveltuvia materiaaleja ovat esimerkiksi johtava kumi, hopeapäällysteinen polymeerivaaho, metallipäällysteiset kankaat, sekä metallista tai johtavasta polymeeristä kudotut kankaat. Useimpia edellä listattuja materiaaleja yhdisti korkea sähkönjohtokyky sekä joustavuus. Metallista tai johtavasta polymeerikuidusta kudotun kankaan hyvä puoli on se, että se on lähtökohtaisesti jo tekstiilimateriaali, eli sillä on paremmat mahdollisuudet sopia myös vaateuskäyttöön. Johtavasta polymeerikuidusta kudotulla kankaalla on tosin melko matala sähkönjohtamiskyky eli se häiriintyy helposti elektronisesta melusta. Tämä puolestaan vaikeuttaa signaalien keräämistä. Huonoja yhdistäviä puolia monissa edellä mainituista materiaaleista oli huono pesunkestävyys sekä heikko ilman- ja vedenläpäisevyys. Lisäksi muutamassa materiaalissa esiintyi joustavuuden puutetta ja ihoärsytyksen syntymistä. Jäykät materiaalit vähentävät mukavuuden tuntua päällä ollessa sekä aiheuttavat ääntä liikkeestä. Ihon ärsytystä saattaa esiintyä, jos kankaassa on esimerkiksi nikkeliä tai katkenneita kuituja, jotka pistelevät. Myöhemmin vaateuskäytössä on otettu käyttöön myös johtavat polyaniliini ja polypyrrole. Polyaniliini on yksinkertainen aromaattinen yhdistä, jota käytetään muun muassa tekokuitujen valmistuksessa. Polypyrrole on sen sijaan mikä tahansa johtava polymeeri, jonka toistoyksikkö on pyrrole. Molempia

käytetään sekä elektroneina tai johtavina materiaaleina. (Jeong & Yoo 2010, 101–102.)

Useat nykyisin urheiluvaatteissa käytetyt älykkäät materiaalit on alun perin kehitelty terveydenhuollon käyttöön, mutta ne ovat levinneet sitten urheiluvaatetukseen, josta esimerkkinä antimikrobiset- ja kompressiovaatteet. Antimikrobisia materiaaleja käytetään nykyisin laajalti urheiluvaatteiden lisäksi myös alusvaatteissa ja tällöin pääasiassa yhdistettynä muihin luonnonkuituihin tai synteettisiin kuituihin. Syynä käytön yleistymiselle on hyvä pesunkesto pidemmälläkin ajanjaksolla. Keston salaisuutena on antimikrobien liittäminen syväle kuituun. (Quinn 2010, 87.) Lymed-yrityksen toimitusjohtajan Teija Toikan mukaan kompressiovaatteilla pystytään monien muiden toimintojen lisäksi muun muassa ehkäisemään maitohappojen syntymistä sekä edistämään palautumista (Boncamper 2011, Tekstiili 3/2011). Lisäksi urheiluvaatetukseen on kehitetty runsaasti pehmustavia materiaaleja, jotka ovat kevyitä, mutta suojaavat iskuilta ja loukkaantumisilta urheillessa (Quinn 2010, 35–41).

Huipputeknologiset tekstiilit matkivat ihmiskehon ihon tapaa kommunikoida ympäristön kanssa ja siksi puhutaan tekstiileistä, jotka ovat kuin ”toinen iho”. Tekstiiliteollisuus on avainroolissa kehitettäessä tällaisia ihoa matkivia tekstiilisovelluksia sekä korkeatasoisia urheiluvaatteita. (Quinn 2010, 35–41.) Morphotex on nylonista ja polyesterista neulottu kangas, jossa kuitujen järjestys vaihtelee eri puolilla kangasta. Materiaali on itsessään värikästä, eikä sitä ole värjätty ollenkaan. Tästä syystä se on kierrätettävä ja ympäristöystävällinen. Materiaalia on käytetty muun muassa Eiko Ishiokan suunnittelemissa ja urheiluvaateyritys Descenten tuottamassa hiihtoasussa. Asu suunniteltiin Sveitsin, Kanadan sekä Espanjan olympia alppihiihtojoukkueiden käyttöön (Quinn 2010, 112). Myös uima-asujen kehittämisessä pyritään ihon kaltaisen pinnan aikaansaannoksen. Kaksi esimerkkiä huippu-uimareille kehitetyistä materiaaleista ovat Grado zero Espacen kehittämä Freeskin-niminen kangas, sekä NASAn ja Australian urheiluinstituutin yhteistyössä kehittämä LZR Racer Suit by Speedo -niminen uimapuku. Molemmat matkivat delfiin ja/tai hain nahkaa.

Älykkäässä vaatteessa kudottu rakenne toimii parhaiten, koska useiden kuitujen ollessa yhdessä tiiviisti, syntyy vähemmän yksittäisten kuitujen murtumia. Myös muulla tavalla valmistetuilla kankailla on mahdollista saada kudotulle kankaalle ominainen istuvuus, tuntuma, tekstuuri ja pestävyys, mutta mukavuus kärsii. Kudotulla kankaalla on mahdollista tehdä erilaisia rakenteita, kuten esimerkiksi palttina, toimikaskudos, ja satiinikudos. Parhaimman vetolujuuden kankaalle saa käyttäessä hiilikuitua, siitähän huolimatta, että vahvoja muovikuituja on kehitetty (Quinn 2010, 12–13, 252).

Uusia kehiteltyjä, kahden eri kuidun yhdistelmiä ovat muun muassa Stromatex ja Texto. Stromarex on suunniteltu pitkäaikaista urheilusuoritusta varten ja sen kerrotaan olevan vedenkestävä ja hengittävä polyesterikuidusta

valmistettu tekstiili. Kankaan rakenne sisältää kennoja, jotka sallivat kehonlämmön ja hikoilun poistua pienten reikien läpi pitäen ihon ja kankaan välisen mikroilmaston tasalämpöisenä. Materiaali on joustava ja sopii siksi hyvin urheiluun. Texto-niminen johtava kuitu on yhdistetty lycrakuidun ytimeen. Niitä ympäröi ohut johtava metallisäie, kuten esimerkiksi kuparilanka tai hopeapäällysteinen polyamidi (Quinn 2010, 97, 115).

3.3 Elektroniikan lisääminen kankaaseen

1990-luvulla keityteltyjä ensimmäisiä älyvaatteita kutsutaan puettaviksi tietokoneiksi. Niissä kaapeli oli sijoitettuna saumoihin teippausten alle sekä johdottomat antennit hihoihin ja lahkeisiin. Nämä älyvaatteiden ensimmäiset versiot eivät kuitenkaan yleistyneet, koska ne olivat kömpelön tekniikan vuoksi outoja käyttäjälle ja turhauttavia suunnittelijalle. Asia jäi hautumaan ja odottamaan uutta sukupolvea ja tekniikan kehittymistä. Puettavat tietokoneet toimivat kuitenkin tärkeänä suunnannäyttäjänä nykyisten älyvaatteiden kehittäjille. (Quinn 2010, 17.) Elektroniikkaa sisältäviin älyvaatteisiin on mahdollista liittää erilaisia toimintoja, jotka edellyttävät useiden elektronisten laitteiden yhdistämistä vaatteeseen. Elektroniikkaa sisältävien älytekstiilien määrittelyllään olevan kankaita, joissa tietojenkäsittelyelementit, sensorit, käyttölaitteet ja tietoverkot ovat olennainen osa vaatetta. Älyvaatteissa käytettäviä osia ovat muun muassa anturit, näytöt, antennit ja kytkimet. Tänä päivänä elektroniikkaa on mahdollista integroida eli liittää kankaaseen usealla eri tavalla ja haluttu toiminta ja tarvittava teho määrittelevätkin, kuinka äly liitetään vaatteeseen. Tapoja ovat esimerkiksi johtavista kuiduista kudotut ohuet nauhat, älyn painaminen vaatteen pinnalle johtavalla musteella tai johtavan langan ompeleminen tai kirjaileminen kankaaseen. Myös metallijauheen tai metallipäällysteisen- ja tavallisen kankaan yhdistäminen on mahdollista.

Älyvaatteiden kehitys 1990-luvulta tähän päivään on huomattavissa siitä, että nykyisin monet laitteet ja elektroniset ovat korvattavissa tekstiilipohjaisilla vaihtoehdoilla, jolloin ne ovat joustavia ja soveltuvat vaatekäyttöön. Ylimääräisten ja ennen kaikkea erillisten osien välttämiseksi kuitu on mahdollista tehdä sähköä johtavaksi, jolloin se toimii sensorina tai kytkimenä. Johtavana kuitu reagoi ympäristönsä signaaleihin. Kuten jo edellisessä kappaleessa kerrottiin, eri jäykkyyden omaavien materiaalien, kuten joustamattoman anturin ja joustavan materiaalin, yhdistäminen tuo mukanaan kestävyysongelmia, koska paine kohdistuu materiaalien liitoskohtiin. Ratkaisu ongelmaan on joko saada tekstiilimateriaali keräämään ja muuntamaan informaatiota tai valmistaa taipuisaa elektroniikkaa. Jälkimmäistä vaihtoehtoa on mahdollista valmistaa liittämällä ohuen mikrosirun pehmeään tekstiilirakenteeseen, mutta elektroniikan kestävyys jättää vielä toivomisen varaa. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 130–131; Quinn 2010, 70, 91–93.) Älyvaatteen käyttöikä ja toiminnollisuutta parantavia seikkoja ovat toimintojen, kuten liittimien, kommunikointilaitteiden ja näppäimistön, muuttaminen tekstiilipohjaiseksi.

Tekstiiliin integroituna ne pysyvät vaatteessa paikallaan eivätkä ärsytä ihoa edes pitkään kestävässä käytössä. (Cho ym. 2010, 13, 22.)

Textronic Inc hyödyntää diagnosoivia tekstiilejä tuotteissaan ja on johtava yritys puettavan teknologian kehittäjänä fitness- ja terveydenhoitoalalla. Diagnosoivien tekstiilien avulla voidaan mitata ihmiseltä muun muassa kehon lämpötilaa, sydämen sykettä ja verenpainetta. Yrityksellä on NuMetrex-brändi, joka kattaa sykettä mittaavien tuotteiden valikoiman. Yksi yrityksen tuotteista on sykkettä mittaavat urheiluliivit, jossa sykettä mittaava sensori on neulottu saumattomasti suoraan kankaaseen. Sensori on laite, joka muuttaa asian, jota haluamme esimerkiksi mitata, ymmärrettävään ja käsiteltävään muotoon. Sensorit voidaan jakaa neljään ryhmään sen mukaan, missä muodossa olevaa tietoa se voi lukea: fyysiset, kemikaaliset, elektroniset ja biologiset sensorit. (Jeong & Yoo 2010, 97–98.) Tutkijat kehittävät jatkuvasti tekniikoita, jotta sensorit saataisiin kiinnitettyä johdottomasti vaatteeseen ja siten langattomat monitorit yleistyisivät. Textronic Ink on käyttänyt vastaavaa toimintoa myös muun muassa naisten treenitopissa sekä miesten treenipaidassa. Tuotteita on testattu urheilijoilla ja niiden avulla saadaan parempi ymmärrys kuinka maksimoida urheilijan kestävyys. Vaate antaa myös varoituksen, jos urheilijan terveys on millään tavalla uhattuna (Quinn 2010, 97–98). Myös suomalainen yritys Clothing+ on integroinut sykettä mittaavan elektroniikan osaksi vaatetta (Sipilä, haastattelu 23.2.2016). Urheilun alalla sydänsähkökäyrän tietoja hyödynnetään, kun halutaan mitata sydämensykettä. Tietoa voidaan käyttää määrittelemään sykealueita urheillessa tai arvioimaan urheilijan kuntoa ja palautumista urheilusuorituksesta. (Jeong & Yoo 2010, 98.)

Suurin haaste elektronisten vaatteiden kohdalla on elektroniikan käyttämän virtalähteen paino ja kömpelyys sekä lyhyt käyttöikä. Jotta virtalähteen voisi liittää huomaamattomasti vaatteeseen, sen tulisi olla tarpeeksi kevyt, joustava, pitkäikäinen ja huollon kannalta helposti irrotettava. Vaihtoehtoisesti virtalähteen voisi korvata muulla energianlähteellä, joka ei kaipaa uudelleen lataamista. Tällaisia vaihtoehtoisia energianlähteitä ovat muun muassa aurinkoenergia, kehon lämpö ja mekaaninen lämpö. (Cho ym. 2010, 11.)

3.3.1 Tiedonsiirto

Elektroniikkaa sisältävissä älyvaatteissa tiedonsiirtotapa määräytyy pitkälti sen kantavuuden ja käytettävän elektroniikan tarpeen mukaan. Joissain tapauksissa tiedonsiirron on tapahduttava fyysisen johdon kautta, jolloin johto voidaan sijoittaa esimerkiksi sauman teippauksen alle pois näkyvistä. Fyysisen johdon käytön haaste on saada johto tarpeeksi ohueksi, jotta se soveltuisi vaatetuskäyttöön. Vaatetuskäyttöön ideaalijohto olisi tehty polymeerikuidusta ja se omaisi kuparille ominaisen sähkönjohtavuuskyvyn. Silloin se olisi materiaalinsa puolesta vakaa, eikä aiheuttaisi vaaraa ympäristölle tai käyttäjälle.

Kuparia itseään ei voi käyttää kuidun päällystämiseen, koska se voi liueta niin veden kuin hikoilun seurauksena ja siten aiheuttaa vaaran käyttäjälle. (Jeong & Yoo 2010, 94.)

Johdottomia tiedonsiirtotapoja on useita, mutta muun muassa sähkönkulutus ja laitteiden elektromagneettisten liitinten vaikutus muihin laitteisiin tai ihmiskehoon on ongelma. Sähkönkulutus on paljon suurempaa langattomasti kuin fyysisen johdon kautta siirrettynä. Askel eteenpäin kehityksessä on radioaaltojen hyödyntäminen tiedonsiirrossa. Tällaisessa tiedonsiirrossa ratkaisee kantaman laajuuden tarve. Bluetooth sopii lyhyen kantaman tiedonsiirtoon ja se onkin käytössä useissa älyvaatesysteemeissä. Pitkän kantaman tiedonsiirtoon on olemassa muita keinoja, esimerkiksi puhelinverkot tai WLAN, eli langaton lähiverkkotekniikka. (Cho ym. 2010, 9–10, 21.) Radiotaajuuksien hyödyntämisessä on hyvät ja huonot puolensa. Suuri etu on, että älyvaatteen elektronikkaa voidaan ladata muusta laitteesta, mutta haittoina muiden radiokanavien aiheuttama häiriö sekä taajuuden turvallisuus. (Jeong & Yoo 2010, 93.)

3.4 Älykkäät rakenteet ja ongelmanratkaisu

Kolmannessa älymuodossa on perimmiltään kyse ongelmanratkaisusta. Kun jokin epäkohta havaitaan, sen tilalle kehitetään toimiva ratkaisu. Esimerkkinä italialainen tutkimusyritys Grado Zero Ezpace, joka on ratkaissut vaatetuksella ammattilaispurjehtijoiden havaitsemiin ongelmiin haastavassa ympäristössä. Merellä kohdatut ongelmat ovat ratkaistavissa hyvin suunnitelluilla rakenteilla. Yritys keksi yhdistää hanskan ja hihan yhtenäiseksi kappaleeksi estääkseen kylmän ilman pääsyn hihasuista sisään. He myös hyödynsivät Keprotec-nimistä kangasta kämmenten alueilla tehostaakseen pitoa. Kankaan väitetään olevan viisi kertaa terästä vahvempaa, joten sopii hyvin käyttötarkoitukseen. Näiden lisäksi pehmusteita lisättiin muun muassa polviin sekä näkyvyyttä lisättiin selkään käyttämällä valoa johtavaa filmiä. Valon pystyi kontrolloimaan taskuun sijoitetun kytkimen kautta. Täydellinen vedenpitävyys varmistettiin sinetöimällä saumat Liquid Shell -nimisellä aineella, jonka elastiset ominaisuudet takaavat saumojen pysyvän suljettuina. (Quinn 2010, 41.)

Joskus parhaimmat ratkaisut löytyvät, kun asioita ajatellaan laajemmin ja ennakkoluulottomasti. Useiden vuosien ajan Rukalle freelancerina työskennellyt suunnittelija Jasmine Julin-Aro kertoo heidän ratkaisseensa useita moottoripyörävaatteisiin liittyviä ongelmia, joista yritys sai tietää asiakkaiden palautteen ansiosta. Tällaisia olivat muun muassa veden ja tuulen pääsy hihansuista sisään sekä vedenpitävistä housuista huolimatta kosteuden tuntuminen iholla moottoripyörän kyydissä istuttaessa. Ratkaisuna molempiin oli vaatteiden rakenteen muuttaminen ja moottoripyörähousujen kohdalla myös alun perin huonekalusteiden pehmusteissa käytetyn materiaalin lisääminen housun rakenteeseen tarvittaviin kohtiin. Julin-Aro kertoo uusien ideoiden ja ratkaisujen syntyvän, kun asiakkaat palauttavat esimerkiksi onnettomuuksissa päällä

olleita vaatteita. Rikkoutuneita vaatteita analysoidaan ja niistä pystytään päätelemään paljon, mitkä rakenne- ja materiaalivalinnat ovat olleet kannattavia. (Julin-Aro, haastattelu 12.1.2016.)

4 ÄLYKKÄÄN URHEILUVAATTEEN SUUNNITTELU

Älyvaatteet ovat iso tulevaisuuden ala, mutta suunnitellakseen niitä on ensin tutkittava enemmän jo kehiteltyjä sovelluksia ja saatava tietoa niiden kautta, mikä toimii ja missä on vielä parannettavaa. Älyvaatteissa on suuri potentiaali kehittyä tärkeäksi osaksi urheiluvaatetusta, koska älyn avulla pystytään nostamaan vaatteen funktionaalisuus uudelle tasolle. Opinnäytetyö on toiminut tiedonhankintana älyvaatteiden suunnittelusta. Älyvaatteiden kehitys on vielä alussa ja monet asiat, kuten vaatteen huolto ja älyn kestävyys vaihtelevissa olosuhteissa, kaipaavat ratkaisemista. Opinnäytetyön tekeminen tarjoaa oivan mahdollisuuden tutustua aiheeseen syvemmin ja havaitsemaan sen kautta, mitä älyvaatteet ovat tänä päivänä ja mitä ne voivat olla jo muutaman vuoden päästä.

4.1 Muotoiluprosessi

Muotoiluprosessi kuvaa, miten tuotteen muotoilu etenee vaiheittain, ja kokonaisuutta voidaan kuvata vaiheesta toiseen etenevänä prosessina. Sekä urheiluvaatteiden että niin sanottujen tavallisten vaatteiden muotoilusta on tehty prosessikaaviot (Lee, Cho, Lee, Cho 2010, 37–42) ja niissä on keskinäisiä yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Prosessit etenevät suunnilleen samojen vaiheiden kautta, mutta älyvaatteen suunnittelussa on enemmän vaiheita, jonka vuoksi älyvaatteille on oltava oma prosessi. Älyvaatteen muotoiluprosessissa painottuu protovaiheen- ja eri toimintojen ja laitteiden keskinäisen toimivuuden testaamisen tärkeys. Muotoiluprosessin tulee sisältää kaksi rinnakkain kulkevaa prosessia: vaate- sekä laitesuunnitteluun keskittyvä prosessi. Älyvaatteen toteutus edellyttää keskenään erilaisten toimintojen yhdistelemistä. Näitä toimintoja ovat elektronien tehokkuus ja turvallisuus, vaatteen fyysinen mukavuus ja esteettisyys. Menestyneen älyvaatteen suunnitteluprosessin salaisuutena on sisällyttää perinteiseen suunnitteluprosessiin tarkoituksenmukaisia vaiheita, jotka vievät kohti monitieteellistä lopputulosta. (Lee, Cho, Lee, Cho 2010, 37–42.)

Jokaisen muotoiluprosessin tulisi alkaa muotoilutarpeiden analysoinnilla. Muotoilutarpeet ovat asioita, mitkä pitäisi heijastua jokaisesta muotoilussa tuotteessa. Nämä tarpeet on jaettu eri kategorioihin sen mukaan, millaisesta vaatteesta on kyse. Muotoilutarpeiden jaotteluita on useita näkökannasta riippuen. Jaottelut eroavat keskenään sen mukaan, onko lähtökohdaksi ollut arvioida tekstiilin sopivuutta elektroniikan alustaksi tai älyvaatteita digitaalisina vaatteina. Muotoilutarpeita ovat muun muassa vaatteen huollettavuus, ulkonäkö,

kestävyys ja käytettävyys. Älyvaatteiden myötä uusi kategoria voisi koskea digitaalisten toimintojen sulauttamista vaatteeseen tai digitaalisten toimintojen ja ihmiskehon välistä vuorovaikutusta. (Lee ym. 2010, 38–39.) Kaikki muotoilutarpeet eivät voi olla keskenään yhtä kattavasti huomioonotettuina kaikissa vaatteissa ja siksi vaatteen käyttötarkoituksesta johtuen jotkin muotoilutarpeet painottuvat jossain vaatteessa enemmän kuin toisessa. Suunnittelijan tulisi siitä syystä tiedostaa nämä muotoilutarpeet ja laittaa ne tärkeysjärjestykseen ajatellen tulevaa suunnittelemaansa tuotetta.

4.2 Suunnittelun lähtökohdat

Hyvä urheiluvaate on pitkäikäinen, houkuttelevan näköinen ja ennen kaikkea käyttäjälleen huomaamaton (Julin-Aro, haastattelu 12.1.2016). Myös älyvaatteen on täytettävä samat tunnuspiirteet palvellakseen käyttäjän tarpeita. Älykkään urheiluvaatteen suunnittelussa pyritään yhdistämään saumattomasti vaatteen funktionaalisuus ja esteettisyys. Vaatteen funktionaalisuudella kuvataan, kuinka sopiva vaate on siihen käyttötarkoitukseen niin materiaaliltaan ja rakenteeltaan. Vaatteen funktionaalisuutta pyritään nostamaan lisäämällä siihen älyn kautta jokin toiminto. Eri keinoja älyn lisäämiselle vaatteeseen ovat elektroniikan lisääminen, älykkään materiaalin kehittäminen ja usein ongelmanratkaisun kautta toteutuva älykkään rakenteen suunnittelu. Hyvä näköinen urheiluvaate houkuttelee urheilemaan ja tuo itsevarmuutta urheilijalle. Vaatteen uusi toiminto ja korkea funktionaalisuus kiinnostavat yleensä eniten, mutta hyvä muotoilu takaa, että vaatteen käytettävyys ja esteettisyys ovat samalla yhtä korkealla tasolla.

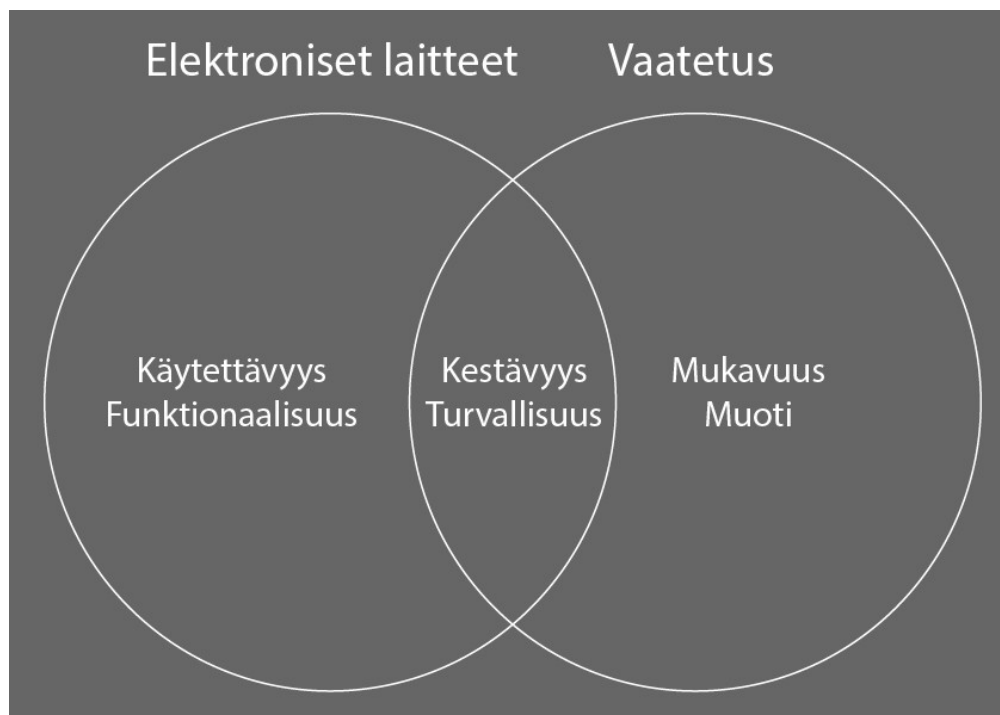
Älyvaatteen suunnittelu eroaa niin sanotun tavallisen vaatteen suunnittelusta ja suunnitteluprosessien yhtäläisyydet ja eroavaisuudet tulee tiedostaa ennen suunnittelun aloittamista. Älyn lisääminen vaatteeseen korostaa joitakin työvaiheita ja muuttaa suunnittelun lähtökohtia. Tuotteen testaamisen ja yhteistyön tärkeys korostuvat älyvaatteen suunnitteluprosessissa. Älyn määrittämistä varten mietitään millaista älyä liitetään, missä muodossa ja miten. Vaihtoehtoja ovat elektroniikan lisääminen, älykkään materiaalin kehittäminen tai älyn tuominen rakenteen kautta. Kuhunkin on olemassa useita liittämisvaihtoehtoja ja erilaisia toteutettavia toimintoja. Älyn määrittely vaikuttaa valintoihin koskien vaatteen valmistusta, käyttöä ja huoltoa. Suunnittelun onnistunut lopputulos edellyttää kohderyhmän tuntemista ja tiivistä yhteistyötä eri alojen osaajien kanssa. Suunnittelija pyrkii vähentämään, ellei ratkaisemaan, suunnittelutyössä älyvaatteiden yleisiä ongelmia, kuten älykomponenttien huonoja kestävyys- ja huolto-ominaisuuksia

4.2.1 Kohderyhmän tunteminen

Urheiluvaatetta suunnitellessa on tärkeää ymmärtää kohderyhmää ja lajia, mihin vaate suunnitellaan. Urheilijan tason määrittelyllä selvitetään, kuinka

pitkälle kehiteltyä älyä käytetään urheiluvaatteessa. Huippu-urheilijalle suunnitellaan vaate, joka on hyvin yksilöllinen ja voi jopa parantaa suoritusta. Vaikka tavalliselle kuluttajalle suunnatuissa vaatteissa ei ole kaikkia samoja yksityiskohtia kuin ammattilaisurheilijan vaatteessa, hyvistä yksityiskohdista, kuten hengittävydestä, saumojen teippauksesta ja ulkonäöstä, ei tule tinkiä (Julin-Aro, haastattelu 12.1. 2016).

Älyvaatetta suunnitellessa tulee huomioida ihmis-aspekti eli mitä kuluttaja haluaa vaatteeltaan. Hyvä älyvaate syntyy, kun sen suunnittelussa on otettu huomioon kuluttajan toiveet ja mietitty, mihin käyttötarkoitukseen vaate on. Kuvassa 5 on sekä elektronisten laitteiden että vaatteiden ominaisuuksia ja tavoitteita sekä mitä ominaisuuksia näiden kahden yhdistelmällä on. Kuluttaja haluaa vaatteeltaan yleisimmin mukavuutta ja muodikkautta. Elektronisten laitteiden tärkeitä ominaisuuksia on käytettävyys ja funktionaalisuus. Vaatteiden ja elektronisten laitteiden ominaisuuksien yhdistyessä älyvaatteessa, tuotteelta odotetaan kestävyyttä ja turvallisuutta. Älyvaatteen tulisi kestää jokapäiväistä käyttöä ja huoltoa sekä pysyä turvallisena siitä huolimatta. (Cho ym. 2010, 12.)



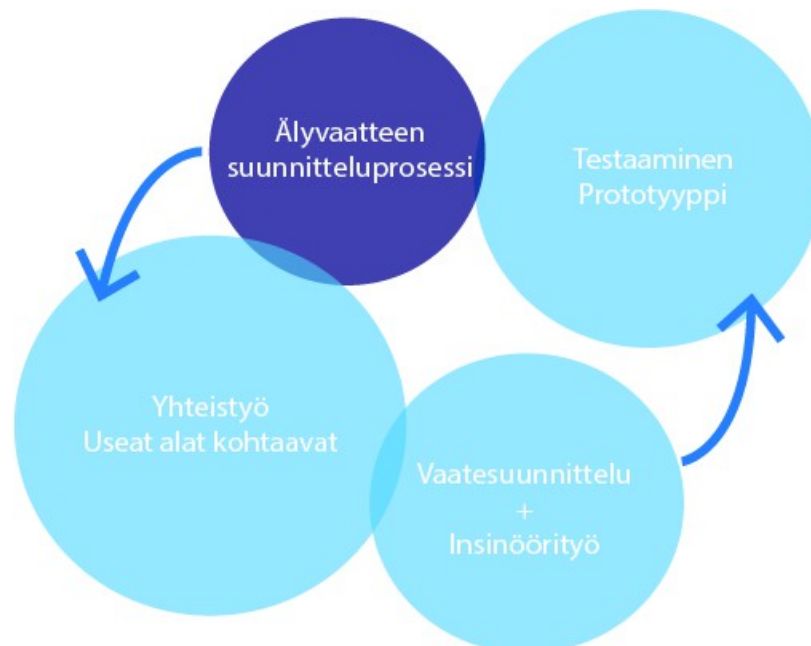
Kuva 5. Rosenberg,H. 2016.Cho, G. 2010 mukaan.

Älykkään urheiluvaatteen on oltava helppokäyttöinen ja käytettävyys liitetään yleensä opittavuuteen, tehokkuuteen, laatuun ja mielihyvään. Toisin sanoen älyvaatteessa käytetyn systeemin käytön tulisi olla helppo oppia ja kun käyttäjä on sinut systeemin kanssa, tuottavuus on korkea eli käyttäjä osaisi hyödyntää systeemiä tehokkaasti. Systeemin tulisi olla sen verran yksinkertainen, että kun sen on kerran oppinut, käyttäjä voi palata sen käyttöön pitkänkin

taun jälkeen. Lisäksi käytön pitäisi olla miellyttävää. Nilson (1993) kuvailleen älyvaatteen käytettävyyden olevan kognitiivisten vaatimusten toiminto, joka liittyy vuorovaikutteisiin seikkoihin (Cho ym. 2010, 13). Valmentajaa ja valmennettavaa ajatellen älyvaatteelta haetaan tietoa urheilijan kehon toiminnasta joko urheilusuorituksen aikana. Nämä tiedot auttavat valmentajaa ymmärtämään urheilijan kehon toimintaa ja siten laatimaan yksilöllisen harjoitusohjelman, joka vastaa urheilijan kunto- ja taitotasoa ja auttaa pääsemään tavoitteisiinsa. Tämä tulisi muistaa älyvaatetta suunnitellessa. Hyvin suunniteltuna ja oikein käytettynä älyvaate tuo lisäarvonsa valmennukseen.

4.3 Älyn lisäämisen tuomat mahdollisuudet suunnitteluun

Älyvaatteiden myötä suunnitteluprosessi muuttuu ja mahdollisuuksiin lukeutuvat uudenlaisen yhteistyön rakentaminen sekä vaatteen funktionaalisuuden maksimoiminen (kuva 6). Älyvaatteiden myötä vaatesuunnittelu on entistä enemmän eri aloja edustavien ihmisten yhteistyötä. Monipuolista osaamista tarvitaan, kun yhdistetään asioita, joiden on totuttu kuuluvan eri aloihin. Esimerkiksi elektroniikkaa sisältävien älyvaatteiden kohdalla vaatesuunnittelun ja insinööriyden tulokset ilmenevät yhdessä tuotteessa, vaatteessa. Yhteistyöllä mahdollistetaan aivan uudenlaisten tuotteiden syntyminen. Älyvaatteet kiehtovat niiden kehittäjiä, koska niissä päästään yhdistelemään asioita, joita ei ole osattu ajatella sopivan yhteen. Eri alojen yhteistyö rikastuttaa suunnitteluprosessia, koska se saa vaikutteita silloin uusista asioista. Älyvaatteen suunnittelu on myös suunnittelijalle itsensä haastamista, koska totuttuun muotoiluprosessiin sisältyy silloin paljon uusia huomioitavia asioita.



Kuva 6. Rosenberg, H. 2016. Elektroniikkaa sisältävän älyvaatteen suunnittelussa painottuvat asiat.

4.4 Suunnittelun haasteet älyn lisäämisen myötä

Älyvaatteiden isoimpia haasteita ovat lähdeaineiston perusteella älyvaatteen huollon ja kestävyuden parantaminen. Näiden lisäksi houkuttelevan ja turvallisen oloisen älyvaatteen suunnittelu on haastavaa. Sen tulisi erottua joukosta, mutta oltava myös helposti lähestyttävä. Yleistäen voisi todeta, että elektroniikkaa sisältävä vaate on haastavin eri älyn muodoista. Kokonaan vedenkestävää elektronista vaatetta ei ole olemassa ja se on myös helpoimmin rikkoutuva. Elektroniikkaa sisältävän vaatteen etu on sellaisten toimintojen tuominen vaatteeseen, mikä ei muulla tavalla luonnistu ja mahdollisuus älyn aktiiviseen kontrollointiin. Älyvaate on myös uusi asia useimmille kuluttajille, mikä vuoksi kuluttajan totuttaminen niihin on tärkeää.

Muotoilulla on suuri rooli tässä, koska pelkkä valistus älyvaatteiden hyödyistä ei auta. Onnistuneen älyvaatteen suunnittelu vaatii monialaista yhteistyötä eikä eri alojen yhdistyminen ei aina suju ongelmitta. Eri aloilla on kuitenkin erilaiset valmistusprosessit, laitteet, sanastot ja tietotaito. Aloja pystytään lähentämään standardisoimalla älyvaatteiden valmistus ja asiasta lisää kuudennesa kappaleessa.

Älyn muoto, sijainti ja liittämistapa vaikuttavat suuresti älyvaatteen huoltoominaisuuksiin. Liitetäänkö äly tekstiilimateriaaliin jo ennen vaatteen kokoaamista vai vasta valmiiksi ommeltuun vaatteeseen? Älyvaatteen huollon ja pesuohjeiden laatiminen on monimutkaisempaa kuin niin sanotun tavallisen vaatteen kohdalla. Elektroniikkaa sisältävässä vaatteessa lähetin on todennäköisesti irrotettava, joten sen on oltava helppoa, mutta huomaamattomassa paikassa. Vaatteen huollon helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi irrotettavien osien tulisi olla mielellään yhdellä kädellä irrotettavissa.

Oman haasteensa älyn lisäämiselle vaatteeseen tuo vaatteen käyttökohde, eli urheilu, koska urheillessa ihminen on koko ajan liikkeessä ja liitetyn älyn kestävyys on koetuksella. Tästä syystä kohderyhmän ja lajiominaisuuksien huomioon ottaminen suunnittelussa on erityisen tärkeää. Älyn rikkoontumisvaaraa pystytään pienentämään huomattavasti älyn sijoittelulla. Joissain tapauksissa urheilusta aiheutuva liike on tärkein vaatimus älyvaatteelle, eli esimerkiksi sykkeen tai palautumisen sijaan mitataan kehon liikettä. Urheilijan liikeradat pystytään tunnistamaan ja tallentamaan mittaamalla vaatteen venyvyyttä kudottujen sensorien avulla (Cho ym. 2010, 6).

Kuten aiemmin todettiin, urheiluvaatteen tulisi olla huomaamaton käyttäjälleen. Vaatteeseen liitettävän älykkyyden tarkoitus on olla erittäin funktionaalinen ja houkutella kuluttajia kokeilemaan tuotetta. Suunnittelijan pitäisi pystyä pitämään älykkyyks samalla esillä, mutta myös niin huomaamattomana ja luontevana osana vaatetta, ettei se häiritse urheilijan keskittymistä. Vaikka

älyvaate olisi kuinka korkealaatuinen ja helppokäyttöinen, vasta selkeällä muotoilulla pystytään vaikuttamaan kuluttajan mielikuvaan sen käytettävyydestä ja miellyttävyydestä.

5 ÄLYKÄS SALIBANDYVAATE

Viidennessä kappaleessa on esiteltyä työn tekijän suunnittelema älykäs salibandypaita, jonka pohjalta toteutettiin prototyyppi yhteistyössä espanjalaisen vaihto-opiskelijan Frank Calatayudin kanssa. Calatayud on tietotekniikan opiskelija, joten hänellä oli tarvittava tietotaito elektroniikasta ja ohjelmoinnista. Prototyyppi toteutettiin, jotta päästäisiin kokeilemaan mitä älyvaatteen suunnittelu on ja kuinka sellainen valmistetaan. Projektissa päädyttiin urheiluvaatteen toteuttamiseen, jotta älykkäiden urheiluvaatteiden suunnitteluun keskittävää teoriaa pystytään hyödyntämään prototyypin suunnittelussa.

5.1 Käytäntö ja teoria suhteessa toisiinsa

Opinnäytetyön tarkoituksena on ymmärtää älyvaatteen suunnittelun edellytyksiä ja sen takia etsittiin tietoa muun muassa uusista kehitetyistä kuiduista sekä tekstiiliin liitetystä elektroniikasta. Tätä tietoa hyödyntämällä suunniteltiin palautumista mittaava salibandypaita, jolloin työhön opiskeltu teoria muuttuu käytännöksi. Sellaisen suunnitellakseen työn tekijän oli muodostettava mielipide siitä, miten suunnitteluprosessi etenee ja kuinka haluttuun lopputulokseen päästään. Lähdeaineistoa lukiessa törmättiin erilaisiin mahdollisuuksiin, haasteisiin ja vaatimuksiin koskien älyvaatteen valmistuksessa, ja niiden perusteella muodostui päätelmä, miten toimiva sellainen suunnitellaan. Päätelmän mukaan vaatteen suunnittelu aloitetaan määrittelemällä kolme tärkeää asiaa: miten haluttu toiminto toteutetaan vaatteessa, mikä laji kyseessä ja minkä tasoiselle urheilijalle ollaan suunnittelemassa. Halutun toiminnon pystyy toteuttamaan pitkälle suunnitellulla rakenteella, kehitetyllä materiaalilla tai integroidulla elektroniikalla. Toteutustapa vaikuttaa suuresti materiaalien ja käytettävien ompelu- ja printtitekniikoiden valintaan. Laji määrittelee mistä vaatekappaleesta on kyse ja mitä odotuksia sen lajin vaatteelle on. Vaatteen kohderyhmän taso määrittelee kuinka yksilöllisesti vaate suunnitellaan käyttäjälleen. Näiden lisäksi suunnitteluprosessin sisäinen ajankäyttö muuttuu, eli testaamiselle on enemmän aikaa varattuna kuin yleensä vaatetta suunniteltaessa.

Salibandypaidan suunnittelu ja toteutus tarjoavat mahdollisuuden arvioida päätelmän toimivuutta käytännön tasolla. Calatayudin kanssa tehdyn projektin tuloksena syntyy prototyyppi älykkäästä salibandypaateesta, joka mittaa sykettä ja kertoo siten palautumisesta. Suunnittelun vaatteen tarkoitus on tukea salibandypelaajan harjoitusta ja tarjota työkalu valmentajalle sykkeen ja siten palautumisen mittaamisen kautta. Sekä prototyypin että päätelmän

toimivuutta arvioidaan proton valmistuttua. Hyvään lopputulokseen pääsemiseen tarvittiin onnistunutta suunnittelua, elektroniikan integroimista kankaaseen ja näiden kahden kohtaamista älyvaatteessa. Tämä edellytti avointa keskustelua projektin eri osapuolien kanssa ja sopeutumista uudelleen tilanteeseen. Prototyypin tekijät ovat eri alojen opiskelijoita, jolloin ammattisanasto ja toimintatavat poikkeavat jo lähtökohtaisesti toisistaan. Perinteiseen vaateen suunnitteluprosessiin on tehtävä tilaa älyn lisäämiselle ja jäykkä elektroniikka on saatava sopimaan joustavaan tekstiiliin, mikä tarkoittaa tavallista enemmän taustatutkimusta, yhteistyötä ja testaamista.

5.2 Prototyypin kehittäminen

Projekti alkoi työn tekijän tavattua koulun tutkimusyksikön kontaktihenkilöt Joni Kukkamäki, Mikko Kotsalo ja Turo Nylund, ja tapaamisen tuloksena sovittiin älyvaatteen prototyypin toteuttamisesta ja seuraavaa tapaamiseen mennessä oli rajattuna sitä varten urheilulaji ja käyttötarkoitus. Tämän seurauksena työn tekijä rajasi prototyyppejä ajatellen urheilulajiksi salibandyn oman harrastuneisuutensa vuoksi. Työn tekijä toteutti ryhmähaastattelun kolmelle salibandypelaajalle, joista jokainen on toiminut tai toimii myös valmentajana. Haastattelun tuloksena saatujen vastausten perusteella rajattiin edelleen, mitä ominaisuuksia haluttiin mitata ja/tai testata. Lopuksi saatiin selville, mistä voisi olla apua valmentajalle urheilusuorituksen analysointiin ja siten harjoituksen sisällön parantamiseen. Salibandypaidan kohderyhmä olisi tämän perusteella pelaajan lisäksi valmentaja, koska vaatteesta saatava tieto tulee ensisijaisesti valmentajan käyttöön. Seuraavassa tapaamisessa työn tekijä tapasi ensimmäisen kerran yhteistyökumppanin, Frank Calatayudin, joka esitteli tekemänsä taustatyön LilyPad-mikrokontrollerista. Aiheen lisäksi tapaamisessa keskusteltiin tulevasta aikataulusta ja projektin sisällöstä.

Haastattelun pohjalta prototyypin aiheeksi valikoitui palautumisen mittaaminen salibandypelaajalta. Tätä varten selvitettiin palautumisen mittaamiseen tarvittavia tietoja. UKK-instituutissa työskentelevän testauspäällikön Piia Kaikkosen mukaan syke on lähes ainoa yksiselitteinen keino mitata palautumista. Sykevariaation, eli peräkkäisten sydämenlyöntien välisen ajan vaihtelun, mittaaminen toisi lisäinfoa palautumisesta. Huomioon otettavaa on, että sen mittaaminen vaatii kiinteää ihonkontaktia, jotta jokainen lyönti tallentuu muistiin. (Kaikkonen, sähköpostiviesti 22.2.2016.) Keskustelun perusteella syke valikoitui salibandyvaatteessa mitattavaksi määreeksi.

Aiheen rajaamisen seurauksena työn tekijä lähti tutkimaan lisää, mitä älykkään salibandyvaatteen suunnittelussa tulisi huomioida. Salibandyvaatteen suunnittelu aloitettiin lajiominaisuuksien selvittämällä, minkä jälkeen haastattelun avulla selvitettiin, mistä tiedosta olisi apua niin urheilijalle kuin valmennukselle. Palautumisen mittaamisen lisäksi työn tekijä halusi testata prototyypin avulla yleisiä vaatimuksia vaatteelle, kuten vesipesun ja hankauksen kestoa.

Lajin intensiivisyyden huomioon ottaen vaatteen tulisi kestää hyvin iskuja ja kaatumisia, mistä syystä älyn sijoitteluun on käytettävä tarpeeksi aikaa suunnitteluprosessissa.

Toisen tapaamisen jälkeen työn tekijä jatkoi projektia suunnittelemalla salibandyaita sekä Calatayud tutkimalla ja testaamalla erilaisia vaihtoehtoja sykkeen mittaamista varten. Prototyyppejä varten löytyi sopiva sovellus ja tarvittavat osat tilattiin. Projektin osapuolet kommunikoivat pääasiassa sähköpostitse ja tapaamalla säännöllisesti, jolloin päästiin esittelemään työn tuloksia. Projektin loppupuolella Calatayud esitteli juuri postista saapuneen sykesensorin ja havainnollisti sen toimintaa. Hän oli ommellut LilyPad-mikrokontrollerin jo erilliselle kankaanpalalle, joka kiinnitetään vaatteeseen neppareilla (liite 2) ja olisi siten irrottavissa pesua ajatellen. LilyPad-mikrokontrollerin ohjelmoinnissa oli haasteensa, mutta ne saatiin selvitettyä. Sykesensorin tiedon tulkitsemisessa ohjelmassa on vielä ongelmia, minkä vuoksi prototyypin valmistuminen myöhästyi.

5.3 Älyvaatteen suunnittelu

Salibandyvaatteen suunnittelu aloitettiin määrittelemällä älyn ilmenemismuoto, urheilulaji sekä kohderyhmä. (Liite 2.) Nämä olivat työn tekijän mielestä kolme tärkeintä suunnitteluun vaikuttavaa asiaa. Sykkeen mittaaminen päätettiin toteuttaa elektroniikan lisäämisellä. Älykkäässä materiaalissa olisi työ pitänyt aloittaa kuitujen kehittämisestä ja rakenteen suunnittelu sisältäisi vain vaatesuunnittelua. Elektroniikan lisäämisessä pystyttiin hyödyntämään molempien projektin tekijöiden osaamista. Urheilulajiksi valikoitui salibandy, koska oman harrastuneisuutensa kautta työn tekijä tunsi entuudestaan lajin sekä haastatteluun sopivia henkilöitä.

Kohderyhmänä ovat salibandypelaaja ja -valmentaja. Suunniteltu paita on aikuisten unisex-malli eli se soveltuu molempien sukupuolten edustajien käyttöön. Paitaa käyttävä pelaa todennäköisesti korkealla tasolla, kuten maajoukkueessa, koska harrastajajoukkueilla ei ole todennäköisesti varaa hankkia tarvittavaa määrää älyvaatteita pelaajia varten. Salibandy on joukkuelaji, joten oletettavasti älyvaatteet hankittaisiin jokaiselle joukkueen jäsenelle. Paidassa on käytetty elektroniikkaa ja paidan valmistaminen vaatii paljon työtunteja, joten se on perustellusti tavallista paitaa kalliimpi vaihtoehto. Maajoukkueessa pelaavat ovat usein puoliammattilaisia, joten heidän pelivaatteisiinsa ja -välineisiinsä voisi olettaa panostettavan enemmän kuin harrastajien kohdalla.

Kohderyhmää ei rajattu ammattiurheilijoihin, koska älyvaatteet hyödyttävät myös alan harrastajaa, eikä Suomessa ole käytännössä montaa amatikseen urheilevaa salibandypelaajaa. (Koski 2012.) Näiden lisäksi projektissa varattiin aikaa vaatteen ja teknologian testaamiseen. Pelaajan lisäksi paidan kohderyhmä on myös valmentaja. Vaikka tieto luetaan pelaajan kehosta, tiedosta

hyötty ensisijaisesti pelaajan valmentaja. Tietoa hyödynnetään suunnitellessa niin peluuttamista pelin aikana kuin harjoituksen sisältöä ja molempien asioiden päättämisestä vastaa joukkueen valmentaja. Paidan valojen kautta valmentaja saa tiedon, kuinka rasittunut pelaaja on sekä milloin pelaaja on palautunut rasituksesta. Pelin aikana valmentaja pystyy poistamaan pelaajan kentältä tai lähettämään toisen kentälle hyödyntäen tätä tietoa. Valmentaja ja koko joukkue hyötty, kun kentällä ovat vain levänneimmät pelaajat. Joukkueen yhteisissä harjoituksissa ei pystytä huomioimaan jokaisen pelaajan yksilöllisiä arvoja, mutta niitä vertailemalla voidaan löytää yhtäläisyyksiä vahvuuksissa ja heikkouksissa, mitä pystytään hyödyntämään harjoituksen sisällön suunnittelussa. Mitä korkeammalla tasolla pelataan, sitä enemmän omatoimisten treenien merkitys kasvaa. Palautumisesta saatavan tiedon perusteella jokaiselle pelaajalle voidaan luoda yksilöllinen ohjelma, joka on tarkoitettu pelaajan omalla ajalla tehtäväksi.

Älykästä salibandyvaatetta suunnitellessa on otettava huomioon lajiominaisuudet, jotka käytännössä määrittelevät elektroniikan sijoittelun vaatteessa. Lajiominaisuuksiin kuuluvat kontakti muiden pelaajien kanssa, nopeat vauhdin muutokset ja matala peliasento. Salibandy on kontaktilaji, eikä siinä voi säästyä kovilta törmäyksiltä ja kaatumisilta, joten vaatteessa käytetty herkkä älykkyys on koetuksella. Kehon osista kyljet, olkapäät ja alaselkä ovat eniten alttiina hankaukselle ja törmäyksille. Matalan peliasennon ansiosta niska ja rinta ovat eniten suojassa. (Oksanen, Immonen ym., haastattelu 2.2.2016.) Tämä seikka vaikutti päätökseen, että protossa elektroniikka on sijoitettuna ylävartalon alueelle. Naispuolisilla pelaajilla älyn sijoittaminen urheiluliiveihin olisi järkevää moneltakin kannalta; materiaali on jatkuvassa kosketuksessa ihoon sekä liitetty elektroniikka saa hieman suojaa päällivaatetuksesta. Proto on suunniteltu toimivaksi molemmilla sukupuolilla ja siksi pitäydettiin paidassa älyn sijoittamispaikkana. Alusvaatteita lukuun ottamatta salibandyvaate on yleensä väljä istuvuudeltaan, mikä voi tuoda lisähaasteen, mikäli älyvaatteen toiminto vaatii jatkuvaa ihokontaktia.

Yonsein yliopiston älyvaatetutkimusyksikkö on kehittänyt sykettä mittaavan juoksupaidan. Paidasta löytyy paljon yhtäläisyyksiä salibandypaidan kanssa, mutta suurin eroavaisuus on elektroniikan sijoittelu vaatteeseen. Juoksupaidassa elektroniikka, tekstiilipohjaiset elektronit, tiedonsiirtokanava sekä moduulit on sijoitettu paidan etupuolelle. Suunnitellussa älyvaatteessa tämä ei käy, koska se koskee salibandyvaatetta ja lajiominaisuudet on pidettävä mielessä suunnitteluvaiheessa. Juoksussa ei ole odotettavissa samassa määrin törmäyksiä ja yhteenottoja kuin salibandyssä. (Cho ym. 2010, 22.)

5.3.1 Ompeleminen

Älyvaatteen työstäminen aloitettiin sähköä johtavan langan testaamisella. Johtavaa lankaa käytettiin tiedonsiirtoon ja osien kiinnittämiseen kankaaseen.

Sen toimivuutta testattiin ompelukoneessa, mikä osoittautui hankalaksi langan karkean pinnan vuoksi. Perinteiset ompelulangat ovat huomattavasti sileäpintaistaempia, jolloin ne aiheuttavat vähemmän kitkaa ja liikkuvat siitä syystä koneessa sujuvammin. Ompelua kokeiltiin sekä niin sanotulla kotiompelukoneella kuin teollisuusompelukoneella. Molemmilla koneilla ommellessa sähköä johtavaa lankaa käytettiin ylälankana, koska alalangaksi se olisi ollut liian paksua. Sauman ompeleminen johtavalla langalla onnistui vain parin tikin piston verran kerrallaan, koska lanka katkesi hyvin pian ompelun aloittamisen jälkeen. Tulos oli samanlainen molemmilla koneilla. Tämän perusteella päättyttiin lopputulokseen, että johtava lanka on liian karkeapintaista ompelukoneeseen soveltuvaksi, joten protossa johtava lanka päätettiin ommella kankaaseen käsin (liite 1).

Salibandypaidan pohjana käytettiin naisten t-paidan 38-koon peruskaavaa. Alkuperäistä kaavaa muutettiin protoa varten pidentämällä takaa ja kaartamalla helmaa, muokkaamalla tavalliset hihat raglanhihoiksi sekä suoristamalla sivusaumoja. Helman ja hihan muutokset toivat paitaan käytännöllisyyttä ja sivusauman suoristaminen muutti paidan enemmän unisex-malliseksi. Prototyypissä materiaalina käytettiin puuvillaneulosta.

5.4 Prototyypissä käytetty elektroniikka

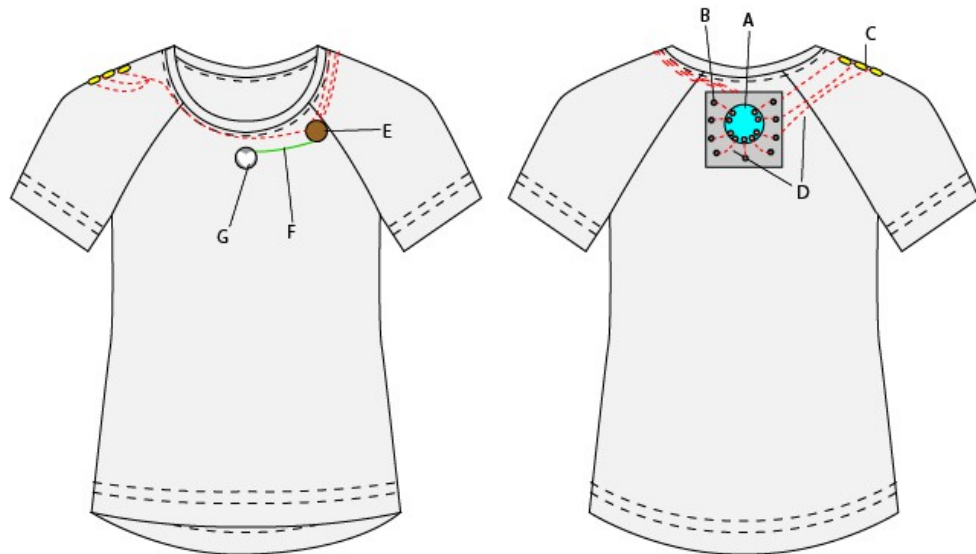
Älyvaatteen toteuttamista varten tilattiin LilyPad-mikrokontrolleri, joka pohjautuu Arduino-piirilevyyn. Piirilevyn lisäksi tarvittiin LilyPad Protoboard Small -laajennuslevy sekä led-valot sekä sykkeen mittaamiseksi sykesensori. Osien yhdistämiseen käytettiin sähköä johtavaa lankaa sekä kangaskaupasta saatavia 9 mm halkaisijaltaan olevia neppareita. Prototyypissä LilyPad aistii ympäristöä sykesensorin avulla ja sensorista saatava tieto on luettavissa led-valon kautta. (LilyPad 2016.) LilyPad Protoboard Small toimii välikappaleensa sykesensorin ja Arduino LilyPadin välillä, joita ei voi suoraan yhdistää toisiinsa.

5.4.1 Mikrokontrolleri

LilyPad Arduino on pieni ohjelmoitava mikrokontrolleri, joka pystyy sähköä johtavan langan sekä lisälaitteiden kanssa tekemään kankaat ja asusteet älykkäiksi. Mikrokontrolleri on toisin sanoen tietokone, jolle ohjelmoidaan haluttu toiminto. Prototyypissä käytetty LilyPad piirilevy toimii Atmega32u4-prosessorilla. LilyPad on yksi Arduino-pohjainen mikrokontrolleri ja Arduinoja on eri nimillä eri tarkoituksiin soveltuvia. Arduino on brändätty nimi piirilevylle, jota eri valmistajat hyödyntävät.

5.5 Palautumista mittaava salibandypaita

Kuvassa 6 on esiteltyä suunnitelma palautumista mittaava salibandypaita. Elektroniikka on sijoitettu ylävartaloon, etu- ja takapuolelle. Salibandyvaatteen selkäpuolella on irrotettava LilyPad (A), joka on ommeltu käsin johtavalla langalla (D) erilliselle kankaanpalalle (liite 6). Langat ovat esitettynä punaisella katkoviivalla. Ne ovat erillisiä pätkiä ja jokaisen langan yhdessä päässä on LilyPad ja toisessa kankaaseen ommeltu neppari (B). LilyPad on irrotettavissa itse vaatteesta, koska se ei kestä pesua. Sen saa kuitenkin kiinni paitaan neppareilla, joihin on vastakkaiset osat paidan selkäosassa. Nepparit toimivat kiinnitysmekanismina, koska ovat johtavia ja näin tieto saadaan kulkemaan sujuvasti sensorin ja LilyPadin välillä, vaikka se on erillisessä kangaspalassa. Paidassa kiinni olevista neppareista on ommeltu johtavalla langalla yhteys paidan etuosassa sijaitsevaan LilyPad Protoboard Small:iin (E). Alkuperäisessä suunnitelmassa sykesensori (G) sijaitsee rintakehän kohdalla. Sensorille tulisi löytä paikka, jossa se pysyisi mahdollisimman hyvin paikallaan. Yksi vaihtoehto on käsivarressa, hihan sisäpuolella olevan kuminauhan avulla. Protossa välikappaleen ja sykesensorin yhdistää kaapeli (F). Paidan olkapään kohdalle on sijoitettu kolme led-valoa (C), jotka näyttävät pelaajan rasituneisuuden asteen. Pelaajalle määritellään lepo- ja maksimisykkeen avulla kolme sykealuetta, joiden mukaan syttyy vihreä, keltainen tai punainen valo. Protossa on käytössä tavalliset led-valot, jolloin tarvitaan sama määrä led-valoja kuin haluttuja värejä. Valojen perusteella valmentaja pystyy näkemään millä sykealueella kukin pelaaja on ja lähettämään vaihtopenkiltä pelaajia kentälle sen mukaan, ketkä ovat palautuneet.



Kuva 7. Älykkään salibandypaidan suunnitelma, jossa vaatteessa käytetty elektroniikka havainnollistettuna. Rosenberg, H. 2016.

Urheiluvaatteen on tärkeää olla pesunkestävä. Siitä syystä osan elektroniikasta on oltava irrotettavissa, koska se eivät kestä vettä. Irrotettavia osia ovat selkäpuolella oleva LilyPad sekä paidan etuosassa oleva sykesensori. Johtava lanka, LilyPad Protoboard Small sekä Led-valot olkapäällä kestävä ainakin käsinpesun. Sen vuoksi ne on ommeltu kankaaseen kiinni, eikä niitä ole tarkoitus irrottaa missään vaiheessa.

5.6 Arvioiminen

Yhteistyötä aloittaessa tiedostettiin tiukka aikataulu, jonka takia lähdettiin tekemään valmiin tuotteen sijasta prototyyppiä. Pariin kuukauteen tuli sisältää älyvaatteen suunnittelu, haluttu toiminta, tiedonhankinta, käytettävän elektroniikan valinta, sen testaaminen ja prototyypin rakentaminen. Prototyyppi jäi siitä huolimatta odotettua enemmän keskeneräiseksi. Ohjelmoinnin ongelmien lisäksi syitä työn myöhästymiselle oli tiedonhankintaan käytetty aika, koska projektin myötä kumpikin sen tekijä tutustui itselleen uuteen aihealueeseen. Lisäksi sykettä mittaavan sensorin toimitus kesti odotettua kauemmin ja siten viivästytti proton valmistumista. Tilauksen aikana projektin molemmat tekijät pystyivät jatkamaan työskentelyä muilta osin. Vaikka proto jäi valitettavasti keskeneräiseksi opinnäytetyötä ajatellen, Calatayud on aikeissa jatkaa ohjelmointia, jotta prototyyppi valmistuisi.

Ennen työn aloittamista projektin teettämästä työmäärästä ja siten käytettävistä työtunneista ei ollut tarkkaa arviota. Tämän lisäksi työn myöhästymiseen vaikuttivat tiedonhakuun käytetty aika, sensorin tilauksen viivästyminen ja elektroniikan käyttöönotossa ilmenneet ongelmat. Salibandypaidan keskeneräisyyden vuoksi arvioitavana ovat lähinnä suunnittelu, eri osapuolien yhteistyö sekä jo toteutettu osuus prototyypistä.

Työn tekijä suunnitteli aikuisille suunnatun palatumista mittaavan, unisex-mallisen, salibandypaidan. Paitaan sijoitettu sykesensori mittaa pelaajan palautumista ja valmentaja saa tiedon pelaajan tilasta paidan olkapään kohdalle sijoitetusta led-valon väristä. Älyvaatteen suunnittelu aloitettiin määrittelemällä älyn ilmenemismuoto, urheilulaji sekä kohderyhmä. Nämä olivat työn tekijän mielestä kolme tärkeintä suunnitteluun vaikuttavaa asiaa. Niiden määrittely auttoi suunnittelun alkuun pääsemisessä ja ne vaikuttivat moniin myöhemmin tehtäviin päätöksiin. Paidan suunnittelussa on otettu huomioon lajio ominaisuudet, joiden perusteella elektroniikka sijoitettiin niille alueille, joissa on pienin rikkoutumisvaara. Nämä alueet ovat ylävartalossa, rinnan ja niskan alueella. Raglanhihat lisäävät liikkuvuutta ja pidennetty helma selän puolelta tuo mukavuutta. Paita on tavallista salibandyvaatetta istuvampi, jotta sykesensorin pysyy ihokontaktissa. Vaatteeseen on varattu runsaasti tilaa profilointiin, eli joukkueen ja sponsorien logoille on tilaa. Nämä määrittelevät joukkueen värin lisäksi paidan lopullisen ulkomuodon. Alla olevassa kuvassa (kuva 7) on havainnollistettu suunnitellun salibandyvaatteen lopullinen

ulkomuoto ja toiminto. Kuvassa olkapäällä palaa oranssi valo, joka varoittaa, että pelaaja on melko väsynyt ja pelaajan pitää päästä pian vaihtopenkille leppäämään.



Kuva 8. Valmiin salibandypaidan havainnollistaminen. Rosenberg, H. 2016.

Toteutetussa prototyypissä haluttu toiminto on toteutettu elektroniikan avulla. Kun salibandypaidan toiminto, palautumisen mittaaminen, oli päätetty, työn tekijä harkitsi eri toteutusmahdollisuuksia. Jos prototyypissä käytetty äly olisi ollut elektroniikan sijaan materiaalisissa, mielenkiintoinen esimerkki löytyy yli 10 vuoden takaa, kun Van Langenhove ja Hertleer (2004) kehittivät menetelmän mitata sydämensykeä suoraan materiaalin kautta (Cho ym. 2010, 4). Materiaali on kudottu ruostumattomasta teräskuidusta ja on suorassa iho-kontaktissa. Jälkeenpäin mietittynä tällainen ratkaisu saattaa olla elektroniikkaa kestävämpi ratkaisu, koska irrallisia ja eri jäykkyyden omaavia materiaaleja on vähemmän. Tosin ongelmana on, ettei älykästä materiaalia ole mahdollista kontrolloida aktiivisesti. (Jeong & Yoo 2010, 93.) Tämän perusteella työn tekijän mielestä oikea valinta toteutetun prototyypin kohdalla oli elektronisten laitteiden käyttö.

Opinnäytetyön muutoin valmistuessa prototyyppi oli vielä keskeneräinen. Palauttaessa opinnäytetyötä, prototyypissä nepparit ovat ommeltuna paidan selkäosaan johtavalla langalla (liite 2). Takaa katsottuna vasemmalle olalle johtavat langat ovat kiinni Protoboard Smallissa ja toiselle puolelle menevät langat kiinnittyvät olkapäälle sijoitettuihin led-valoihin. Sykesensori on edelleen irtonainen, jotta sen toimivuutta eri osissa paitaa voidaan testata.

Prototyypin arvioinnin apuna työn tekijä käytti älyvaatteen standardisointiin soveltuvia testaamisen arvioimiskriteerejä. Niiden perusteella älyvaatteen yksi tärkeimmistä toiminnoista on sekä tekstiilille että elektroniikalle luonteenomaisten toimintojen sisältäminen. (Ji & Lee 2010, 74.) Tästä syystä työn tekijä arvioi molempia osa-alueita erikseen ja yhdessä. Salibandypaida on ommeltu trikoosta, mutta valmiissa tuotteessa kangas olisi teknistä tekstiiliä, jota käytetään yleisesti urheiluvaatteiden materiaalina. Se on hengittävä ja nopeasti kuivuva, jonka vuoksi soveltuu erinomaisesti myös salibandyvaatteeseen. Trikoo valittiin proton materiaaliksi, koska se joustavaa teknisen tekstiilin tavoin. Salibandypaidan elektroniikka, LilyPad-paketti sekä sykesensori, toimivat ainakin teorian tasolla yhdessä, mutta niiden testaaminen on vielä kesken. Jo toteutetun osuuden myötä huomattiin ohjelmoinnin olevan odotettua haastavampaa. Sykesensori pitäisi todennäköisesti korvata jollakin muulla soveluksella, koska sen sijoittaminen urheiluvaatteeseen on haastavaa.

Sensorin tulisi olla jatkuvasti ihokontaktissa ja sitä suositellaan sijoitettavaksi sormenpäähän tai korvalehteen, mistä kumpikaan ei voida käyttää urheilu-suorituksen aikana. Elektroniikka vaikuttaa kuitenkin helppokäyttöiseltä ja LilyPad-paketista on olemassa ohjeita, joiden avulla kuka vain, jolla on kokemusta elektroniikasta ja ohjelmoinnista, voi rakentaa oman älytavaransa tai -asusteen. Tekstiilin ja elektroniikan yhdistämisessä on haasteensa, jotka on pyritty huomioimaan proton suunnittelussa. Näitä ovat muun muassa elektroniikan kestävyys, helppokäyttöisyys ja vaatteen huolto. Varsinkin elektroniikan kestävyys salibandyvaatteessa huolettaa työn tekijää, jonka arvion mukaan ainakin osa elektroniikasta olisi muutettava tekstiilipohjaiseksi, jotta se todella soveltuisi salibandy pelaajalle.

Irrotettava LilyPad on prototyypissä niskan alueella, mutta sen tulisi olla helpommin siirrettävissä. Osan pitäisi pystyä irrottamaan ja kiinnittämään kankaaseen yhdellä kädellä, eikä ulkopuolista apua tai paidan riisumista tarvita. Tämä tarkoittaa mahdollisesti osan sijoittamista paidan etuosaan ja usean nepparin sijasta jotain yksinkertaisempaa ja nopeampaa kiinnitysmekanismia. Salibandypaidan prototyyppiä ei voi pitää täysin onnistuneena, koska se jäi keskeneräiseksi. Siitä huolimatta työn tekijän mielestä työssä on paljon hyviä puolia. Työn tekijä pääsi suunnittelemaan älyvaatteen, projektin osapuolien kommunikointi toimi ja suunnitelma älykkään salibandyvaatteen valmiista olemuksesta sekä jatkokehitysmahdollisuuksista ovat realistisia.

5.7 Prototyypin jatkokehitysmahdollisuudet

Salibandyvaate mittaa pelaajan palautumista sensorin avulla urheilu suorituksen aikana ja tieto on luettavissa reaaliajassa led-valojen kautta. Prototyyppiä varten päätettiin mitata sykettä, jonka avulla pystytään tekemään päätelmiä palautumisesta. Sykkeen nopea palautuminen normaalille tasolle kertoo pelaajan kunnosta ja palautumisesta. Valmis tuote auttaisi valmentajan työtä.

Sykkeen mittaamisesta saatavan tiedon avulla valmentaja pystyy näkemään kuinka hyvin pelaajat ovat palautuneet tai kuka on hyvin kuormittunut. Vaihtopenkillä pystytään taktikoimaan ja lähettämään kentälle palautuneimmat yksilöt ja myös ottamaan kentältä lepäämään väsyneimmät pelaajat. Prototyypissä on normaalit led-valot käytössä, mutta ne olisi kannattavaa korvata RGB led-valoilla, jolloin yksi valo pystyy näyttämään lukuisia värejä. Tämän vähentäisi rikkoutuvien osien, valojen ja johtavan langan, määrää.

Salibandyyn liittyen muita mielenkiintoisia sovelluksia voisi olla iskujen pehmentäminen sekä mailatyöskentelyn ja maalivahdin tekemän torjumisen analysointi. Salibandyssä loukkaantumisvaara on korkea ja rasitusvammat ovat yleisiä lajin pelaajien keskuudessa. Vammojen vähentämistä varten voitaisiin kehittää huomaamattomia suojuksia ja pehmusteita, esimerkiksi aiemmin esiteltyjen iskun seurauksesta muotoaan muuttavien materiaalien avulla. Mailatyöskentelystä voitaisiin selvittää, kuinka ison osan peliajasta pallo on oman joukkueen hallinnassa. Maalivahdin tekemistä torjunnoista voitaisiin päätellä mihin kohtaan maalia vastustajajoukkueen pelaajat ovat eniten yrittäneet maalintekoa tai maalivahdin reaktiokykyä. Kaikki edellä mainitut sovellukset olisivat älyvaatteen sijasta pikemminkin puettavaa teknologiaa, koska ne sijoituisivat mahdollisesti käsien ja polvien lisäksi mailan lapaan ja maalivahdin hanskoihin.

6 ÄLYVAATTEEN TULEVAISUUS

Uudet materiaalit ja teknologiat ovat avainasemassa, kun kehitetään vaatteita, jotka ovat aidosti älykkäitä ja interaktiivisia ihmisten ja ympäristön kanssa. Suurin osa tähän päivään asti kehitetyistä älyvaatteista on yhden älyominaisuuden omaavia, vaikka tulevaisuudessa älyvaatteisiin pitäisi kehittää monifunktionaalisia, montaa toimintoa ylläpitävää systeemejä. (Cho ym. 2010, 29.) Tällöin urheilijalle riittäisi yksi älyvaate urheilulajia kohden. Urheilijalla on vaatteessaan kaikki tarvitsemansa toiminnot. Tällainen vaate voisi olla esimerkiksi palautumista mittaava salibandyvaate, joka myös ennalta ehkäisisi väsymistä ja urheilusuorituksen myötä tulevan rasituksen jälkeen se myös edesauttaisi palautumista. Tällöin eri toiminnot tukisivat toisiaan.

Tulevaisuudessa älykkäitä urheiluvaatteita tullaan suunnittelemaan entistä enemmän huippu-urheilijoiden lisäksi myös tavallisille kuluttajille. Älyvaatteita tullaan todennäköisesti jatkossakin testaamaan huippu-urheilijoilla, mutta asiakaskunta laajenee, kun tuote saadaan urheiluvaatekauppojen hyllyille. Älyvaate tarjoaa mahdollisuuden saada tietoa juuri oman kehon toiminnasta ja siten vaikuttaa harjoitukseen saamansa tiedon pohjalta. Tämä lisää myös satunnaisesti liikkuvan ihmisen motivaatiota pitää itsestään huolta. Tällainen ihminen ei välttämättä osaa tai jaksaa ostaa erillistä sykemittaria, mutta saattaa ostaa älyvaatteen, jos saa hyvän näköisen urheiluvaatteen lisäksi sykettä mittaavan toiminnon.

6.1 Älyvaatteen kehittämishaasteet

Nykyisten älyvaatteiden erilaisten materiaalien liitoskohtien pesu- ja huoltokestävyys on vajavaista. Vaatteen käyttömukavuuden ja huolto-ominaisuuksien on pysyttävä niin sanottujen tavallisten vaatteiden tasolla, jotta älyvaatteet todella tulisivat osaksi ihmisten arkipäivää. Urheiluvaatteita pestään urheilun aiheuttaman hikoilun vuoksi usein ja älyvaatteen tulisi kestää käsinpesun lisäksi normaalia konepesua. Elektroniikan ja tekstiilimateriaalin yhdistämisessä juuri vedenkestävyys ja ilmanläpäisevyys ovat asioita, jotka aiheuttavat eniten vastoinkäymisiä (Jeong & Yoo 2010, 92). Ennen pesua elektroniset laitteet joko suojataan pehmusteella tai irrotetaan vaatteesta. Textronic Inc on älyvaatteita valmistava yritys ja sen NuMetrex-brändiin kuuluvien sykettä mittaavien tuotteiden luvataan kestävän normaalia konepesua, kunhan käyttäjä irrottaa lähettimen ensin (NuMetrex 2016).

Myös tekstiilituotteisiin liitettävien toimintojen vaatiman energian riittävyys on varmistettava erityisesti kylmissä olosuhteissa. Elektroniset komponentit ovat hyvin herkkiä ja niiden luotettavuutta vaihtelevissa olosuhteissa on parannettava. Tulevaisuudessa on oletettavissa, että älyvaatteiden älykkyys onkin sulautettuna vaatteeseen, mikä lisää niiden kestävyttä. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 132–133; Cho ym. 2010, 14, 29.) Kuten on aiemminkin jo mainittu, älyvaatteiden suhteen on suuntauksena, että itse materiaalista kehitetään älykästä. Uusien kuitumateriaalisen ja nanoteknologian uskotaan olevan avainasemassa seuraavan sukupolven materiaali- ja teknologiakehityksessä (Julin-Aro, haastattelu 12.1.2016; Cho ym. 2010, 29–30).

Älyvaatteiden on oltava myös helppokäyttöisiä ja houkuttelevia, jotta kuluttajien mielenkiinto saadaan herätettyä. Älyvaatteet ovat edelleen uusi ala, joten kynnys sellaisen hankkimiseen voi olla korkea. Helppolukuiset ja selkeät ohjeet älyvaatteen toiminnasta ja käyttöön otosta ovat siis tarpeen. Älyvaatteisiin on mahdollista liittää älyä usealla eri tavalla ja älyn valintaan vaikuttavat muun muassa haluttu toiminto, kohderyhmä ja vaatteen valmistusmenetelmät. Haluttu toiminto määrittelee, tarvitaanko älyn toimintaan jatkuvaa ihokontaktia vai ei. Elektroniikkaa sisältäviin älyvaatteisiin soveltuvia sensoreita on monenlaisia. Älyvaatteissa käytettävien biosensorien tulee olla jatkuvassa ihokontaktissa, eivätkä kehonliikkeet saa vaikuttaa mittaus tuloksiin. Kehon liikkeistä johtuvasta elektronien siirtymisestä aiheutuu myös ääntä, joka voi joissain toiminnoissa rajoittaa tuloksen saamista. Vaatteen suunnittelulla voidaan vähentää liikkeestä johtuvaa ääntä. Tähän voidaan vaikuttaa vaatteen istuvuudella ja materiaalivalinnalla.

Älyvaatteen suunnittelussa ollaan onnistuttu, jos älyvaate on sen käyttäjälle huomaamaton ja se kestää. Älyvaatteita käytettäessä olisi tärkeää olla mahdollisuus kontrolloida älyä aktiivisesti, eli halutessaan toiminnon saa pois

päältä. Tällöin älyvaatetta voidaan käyttää muuhunkin kuin omaan urheilu-suorituksen analysointiin. Elektroniikan avulla tämä on mahdollista toteuttaa, mutta ei vielä älykkään rakenteen tai materiaalin kanssa. (Lee ym. 2010, 53.) Haasteena on kehittää samanlainen ominaisuus älykkäisiin materiaaleihin. Rakenteisiin suunniteltua älyä halutaan harvemmin pois. Rakenteissa oleva älykkyys ei ole yhtä aktiivista ja sen jatkuva läsnäolo helpottaa yleensä urheilijaa.

6.1.1 Älyvaatteen standardisointi

Älyvaatteiden turvallisuus mietityttää varmasti kuluttajia ja mahdollisia uhkia älyvaatteiden kanssa ovat elektroniikan ylikuumentuminen tai elektroniikasta saatava sähköisku. Ennen älyvaatteiden massatuotantoa, turvallisuutta pitäisi tutkia enemmän niin tuottajien kuin kuluttajien näkökulmista. Molempia osapuolia kuunnellessa tuloksena olisi tarkoitus saada kattava standardi älyvaatteiden turvallisuudesta. Kuluttajien turvallisuuden tunteeseen pystytään vaikuttamaan hyvällä suunnittelulla ja avoimella keskustelulla. Työn tekijä uskoo, että kuluttaja kokee älyvaatteen turvallisemmaksi ja siten mukavammaksi käyttää, kun älyvaate näyttää ulkoisesti samalta kuin tavalliset vaatteet. Älyvaatteen on oltava helppokäyttöinen ja myös näytettävä siltä.

Älyvaatteiden arvioinnista on tehty tutkimusta ja Knight ja Baber (2002) kehittivät älyvaatteen käyttömukavuuden arvioinnin avuksi asteikon, jota on käytetty apuna, kun älyvaatteiden ja puettavan teknologian käyttömukavuutta on arvioitu. (Cho ym. 2010, 17.) Monet älyvaatteita koskevat ongelmat johtuvat niissä käytettävän teknologian standardisoinnin puutteesta. Tällä hetkellä tutkijoilla ei ole varmaa tietoa, mikä elektroniikka sopii mihinkin käyttötarkoitukseen ja joudutaan turvautumaan sekalaisiin tietolähteisiin. Älyvaatteiden standardisoinnin myötä teknologiakehityksen tehokkuutta pystytään parantamaan. Tällöin ylimääräiset kulut vähenisivät ja tuotekehitys tehostuisi. Standardisointi myös antaa kuluttajalle uskottavamman mielikuvan älyvaatteesta ja markkinat voivat nousta muotialan tasolle. Tällä hetkellä älyvaatteen valmistajan on mahdollista noudattaa yleisiä kansainvälisiä standardeja, kuten ISO, IEC yms. Älyvaatteiden standardisoinnilla niin suunnittelijat kuin kuluttajakin saavat tietoa älyvaatteisiin soveltuvasta, testatusta teknologiasta. Standardisointi helpottaa myös huomattavasti ymmärtämään eri teollisuusalojen käyttämiä termejä ja tuotantoa. Tällä hetkellä tekstiili- ja elektroniikka-aloilla on käytössä eri yksiköt, koneet ja standardit, jotka lisäävät itsessään alojen välistä kulttuurieroa. (Ji ym. 2010, 61, 70, 92.)

6.2 Urheiluvaatteen suunnittelu muuttuu

Aiemmin kerrottiin, kuinka älyvaatteet muuttavat perinteistä vaatteen suunnitteluprosessia. Menestyneen älyvaatteen suunnitteluprosessin salaisuutena on sisällyttää perinteiseen suunnitteluprosessiin tarkoituksenmukaisia vaiheita, jotka vievät kohti monitieteellistä lopputulosta. (Lee ym. 2010, 37.)

Tulevaisuuden vaatesuunnittelu on entistä enemmän eri aloja edustavien ihmisten yhteistyötä, mikä mahdollistaa uusien tuotteiden kehittämisen ja alojen lähentymisen. Standardisointi auttaa eri alojen yhteisessä kommunikoinnissa. Älyvaatteita suunniteltaessa ei riitä, että yksi ihminen suunnittelee vaatteen, toinen älyn ja kolmas markkinoi vaan kaikkien osapuolien pitää tehdä saumatonta yhteistyötä. Tuotteen visuaalisella ilmeellä on suuri vaikutus saatuun ensivaikutelmaan ja siksi silmää miellyttävä muotoilu on tärkeää.

NuMetrex on älyvaatteisiin keskittyvä brändi ja sen tuotteita hankkiessa kuluttaja pystyy vaikuttamaan älytuotteen kokoamiseen. Brändin nettisivuilla on helppolukuinen kaavio, jonka pohjalta kuluttajan on osattava tehdä päätös kahden monitorivaihtoehdon, Bluetoothin ja Ant+:n välillä. Ensiksi asiakas valitsee laitteen sekä tiedonsiirron alustan, jonka pohjalta kaavio tarjoaa eri monitorivaihtoehdot. Tuotteen valinnan eri vaiheet ovat hahmotettavissa visuaalisesti ja sisällöllisesti kattavasta kaaviosta sekä linkistä, jossa kerrotaan monitorien eroavaisuuksista. (NuMetrex 2016.) Suunnittelijan, mallimestarin, ompelijan, insinöörin ja graafisen suunnittelijan saumaton yhteistyö takaa sen, että asiakas pystyy tekemään päätöksen mikä tuote vastaa juuri hänen omaa tarvettaan. Saadessaan tuotteen kuluttajan on helpompi myös ottaa se saman tien käyttöön, koska hän on joutunut jo tuotetta tilatessaan tutustumaan sen toimintaan. Kuluttajan aktivointi on hyvä keino saada kuluttaja tutustumaan älytuotteeseen ja kiinnostumaan sen hankinnasta. Toisaalta tällainen syvällistä tutustumista vaativa tuotteen hankinta saattaa karkottaa joitakin kuluttajia. Voisi kuitenkin olettaa lähtökohtaisesti, että älyvaatteen hankkija on kiinnostunut mitä tuotteessa oleva äly on ja miten se toimii.

Proton kehittämisen myötä työn tekijällä on mahdollisuus vertailla älykkään urheiluvaatteen ja niin sanotun tavallisen urheiluvaatteen suunnitteluprosessien eroja oman havainnoinnin kautta. Työn tekijä allekirjoittaa väitteen, että älyvaatteen suunnittelussa painottuvat työvaiheiden yhteistyön ja testaamisen tärkeys. Proton kahdella tekijällä oli omat vahvuusalueensa, eikä kummaltakaan olisi onnistunut vastaavan lopputuloksen saaminen omin avuin. Tuotteen testaaminen on erityisen tärkeää, jotta eri osat sopivat yhteen. Elektroniikkaa sisältävässä vaatteessa elektroniikan ja tekstiilin ominaisuuksia ja toimivuutta on testattava yhdessä ja erikseen, mikä lisää työvaiheiden määrää. Älyvaatteen suunnittelu ja siitä proton kehittäminen oli opettava kokemus ja uusi aluevaltaus molemmille proton tekijöille.

6.3 Älyvaatteen avulla tehokkaampaa harjoittelua

Älykkäiden urheiluvaatteiden ensisijainen tarkoitus on tehostaa harjoittelua ja tuoda harjoitteluun mielekkyyttä ja uutta potkua. Reaaliaikainen palaute motivoi urheilijaa entistä parempiin suorituksiin ja antaa valmentajalle työkalun luoda harjoitteen yksilöllisten tarpeiden pohjalta. Ilman erillisiä laitteita urheilija voi keskittyä vain olennaiseen, eli urheilusuoritukseen. Älyn tulisi olla

huomaamatonta ja yhtä helppokäyttöistä kuin tavallinen urheiluvaatteen. Tämä koskee sekä vaateen käyttöä että huoltoa.

Älyvaatteet sopivat niin joukkue- kuin yksilöurheiluun. Ilman varakasta sponsoritoimintaa toimivilla harrastajilla ei ole välttämättä tänä päivänä hankkia älyvaatteita ainakaan koko joukkueelle. Älyvaatteiden yleistyttyä sekin mahdollistuu, koska tilausmäärien noustessa myös kustannus- ja myyntihinnat laskevat. Älyvaatteita valmennuksessaan hyödyntävän valmentajan on perehdyttävä älyvaatteiden toimintaan, jotta saisi niistä kaiken hyödyn irti. Valmentajan on myös varattava tällöin aikaa älyvaatteesta saatavan tiedon analysointiin ja hyödyntämiseen harjoituksen sisällön muokkaamiseen.

Esimerkki reaaliaikaista palautetta antavasta vaatteesta on Yonsei Yliopiston älyvaatetutkimusyksikössä, Etelä-Koreassa, kehitelty proto älykkäästä kilpaajajan asusta. Se mittaa ajajan kehon lämpötilan nopeita muutoksia harjoitusajan aikana. Mittaamisen tulokset ovat saatavilla reaaliaikaisesti, jolloin valmentaja voi muokata harjoitusta ja seurata samalla ajajan terveydentilaa ja havaita siihen tulevia muutoksia. Asu tehostaa harjoitusta, koska sen avulla pystytään seuraamaan pelaajan niin fyysistä kuin psyykkistä vointia kilpailun aikana ja sen perusteella tarvittaessa puuttumaan harjoitukseen. (Lee ym. 2010, 54–55.)

6.4 Älyvaatteiden yleistyminen urheiluvaatemarkkinoilla

Älyvaatteiden matka urheiluliikkeiden rekeille on kesken ja yksi välietappi ennen tavoitteen saavuttamista on älyvaatteiden standardisointi. Sillä on monta vaikutusta: tuotekehitys helpottuu ja halpenee ja asiakaskin pystyy uskomaan helpommin tuotteen turvallisuuteen ja toimivuuteen. Älyvaatteet lähentävät tekstiili/vaatetus- ja digitaalista teollisuutta ja yhteistyö voi tuottaa uusia innovaatioita. Älyvaatemarkkinoita pystytään kasvattamaan huomattavasti, kun hyödynnetään molempien teollisuusalojen standardeja. (Ji & Lee 2010, 85.)

Älyvaatteilla on täydet mahdollisuudet yleistyä urheiluvaatemarkkinoilla, kunhan älyvaatteista saadaan niin helppokäyttöisiä ja monille sopivia, ettei niiden käyttöönotto edellytä laajamittaista räätälöintiä (Jones & Martin 2010, 137). Tästä syystä yksinkertaisella ja helppokäyttöisellä tuotteella kannattaa lähestyä isompia massoja. Edullisen älyvaatteen hankkimiseen on myös matala kynnyks, koska kuluttaja ei tunne heittäneensä rahoja hukkaan, jos tuote ei miellyttäkään itseään tai sovellu omaan käyttötarkoitukseen. Tuotteen tultua tutuksi kuluttaja voi halutessaan panostaa älytuotteeseen ja hankkia kalliimman, mutta myös monikäyttöisemmän älyvaatteen. Ihannetilanteessa älyvaatteesta saataisiin pienellä muokkauksella sopiva niin yksittäiselle urheilijalle kuin koko joukkueen käyttöön soveltuvaksi, oli kyse sitten sunnuntailenkkeilijästä kuin ammatikseen urheilevasta. Työn tekijä uskoo vaatteiden

muotoilun olevan tärkeä osa älyvaatteiden yleistymistä, koska hyvännäköinen vaate houkuttelee enemmän ja tekee siitä helpommin lähestyttävän. Hyvällä markkinoinnilla on myös suuri osuus älyvaatteiden yleistymisen onnistumisessa. Älyvaatteista tulisi saada muodostumaan kuluttajalle miellyttävä mielikuva. Kuluttajan saatavilla on oltava tarpeeksi informaatiota, jonka pohjalta kuluttaja pystyy tutustumaan älyvaatteiden toimintaan ja hyötyihin. Mahdollisesti aiemmin älyvaatteisiin skeptisesti suhtautuvalla kuluttajalla on mahdollisuus tutustua aiheeseen helposti ja selvittää, sopisiko älyvaate omaan käyttöön. Tällä hetkellä useimmat älyvaatteet ovat niin sanottuja prototyyppisiä tulevista ja niitä testataan huippu-urheilijoilla, joiden antaman palautteen perusteella tuotteista muokataan laajemmalla kuluttajaryhmälle sopivia.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tekijä päätyi aiheen valinnassa älykkäisiin urheiluvaatteisiin, koska pystyi siten liittämään työhön mielenkiintonsa kohteen, urheiluvaatteiden suunnittelun, mutta myös tutustumaan itselleen johonkin täysin uuteen aiheeseen, älyvaatteisiin. Juurikin tästä syystä työtä oli mielekästä tehdä koko projektin ajan. Opinnäytetyötä aloittaessa työn tekijällä oli varsin vähän tietoa älyvaatteista ja siksi työ aloitettiin perusteellisella tiedonhankinnalla.

Opinnäytetyölle määriteltiin ennen varsinaisen työn aloittamista pää- ja alakysymykset, joihin pyrittiin saamaan vastaukset työn ohella. Kysymyksille ei ole yhtä ainoa oikeaa vastausta. Pääkysymys oli ”Miten älyvaate suunnitellaan?”. Siihen työn tekijä vastasi, että älyvaatteen suunnittelu vaatii laaja-alaista yhteistyötä ja taustatyötä niin kohderyhmästä kuin älyn tarpeesta. Suunnittelijan on tunnettava kenelle suunnittelee ja miksi. Parhaan lopputuloksen varmistamiseksi on tehtävä saumatonta yhteistyötä muiden alojen osaajien kanssa, on kyse sitten millaisesta älyvaatteesta tahansa. Protoa varten haastateltiin salibandyn harrastajia eli kohderyhmää ja proto toteutettiin tietotekniikan opiskelijan kanssa. Älyn tarve määriteltiin kohderyhmän aloitteesta.

Alakysymyksiä olivat puolestaan ”Mitä vaikutuksia vaatteen älykkyydellä on urheilijalle?” ja ”Mikä on älyvaate?”. Älyvaatteen vaikutuksia urheilijalle on monia, kuten toteutettavia sovelluksia. Urheilijan motivoinnin lisäksi älyvaatteesta pystytään saamaan yksityiskohtaista tietoa urheilijan kehon toiminnasta urheilusuorituksen aikana, mikä mahdollistaa yksilöllisen harjoituksen luomista urheilijalle. Työn tekijä määrittelee älyvaatteen olevan ympäristön kanssa kommunikoiva vaate.

Hyvin varhaisessa vaiheessa projektia selvisi, että älyvaatteiden määritelmä vaihtelee määrittelijän mukaan. Aina tarkkaa määritelmää ei ole edes tarvetta tehdä, mutta suunnittelijalla on oltava käsitys, onko oma suunnittelema tuote älyvaate vai puettavaa teknologiaa. Termien vaihtelevien merkitysten vuoksi suunnittelijalla on oikeus tehdä molemmista termeistä omat määritelmät,

funktionaalisuuden ja esteettisyyden onnistunutta yhdistämistä. Näiden kriteerien on täyttyvä myös älykkään urheiluvaatteen kohdalla. Lisäksi suunnittelijan on huomioitava älyn lisäämisessä kuluttajan toiveet ja vaatteen kestävyys käytön ja huollon kannalta.

Odotukset opinnäytetyölle olivat melko korkeat, koska työn tekijä halusi saada aikaan kattavan tiivistelmän älyvaatteiden suunnittelusta, jota ei vielä ole saatavilla. Tiedonhankinnan perusteella työlle olisi lukijansa eli kiinnostusta älyvaatteita kohtaan riittää. Proton kehittäminen oli uusi kokemus molemmille osapuolille ja työn tekijä näkee protossa potentiaalia jatkokehitykselle. Työn tekijä pääsi testaamaan älyvaatteen suunnittelua ja pystyy näkemään jo ennen proton valmistumista mitkä ratkaisut toimivat ja mitkä vaativat hiomista. Proton keskeneräisyys on harmillista, mutta työn tekijä kokee kuitenkin, että proton lopullista ulkoasua tärkeämpää oli yhteistyön ja proton suunnitelman onnistuminen. Tämä tarkoittaa vaatteen suunnittelua työn tekijän puolelta sekä toteutuskelpoisen sovelluksen löytämistä ja testaamista Catalauydin osalta.

Työn tekijälle oli selvää, että aikoisi työskennellä tulevaisuudessa urheiluvaatteiden parissa. Opinnäytetyön tekemisen myötä myös älykkäät urheiluvaatteet alkoivat kiinnostaa työn tekijää enenemissä määrin. Työ toimi loistavana mahdollisuutena tutustua älyvaatteisiin ja kerätä tietoa, mitä pystyisi ammentamaan suunnittelussa niin protossa kuin tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- Hallikainen, R. 2005. Puettava tekniikka muuttuu vasta myöhemmin älyvaatteeksi. Tekniikka & Talous 13.1.2005. Viitattu 11.12.2015. <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/2005-01-13/Puettava-tekniikka-muuttuu-vasta-my%C3%B6hemmin-%C3%A4lyvaatteeksi-3284793.html>
- Heinola, J. 2007. Älytekstiilit ja puettava teknologia. Tekniset tekstiilit. Virtuaali amk. Julkaistu 7.3.2007. Viitattu 12.12.2015. <http://www2.amk.fi/digma.fi/eetu/www.amk.fi/opintojaksot/030507/1086702350450/1086705291164/1172832868124/1173266859950.html>
- Koppa.fi. 2015. Haastattelut. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 7.4.2016. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineisto/nhankintamenetelmat/haastattelut>
- Koski, A. 2012. Salibandy lähestyy ammattilaisuutta. Yle Uutiset, Pohjanmaa 16.2.2012. Viitattu 10.4.2016. http://yle.fi/uutiset/salibandy_lahestyy_ammattilaisuutta/5768454
- Myllylä, S. 2009. Älyvaate. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Tietotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 11.12.2015. <http://www.theseus.fi/handle/10024/5672>
- Boncamper, I. 2011. Lymed Oy – kansainvälisillä kompressiovaatemarkkinoilla. Tekstiili 3/2011. Viitattu 12.3.2016. http://www.lymed.fi/wp-content/uploads/2013/02/Tekstiililehti_3-11.pdf
- Lilypadarduino.org. 2016. Viitattu 30.3.2016. <http://lilypadarduino.org/>
- NuMetrex.com. 2016. Viitattu 11.3.2016. <http://www.numetrex.com/faq/>
- Pulsesensor.com. 2016. Viitattu 29.3.2016. <http://pulsesensor.com/>
- Cho, C., Lee, S., Cho, J., Lee, J., Cho, H., Lee, Y., Cho, H., Ji, Y., Lee, K., Jeong, K., Yoo, S., Jones, M. & Martin, T. 2010. Smart Clothing: Technology and Applications. New York: CRC Press.
- Buechley, L.&Qiu, K. 2013. Sew electric: a collection of DIY projects that combine fabric, electronics, and programming. Cambridge, MA: HLT Press.
- Risikko, T.&Marttila-Vesalainen, R. 2006. Vaatteet ja haasteet. Helsinki: WSOY.

Quinn, B. 2010. Textile futures: fashion, design and technology. Oxford: Berg.

Haastattelut

Julin-Aro, J. 2016. Vaatesuunnittelija. Haastattelu 12.1.2016.

Jørgensen, P. 2016. Tutkija ja opettaja. VIA yliopisto. Haastattelu 17.2.2016.

Sipilä, A. 2016. Liikennetoiminnan kehittäjä. Clothing +. Haastattelu 23.2.2016.

Oksanen, J., Immonen, J., Immonen, J. 2016. Salibandyharrastajia. Haastattelu 2.2.2016.

Kaikkonen, K. 2016. Palautumisen mittaamista opinnäytetyöhön. Vastaanottaja Helmi Rosenberg. (Sähköpostiviesti.) Viitattu 13.3.2016.

PROTOSSA KÄYTETYN JOHTAVAN LANGAN OMPELU

Protossa käytettävä elektroniikka testattiin ommeltavuuden ja pesun kannalta. Johtavan langan toimivuutta kokeiltiin niin kotikäyttöön soveltuvalla Jasmine-merkkisellä ompelukoneella kuin Dükpp-teollisuuskoneella. Kotikoneella käytettiin 80-kokoista neulaa. Johtava lanka toimi ylälankana ja alalangaksi valittiin tavallinen ompelulanka. Teollisuuskoneella ommellessa neulan koko oli 100 ja johtava lanka oli myös ylälankana. Testin tuloksena päädyttiin johtopäätökseen, että johtava lanka oli molempiin koneisiin liian karheaa. Suuren kitkan vuoksi lanka katkeili jatkuvasti.

	Ompelukone	Neula	Johtava lanka	Kangas	Tulos
Testi 1/2	Jasmine	80	Ylälanka	Puuvilla	Langan katkeaminen
Testi 2/2	Dükopp	100	Ylälanka	Puuvilla	Langan katkeaminen

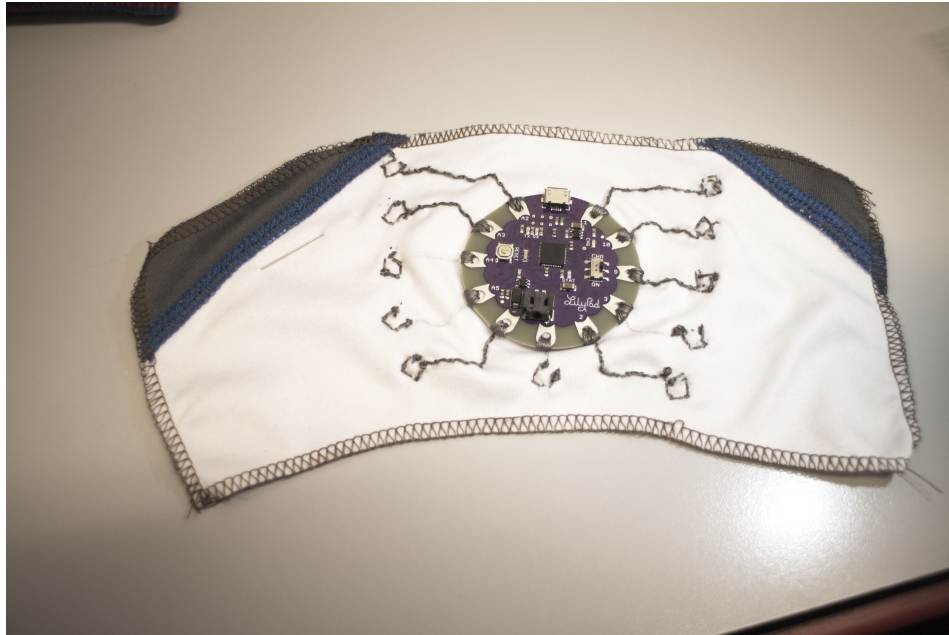
Kuvio 1. Johtavan langan ompelun testaaminen kahdella ompelukoneella.



Kuvat 1 ja 2. Vasemmalla ommel kankaan nurjalta puolelta. Oikealla ommel kankaan oikealta puolella.

PROTON KEHITTÄMINEN

Alla olevissa kuvissa (kuvat 1 & 2) on LilyPad Arduino ommeltuna kankaaseen sähköä johtavalla langalla. Ompeluun on käytetty 11 kappaletta langanpätkeä ja niiden toisessa päässä on neppari ja toisessa LilyPad Arduino.



Kuva 1. Irrotettava LilyPad Arduino ommeltuna erilliselle kankaalle.



Kuva 2. LilyPad Arduino ommeltuna kankaalle, kankaan toinen puoli.

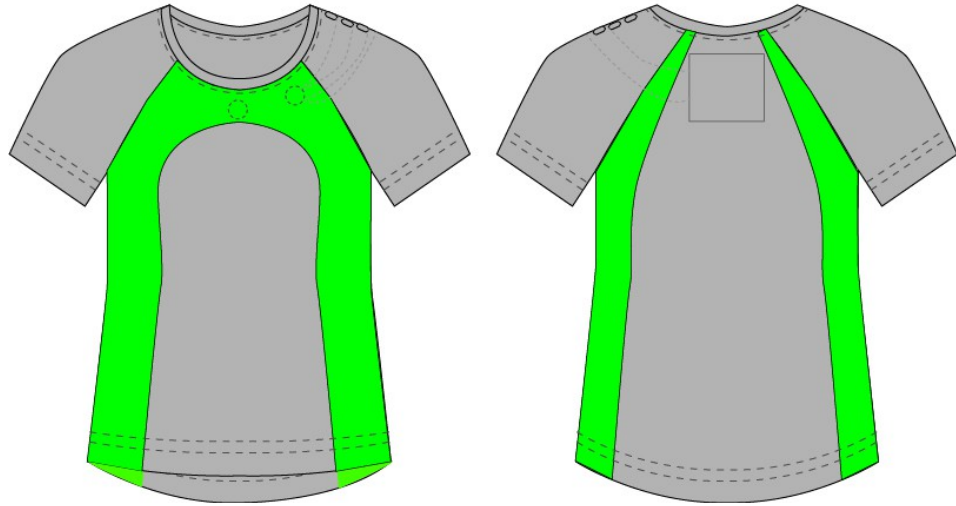
Alla olevassa kuviossa ilmenee lähdeaineistosta esille tulleita vaihteita, jotka tulee selvittää suunnitellakseen älyvaatteen. Työn tekijä keräsi omasta mielestään tärkeimmät suunnitteluun vaikuttavat asiat. Kuviossa on näytetty niiden väitteiden vaikutus proton suunnitteluun. Älyvaatteen tarkoitus eli haluttu toiminta määrittää miksi älyvaate suunnitellaan ja mitä sen toteuttamiseen tarvitaan. Protossa toiminnaksi valikoitui salibanbypelaajan palautuminen ja sitä lähdettiin selvittämään sykkeen mittaamisen kautta.

Useassa lähteessä on kerrottu älyvaatteiden huollon ja kestävyuden olevan vielä ratkaistavissa ennen niiden yleistymistä. Proton kohdalla pesua kestävämmät osat ovat irrotettavissa pesun ajaksi. Kestoa ajatellen elektroniikan sijoittelussa on otettu huomioon lajiominaisuudet, jonka vuoksi elektroniikka on ylävartalon alueella. Näiden lisäksi työn tekijä päätteli tiedonhankinnan perusteella, että suunnitteluun vaikuttavat kolme asiaa; urheilulajin ja älyn valinta sekä kohderyhmän määrittely. Laji on salibandy ja kohderyhmä aikuinen salibandyn pelaaja ja salibandyvalmentaja. Tietoa palautumisesta tarvitsee ensisijaisesti valmentaja, ei niinkään pelaaja. Älyn muoto on elektroniikka, koska se on aktiivisesti kontrolloitavissa.

Älyvaatteen suunnitteluun vaikuttavia asioita	Vaikutus proton suunnitteluun
Haluttu toiminto	Pelaajan palautuminen → sykkeen mittaaminen
Vaateen huolto	Herkät osat irrotettavia pesun ajaksi
Urheilulaji	Salibandy
Kohderyhmä	Aikuinen, paita unisex-malli
Millainen äly	Elektroniikka
Elektroniikan kestävyys	Elektroniikan sijoittelussa otettu huomioon lajiominaisuudet

Kuvio 1. Lähdeaineistosta esiin nousseita väitteitä ja vaatimuksia älyvaatteen suunnittelua ajatellen. Niiden vaikutus omaan suunnitteluun proton kohdalla.

Älyvaatteen mahdollisuuden kartoittaminen



Kuva 3. Älykkään salibandyvaatteen suunnitelma valmiina tuotteena. Vasemmanpuolinen edestä ja oikeanpuolinen takaa.



Kuva 4. Ommeltu proto ennen elektroniikan lisäämistä. Vasemmalla takaa ja oikealla edestä.





Kuva 5. Nepparit ommeltuna selkäosaan johtavalla langalla.

