

Älyvaatteen koko-oppaan ja kokolajitelman toimivuuden tutkiminen mittatutkimuksen avulla

Myontec Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikanala
Tekstiili- ja vaateustekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Essi Enqvist

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekstiili- ja vaateustekniikka

ENQVIST, ESSI:

Älyvaatteen koko-oppaan ja
kokolajitelman toimivuuden
tutkiminen mittatutkimuksen avulla
Myontec Oy

Tekstiili- ja vaateustekniikan opinnäytetyö, 57 sivua, 8 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee älyvaatteita ja niiden mitoitusta. Opinnäytetyössä tutkitaan Myontec Oy:n kehittämien älyshortsien kokolajitelman sekä koko-oppaan toimivuutta. Opinnäytetyöprosessin aikana tehtiin mittatutkimus, jonka avulla kerättiin tietoa urheilijoiden vartalonmitoista. Mittatietoja hyödyntäen testattiin, toimiiko älyshortsien koko-opas oikealla tavalla ja tutkittiin, onko shortsien kokolajitelma tarpeeksi kattava. Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta ja toiminnallisesta osuudesta.

Työn teoriaosuudessa käsitellään älyvaatteita ja tutustutaan toimeksiantoyritykseen sekä älyshortseihin. Työssä käydään läpi älyvaatteiden soveltamismahdollisuuksia eri aloilla ja pohditaan älyvaatteiden tulevaisuutta ja kierrättämistä. Opinnäytetyössä tehdyn mittatutkimuksen vuoksi teoriaosuudessa tarkastellaan myös ihmisen vartalon mittaamista ja antropometrisiä menetelmiä.

Työn toiminnallisessa osuudessa kuvataan mittatutkimuksen suunnittelua, toteutusta sekä tutkimustuloksia. Toiminnallinen osuus pitää sisällään muun muassa mittatutkimuslomakkeen suunnittelun, mittausmetodin kehittämisen ja mittausohjeen laatimisen vaiheet. Lopputuotteena opinnäytetyössä laadittiin Myontec Oy:lle älyshortsien kokolajitelman ja koko-oppaan kehitysehdotukset.

Opinnäytetyön toiminnallinen osa on salainen, eikä sitä ole liitetty tähän dokumenttiin.

Asiasanat: älyvaate, älyshortsit, mittaaminen, mittatutkimus, mitoitus, mittataulukko, kokolajitelma, koko-opas, Myontec Oy

Lahti University of Applied Sciences
Textile and Clothing Technology

ENQVIST, ESSI:

Functionality of size guide and sizing
system of smart clothing
Myontec Oy

Bachelor's Thesis in Textile and Clothing Technology, 57 pages, 8 pages
of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

This Bachelor's Thesis deals with smart clothing and its sizing. The objective was to improve the functionality of the size guide and sizing system of Myontec's smart shorts. The process included a measurement survey where athletes' body measurements were collected. With this information, the size guide was tested and the sizing system of the shorts was examined. The company gained important information about the target group and development needs of their product. The thesis consists of two parts: a theoretical and an empirical part.

The theoretical part deals with smart clothing in general and presents Myontec Oy and their smart shorts. The thesis examines the applications, future prospects and recycling of smart clothing. Because of the measurement survey, the theoretical part also deals with taking body measurements, and anthropometric methods.

The empirical part of the thesis comprises planning, executing and results of the measurement survey. It includes designing of the measurement form, developing of the measurement method and creating of measurement instructions. The result of the thesis was development suggestions for the sizing system and the size guide for Myontec Oy.

The empirical part of this thesis is confidential and is not published in this document.

Key words: smart clothing, smart shorts, sizing, taking measurements, measurement survey, measurement chart, sizing system, size guide, Myontec Oy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ÄLYVAATTEET	3
2.1	Älyvaatteen määrittely	3
2.2	Älyvaateteknologian luokittelu	4
2.3	Soveltamismahdollisuuksia	5
2.4	Älyvaateteknologian hyödyntäminen urheilussa	7
2.5	Tulevaisuuden näkymät	8
2.6	Älyvaatteiden kierrätys	9
2.6.1	Kierrätysongelmat	10
2.6.2	Ympäristövaikutusten vähentäminen	10
3	MYONTEC	12
3.1	Myontec Oy	12
3.2	Mbody-älyshortsit	14
3.3	Innovaatio maailmalla	15
4	VARTALON MITTAAMINEN	17
4.1	Anatomia, fysiologia ja antropometria	17
4.2	Mittapisteet ja mittaaminen	17
4.3	Mittausjärjestelyt ja otanta	19
4.4	Mittaamisen haasteet	20
4.5	3D-bodyskannaus	21
5	MITTATUTKIMUS	23
5.1	Survey-tutkimus	23
5.2	Mittauslomakkeen laatiminen	24
5.2.1	Kysymykset	24
5.2.2	Mittausohje	25
5.2.3	Lomakkeen koonti	28
5.3	Mittauksen toteuttaminen ja aineiston keruu	28
5.4	Menetelmä aineiston analysointiin	29
5.4.1	Kokojärjestelmän massaräätälöintimenetelmä	30
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Parempien tulosten tavoittelemisen ja harjoittelun yksilöllisyyteen tähtääminen urheilussa ovat luoneet kysyntää vaatteille, jotka yhdistävät urheiluasuut sekä mittalaitteet. Tällaisten älyvaatteiden avulla urheilusuorituksia ja suoritustekniikoita voidaan seurata ja analysoida missä tahansa.

Myontec Oy kehittää ja valmistaa kehoa mittaavia älyvaatteita. Älyvaatteissa on kehon toimintaa mittaavia sensoreita, jotka mittaavat biosignaaleja suoraan iholta. Yksi yrityksen älyvaatesovelluksista on markkinoilla olevat älyshortsit. Mbody-älyshortsit mittaavat reisilihasten toimintaa vaatteessa olevien sensoreiden avulla. Tarkkojen ja luotettavien arvojen saamiseksi sensoreiden tulee pysyä kiinni iholla käyttäjän liikkuessa. Tämän vuoksi on tärkeää, että shortsit ovat sopivan kokoiset ja istuvat käyttäjän päälle. Älyshortsien tavoiteltu hyvä istuvuus ja sensorien oikea sijoittelu asettavat haasteita mitoitukselle. Myontec Oy haluaakin kehittää älyshortsiensa mitoitusta vastaamaan kohderyhmänsä tarpeita entistä paremmin.

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli yrityksen halu selvittää kohderyhmänsä urheilulajien vaikutusta urheilijoiden mittoihin sekä löytää tämän pohjalta tärkeät vartalonmitat älyshortsien mitoituksen kehittämiseen. Opinnäytetyössä selvitettiin nykyisen kokolajitelman sopivuutta sekä koko-opiaan toimivuutta urheilijoiden mittojen perusteella. Lisäksi tavoitteena oli tutkia, minkälainen suhde urheilulajilla on urheilijan vartalon mittasuhteisiin ja voiko lajikohtaisesti tehdä yleistyksiä. Tämä tutkimusosa jäi kuitenkin pois opinnäytetyöstä lajikohtaisen otannan jäädessä suppeaksi.

Työn tarkoituksena oli tehdä mittatutkimus, jonka avulla selvitettiin shortsien mitoituksen toimivuutta. Mittatutkimuksen avulla kerättiin ja analysoitiin tietoa kilpaurheilijoiden sekä aktiivitaso harrastajien vartalon mitoista. Tässä opinnäytetyössä tutkittavat urheilulajit ovat juoksu, pyöräily ja jalkapallo. Tutkimuksessa keskitytään tutkimaan alavartalon mittoja

shortsien mitoituksen kehitystä varten. Tutkimustulosten analysoinnissa käytettiin apuna Mpampan, Azariadiksen ja Sapidiksen (2010) kehittämää kokojärjestelmän massaräätälöintimenetelmää. Opinnäytetyön lopputuotteina ovat yritykselle laaditut ehdotelmat Mbody-älyshortsien kokolajittelusta ja koko-oppaasta.

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan älyvaatteisiin erilaisten sovellusalojen kautta ja avataan älyvaatetta käsitteenä. Työssä tarkastellaan älyvaatteiden soveltamismahdollisuuksia ja pohditaan niiden tulevaisuutta sekä kierrätystä. Opinnäytetyössä toteutettavan mittatutkimuksen teoreettisena taustana toimivat vartalon mittaamisen lähtökohdat ja antropometriset menetelmät.

Opinnäytetyön tutkimustulokset ja niiden pohjalta tehdyt koko-oppaan ja kokolajittelman kehitysehdotukset ovat toimeksiantajan pyynnöstä salaisia, eivätkä sen vuoksi näy julkisessa versiossa. Myös liitteet on poistettu opinnäytetyön julkisesta versiosta.

2 ÄLYVAATTEET

Tarvitsemme ja käytämme vaatteita joka päivä. Vaatteet ovat erityisiä, sillä ne ovat henkilökohtaisia, mukavia, lähellä kehoa ja niitä käytetään melkein joka paikassa koko ajan. (Cho 2010, 2.)

Ympäröivälle älyteknologialle on nykypäivänä kysyntää. Älylaitteet, jotka on integroitu arkipäiväiseen ympäristöön ja jotka tarjoavat monipuolisia palveluja, vastaavat ihmisten tarpeisiin. Ihmiset haluavat elämän monimutkaistuessa ympärilleen yksilöllistä, sulautunutta, huomaamatonta ja milloin tahansa käytettävissä olevaa älyteknologiaa. Vaatteet ovat ihanteellinen paikka älykkäille järjestelmille, sillä vaatteet voivat lisätä kykyjämme ilman tietoisien ajattelun tai vaivannäön edellytyksiä. Vaatteilla voidaan rakentaa hyvin tiivis rakenne ihmis-kone -vuorovaikutuksen välille. (Cho 2010, 2.)

2.1 Älyvaatteen määrittely

Älyvaate on älykäs tekstiilijärjestelmä, joka pystyy aistimaan ja viestittämään ympäristön sekä käyttäjän tilaa ja ärsyksiä. Ärsykkeet ja vastareaktiot voivat olla esimerkiksi sähköisiä, termisiä, mekaanisia, kemiallisia tai magneettisia. (Cho 2010, 12; CEN/TR 16298:fi 2011, 8.) Älyvaatteet sisältävät älykkäitä tekstiilimateriaaleja, tai niihin on liitetty erilaisia toimintoja elektroniikan avulla (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 126).

Älytekstiilillä tarkoitetaan tekstiiliä tai tekstiilituotetta, jolla on luontaisia ja toiminnallisia lisäominaisuuksia, joita perinteisillä tekstiileillä ei yleensä ole. Suomen standardisoimisliitto SFS on laatinut teknisen raportin, jossa kuvataan älytekstiilien määritelmiä, luokituksia, soveltamista ja standardisointitarpeita. (CEN/TR 16298:fi 2011, 8.)

Älykkäitä ominaisuuksia ja elektroniikkaa voidaan liittää tekstiilimateriaaleihin sekä vaatteisiin monin eri tavoin. Siksi raja älyvaatetuksen ja puettavan teknologian välillä on häilyvä. (Risikko &

Marttila-Vesalainen, 2006, 126). Älyvaatteet eroavat puettavasta teknologiasta siten, että älyvaatteissa korostuu vaate itsessään ja samalla se omaa aistivia ja viestittäviä kykyjä. Sen sijaan puettavissa tietokoneissa käytetään perinteistä teknologiaa kiinnittämällä jo käytettävissä olevaa elektroniikkaa vaatteisiin. Toiminnalliset osat ovat edelleen paksuja ja jäykkiä, eivätkä ne sulaudu tekstiilimateriaaliin. Oikea älyvaate edellyttää täysin tekstiilisiä tai tekstiilimäisiä komponentteja. (Cho 2010, 2.)

Ihmiset haluavat käyttää enemmän tekstiilejä, jotka ovat joustavia, mukavia, kevyitä, kestäviä ja pestäviä. Säilyttääkseen vaateen mukavuuden, on tärkeää upottaa elektroniset toiminnot tekstiiliin, jotta sekä elektroniset toiminnot että tekstiilin luonne säilyvät. (Cho 2010, 2.)

Älyvaatteiden tulisi olla helppoja huoltaa sekä käyttää, ja ne tulisi voida pestä tavallisten vaatteiden tapaan. Sen vuoksi puettavan teknologian ja vaatetuksen yhdistämisessä on olennaista saavuttaa älyvaatteiden helppohoitoisuus ja käyttömukavuus. (Cho 2010, 2.) Älyvaatteiden tulisi samanaikaisesti tarjota elektronisten laitteiden käytettävyyttä ja toimivuutta sekä vaatteiden mukavuutta ja muodikkaus, turvallisuus ja kestävyys huomioiden (Cho 2010, 12; CEN/TR 16298:fi 2011, 35).

2.2 Älyvaateteknologian luokittelu

Älyvaatteissa ja -tekstiileissä älyn laajuus voidaan jakaa passiivisiin, aktiivisiin ja huippuälykkäisiin järjestelmiin. Passiiviset älyjärjestelmät pystyvät ainoastaan aistimaan ympäristöä. Aktiiviset älyjärjestelmät pystyvät aistimaan ja reagoimaan ympäristön ärsykkeisiin. Huippuälykkäätjärjestelmät pystyvät edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi mukautumaan eri olosuhteisiin. (Cho 2010, 2-3.)

CEN/TR 16298:fi (2011, 25) raportin mukaan älyvaatteet kuuluvat älytekstiilijärjestelmiin, jotka jaotellaan neljään eri luokkaan energiatoiminnon ja ulkoisen viestintätoiminnon mukaan.

Älyvaatejärjestelmät sisältävät käyttöliittymän sekä kommunikaatio-osia. Käyttöliittymä on tiedonsiirron väline käyttäjän ja laitteen tai ympäristön välillä. Kommunikaatio-osat yhdistävät vaateen komponentit siirtäen tietoa ja energiaa. Järjestelmät vaativat toimiakseen myös tiedonhallintaosia, energianhallintakomponentteja sekä integroituja virtapiirejä. Tiedonhallinnalla tarkoitetaan muistia ja tiedon prosessointia. Energianhallintakomponentit sisältävät virtalähteen ja akun. Integroidut virtapiirit ovat pienoisvirtapiirejä, jotka on rakennettu puolijohdealustaan. (Cho 2010, 3.)

Sensoreita sisältävät älyvaatteet ovat yksi sovellus älyvaatejärjestelmistä. Sensorit ovat tunnistimia, joiden avulla voidaan mitata erilaisia asioita ihmisestä ja ympäristöstä. Tunnistettavia ja mitattavia asioita voivat olla ympäristön lämpötila sekä kosteus, käyttäjän sijainti ja liikkeet sekä käyttäjästä tunnistettavat fysiologiset suureet eli biosignaalit. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 130.)

Sensoreita voidaan liittää tekstiilimateriaaleihin monin eri tavoin. Alustatekstiiliin voidaan laminoida erilaisilla liimakalvoilla sähköä johtavaa materiaalia, kuten tekstiiliä ja polymeerejä. Laminoinnin, ultraäänihitsauksen ja laserleikkuun avulla vältetään karkeat saumat sekä muut potentiaaliset ihonhankauspisteet. Sensorit on mahdollista häivyttää kokonaan näkyvistä, kun ne sisällytetään tekstiiliin kuitutasolla. (Malmivaara 2013, 13.)

2.3 Soveltamismahdollisuuksia

Älyvaatteet tarjoavat hyödyllisiä sovelluksia lukuisille eri toimialoille. Terveystieteissä, sotateollisuudessa sekä urheilussa älyvaatteita voidaan suunnitella tuottamaan määriteltäviä toimintoja ja tukemaan erityistoimintoja. Urheilun ja vapaa-ajan saralla painotus on enemmän esteettisyydessä sekä mukavuudessa. (Cho 2012, 2.)

Älyvaateen sovellukset voidaan jakaa löyhästi neljään eri kategoriaan: urheiluun, lääketieteeseen, muotiin ja viihteeseen sekä sotateollisuuteen

ja julkiseen sektoriin. Kategoriat sulautuvat toisiinsa jossain kohdin ja usein samankaltaista tai jopa täysin samaa teknologiaa käytetään uudelleen paketoituna eri loppukäyttäjille. (McCann & Bryson 2009, 39.)

Urheilualalla on omaksuttu nopeasti kaupalliset älyvaatteet. Urheiluun tarkoitettujen älyvaatteiden sovellukset voidaan yleisesti ottaen jakaa ammattilaisurheiluun sekä vapaa-ajan urheiluun. Näissä molemmissa sovelluksissa käytetään erityyppistä teknologiaa. Ammattilaisurheilussa hyödynnetään terveydenhoidossakin käytettävää biofysiistä seurantateknologiaa. Vapaa-ajan urheilussa vaatteisiin sisällytetään enimmäkseen viihde- ja kommunikaatioteknologiaa. (McCann & Bryson 2009, 39.)

Lääketieteelliseen seurantaan soveltuvia puettavia teknologiaratkaisuja on monia. Sovelluksia käytetään biofysiisten suureiden jatkuvaan seurantaan. Lääkinnälliset tarkkailulaitteet antavat tietoa esimerkiksi EKG:stä, hengitystiheydestä, verenpaineesta, lämpötilasta, oksimetriasta sekä liikkeestä. Yleisesti ottaen sovellukset ovat suunniteltu mittaamaan vain yhtä suuretta, jotta saavutetaan tarkka ja tehokas seuranta. Lääketieteelliset sovellukset voidaan jakaa sekä terveydenhuoltoon että hyvinvointiin liittyviin sovelluksiin. (McCann & Bryson 2009, 39-40.)

Muodin ja viihteen saralla musiikki- ja kommunikaatio-sovellukset näyttävät tietä. Tärkeimpiä älyvaatteiden sovelluksia ovat musiikkisoittimien ja matkapuhelimien ohjausjärjestelmät. Tulevaisuudessa älyvaatteisiin voidaan sisällyttää esimerkiksi kannettavaa mediaa sekä pelisovelluksia. (McCann & Bryson 2009, 40.)

Sotateollisuus on ollut puettavan teknologian yksi suurimmista rahoittajista. Kommunikaatio- ja taistelunjohtojärjestelmät käyttävät henkilökohtaisten, erilaisten kulkuneuvojen, staattisen ja satelliittitekniikan yhdistelmiä. Nopeasti reagoivat palvelut, kuten poliisi, palokunta ja ambulanssi, ovat myös aloittamassa älyvaatteiden ja puettavan teknologian käytön. Erilaiset turvallisuustuotteet, jotka seuraavat käyttäjän tilaa ja sijaintia vaarallisissa tai kaukaisissa

ympäristöissä, ovat erittäin kysytyjä. Myös kemikaalitason ja biofyysisen tilan seurantasovellukset yleistyvät sota- ja turvallisuusalalla. (McCann & Bryson 2009, 40.)

2.4 Älyvaateteknologian hyödyntäminen urheilussa

Urheiluteollisuus, urheilijat sekä valmentajat pyrkivät jatkuvasti kehittämään harjoittelua saavuttaakseen kovempia tuloksia. Urheilijoille ei enää riitä pelkkä tulosten mittaus, vaan koko suoritus halutaan purkaa osiin ja analysoida vaiheittain. Nykyään myös tavalliset kuntoilijat ovat tottuneet mittaamaan suorituksiaan parempien tulosten saavuttamiseksi nopeammin. (Malmivaara 2013, 13.)

Puettavaa teknologiaa voidaan hyödyntää monipuolisesti urheiluvaatetuksessa. Puettava teknologia sisältää sensoreita ja elektroniikkaa tai tuotteessa käytetään materiaaleja, jotka reagoivat ympäristön muutoksiin. Urheiluvaatetuksessa yleisiä ovat biosignaaleja mittaavat sensorivaatteet. Kehoa mittaavien urheilutekstiilien avulla voidaan arvioida ja parantaa urheilusuoritusta sekä välttää vammoja. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 130-131.)

Biosignaaleista mitatuin ja tutkituin on sydämensyke. Sydämen sykkeen perusteella voidaan tulkita urheilijan kuntoa sekä itse urheilusuoritusta. Sykevaihtelua mittaamalla voidaan tehdä päätelmiä henkilön fyysisestä kuntotasosta, palautumisesta, stressitasosta, unen laadusta ja jopa fyysisestä kivusta. (Malmivaara 2013, 13.)

Muita urheilijasta mitattavia suureita ovat muun muassa EMG eli lihasaktiiviteetti ja EEG eli aivosähkökäyrä. EMG:n avulla voidaan seurata rasituksen symmetrisyyttä ja EEG:n avulla vireystilaa. Lisäksi urheilijasta voidaan mitata kehonkoostumusta ja nestetasapainoa, ihon sähkönjohtavuutta ja erilaisia tunnetiloja, kehon ydin- ja pintalämpötilaa sekä tietenkin liikeseensoreilla itse liikettä. (Malmivaara 2013, 13.)

Biosignaalit tulisi mitata suoraan iholta parhaan tuloksen saamiseksi, joten on luontevaa tuoda anturit suoraan vaatteisiin. Vaatteiden käyttäminen on luonnollista ja ne ovat koko ajan kontaktissa ihoon. Lisäksi urheiluvaatemateriaalit ovat hyvä alusta sensoriteknologialle. Puettavat sensorit yhdessä langattoman tiedonsiirron kanssa mahdollistavat tarkan lääketieteellisen mittauksen missä tahansa. (Malmivaara 2013, 13.)

2.5 Tulevaisuuden näkymät

Älyvaatteille ennakoidaan huimaa kasvua maailmassa. Puettavasta teknologiasta ja sen erilaisista sovelluksista odotetaan miljardibisnestä jo lähivuosina. Mittaavat älyvaatteet ovat yksi esimerkki tällaisesta teknologiasta. (Wolpe 2014.) Tällä hetkellä tuotteet ovat pääsääntöisesti suunniteltu urheilijoille, mutta esimerkiksi lihaksia mittaaville vaatteille nähdään laajempia markkinoita myös kuntoutuksen ja ergonomian osa-alueilla. Tulevaisuudessa älyvaatteita voidaan soveltaa myös lääketieteellisiin mittauksiin ja kotiterveydenhoitoon. (Senthilingam 2015.)

Kehon toimintaa mittaavilla älyvaatteilla on hyvät kasvunäkymät sekä urheilun että terveydenhuollon saralla. Tällä hetkellä pääasiassa huippu-urheilijoiden käytössä olevien biosignaaleja mittaavien urheiluvaatteiden odotetaan yleistyvän lähivuosina. (Wolpe 2014) Urheilutuotteissa massatuotanto on jo käynnistynyt, mutta tuotteet ovat edelleen melko kalliita. Vähitellen tuotteiden kuluttajahintojen laskiessa älyvaatteet löytävät tiensä aktiiviharrastajien käyttöön ja lopulta lähes jokaisen liikkujan ylle. Terveydenhuoltoon kehitettävien tuotteiden yleistymistä jarruttavat monimutkaiset testaukset sekä hyväksynnät, jotka pidentävät tuotekehitystä. (Alavalkama 2013; Malmivaara 2013, 13.)

Yksi vastaus kustannuskysymyksiin voi löytyä printattavasta elektroniikasta. Printattujen piirilevyjen avulla saattaa olla mahdollista tuoda tuotteisiin uusia ja monipuolisia ominaisuuksia ja samalla valmistaa niitä entistä edullisemmin. Printattavassa elektroniikassa älyvaatteen kannalta mielenkiintoista on printattujen paristojen kehitys. Paristo on

usein hieman ongelmallinen kohta älyvaatteiden mukavuuden, pestävyyden sekä kierrätyksen kannalta. Tulevaisuudessa älyvaatteiden mittaajärjestelmät voisivat toimia huomaamattomasti integroidun printatun pariston energialla ja erillisiä lähettimiä ei enää tarvittaisi. Printatut paristot ovat ohuita, eivätkä ne vaadi erillistä kierrätystä. (Varis 2014, 11.)

Puettavan teknologian yleistyessä, älyvaatteisiin erikoistuneiden yritysten lisäksi myös suuret muotitalot ovat heränneet älyvaatehypeen. Muun muassa Ralph Lauren on lanseerannut sykettä, hengitystiheyttä ja liikettä mittaavan Polo Tech -paidan. (Bonk 2014a.) Lisäksi suosittu alusvaatebrändi Victoria's Secret toi markkinoille Incredible -urheiluliivit, jotka mittaavat sykettä. (Bonk 2014b.)

Tulevaisuudessa vaatteet voivat toimia henkilökohtaisina valmentajina ja terveydentilan seuraajina. Älyvaatteiden ja puettavan teknologian käyttö- ja kehitysmahdollisuudet näyttäisivät olevan lähes rajattomat. Vain mielikuvitus on rajana sille, minkälaista teknologiaa vaatteiden sisälle voidaan tulevaisuudessa kätkeä. (Senthilingam 2015.)

2.6 Älyvaatteiden kierrätys

Kaikki teollisuuden prosessit tuottavat jätettä, ja jokainen tuote päättyy lopulta myös jätteeksi. Tekstiilipohjaiset tuotteet eivät ole poikkeus, ja on arvioitu, että tekstiilijätettä päättyy kaatopaikoille 10 miljoonaa tonnia joka vuosi USA:ssa ja Euroopassa. Suuri määrä tekstiilijätettä aiheuttaa monia ympäristöongelmia. Aikojen saatossa on löydetty keinoja tekstiilijätteen vähentämiselle. Jotkin tekstiilituotteet voidaan uusiokäyttää ja kierrättää tavalla tai toisella. Osa tekstiilijätteestä voidaan polttaa, mutta käytännössä suurin osa tekstiilijätteestä päättyy edelleen kaatopaikoille. (McCann & Bryson 2009, 319-321.)

Älyvaatteet tuovat kierrätykseen uusia haasteita. Älyvaatteiden ja puettavan teknologian tuotantoon kuuluu erikoismateriaalien yhdistäminen vaatekappaleisiin. Vaatteisiin yhdistetään tavallisimmin elektronisia järjestelmiä, akkuja, liitinkaapeleita tai optisia kuituja. Nämä edustavat

materiaaleja, joilla nähdään olevan erityisen huono vaikutus ympäristöön, kun niitä sijoitetaan kaatopaikoille tai poltetaan. Nykyään monet sähkö- sekä elektroniikkalaitteet pitää kerätä ja hävittää erillään, ja tätä lainsäädäntöä tullaan todennäköisesti soveltamaan tulevaisuudessa myös älyvaatetuotteisiin. (McCann & Bryson 2009, 319-320.)

2.6.1 Kierrätysongelmat

Älyvaatteita ja puettavaa teknologiaa on huomattavasti vaikeampi kierrättää kuin tavallisia tekstiilejä. Tämä johtuu kolmesta toisiinsa yhteydessä olevasta tekijästä. Älyvaatteet ovat vaatteiden muodossa, ja vaatteita on vaikeampi kierrättää ja uusiokäyttää kuin tasomaisia tekstiilejä. Lisäksi älyvaatteet sisältävät sähkö- ja elektroniikkajärjestelmiä, joiden metalliyhdisteet lisäävät metallien kokonaispitoisuutta tuotteessa tehden sen kierrätyksestä ja uusiokäytöstä entistä vaikeampaa. Kolmantena ongelmana on se, että elektroniikkaan pohjautuvia älyvaatteita tulisi tarkastella uuden lainsäädännön valossa, jonka mukaan sähkö- ja elektroniikkalaitteet tulisi hävittää turvallisesti. (McCann & Bryson 2009, 325.)

Yksi tapa ymmärtää sekamateriaalituotteiden hävittämiseen liittyviä ongelmia on huomioida, kuinka kiinteästi ”saaste” on kiinnitetty tuotteeseen. Löyhästi kiinnitetyt lisämateriaalit voidaan poistaa ja mahdollisesti uudelleen käyttää. Lujasti kiinnitetyt ja tiiviisti integroidut lisäosat ovat vaikeita poistaa ja siten vaikeuttavat kierrätystä. Monissa älyvaatteissa järjestelmän liittimet, kuten johtimet ovat kudottu tai neulottu kangasrakenteeseen ennen kuin vaate on koottu. Tällaisten tiukkojen materiaaliyhdistelmien uusiokäyttö ja kierrätys on erittäin vaikeaa. (McCann & Bryson 2009, 325.)

2.6.2 Ympäristövaikutusten vähentäminen

Kuten aiemmin todettiin kaikki toiminta, joka liittyy valmistusteollisuuteen vaikuttaa ympäristöön. Älyvaatteiden suunnittelijoiden ja kehittäjien tulisi

tähdätä näiden vaikutusten minimointiin ryhtymällä toimiin kahdella tärkeimmällä vaikutusalueella, jotka ovat yhteydessä toisiinsa.

Ensimmäinen koskee tuotteessa käytettävien materiaalien määrittämistä ja hankintaa. Sekä kankaiden että elektronisten järjestelmien raaka-aineet ja niiden alkuperät tulee selvittää. Toinen alue koskee mallin kehitys- ja valmistustapoja, jotka mahdollistavat tuotteen tai tuotteen osien kierrätyksen, uusiokäytön ja asianmukaisen hävittämisen. (McCann & Bryson 2009, 329.) Suunnittelussa ja valmistuksessa tulee minimoida myös tuotteen tuottama jäte sekä ennen kuluttajaa että kuluttajan käytössä. Tämä auttaa vähentämään ympäristöongelmia ja pienentää kustannuksia. (McCann & Bryson 2009, 330.)

Tärkeää on tarkastella myös älyvaatteiden käyttöiän päättymistä. Jätteen hävittäminen kaikissa muodoissa on tällä hetkellä kansainvälinen pulma, ja elinkaarensa päähän tulleilla tekstiilituotteilla on merkittävä rooli tässä ongelmassa. Monissa maissa on tekstiilien kierrätystä koskeva lainsäädäntö. (McCann & Bryson 2009, 330.) Esimerkiksi Suomessa orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikoille tullaan rajoittamaan vuoden 2016 alusta lähtien. Asetus koskee muun muassa palavia muoveja ja tekstiilejä. Tekstiilijätettä pyritään hyödyntämään materiaalina ja energiantuotannossa. (Ympäristöministeriö 2013.)

Älytekstiileihin liittyen on myös mahdollista, että lisäosien vuoksi ne luokitellaan tulevaisuudessa elektroniseksi jätteeksi. Mikäli näin on, valmistajien tulisi järjestää käytöstä poistuneiden älyvaatteiden vastaanotto sekä talteenotto ja huolehtia niiden asianmukaisesta hävittämisestä. (McCann & Bryson 2009, 330.)

3 MYONTEC

3.1 Myontec Oy

Myontec Oy on suomalainen elektroniikkaa sisältävien erikoisvaatteiden ja ohjelmistojen kehittämiseen erikoistunut yritys, joka suunnittelee ja valmistaa älyvaatteita. Myontec on perustettu vuonna 2008 ja sen pääkonttori sijaitsee Kuopiossa. Vuonna 2013 yhtiön liikevaihto oli 59 000 euroa. (Kauppalehti Oy 2015.)

Myontecin takana on kansainvälinen ja monipuolinen joukko ammattilaisia, jotka ovat menestyneet niin olympiatason urheilussa kuin ohjelmistosuunnittelun ja tutkimuksenkin saralla. Yrityksen tavoitteena on tuoda uutta näkökulmaa suorituskyvyn seurantaan ja analysointiin sensorivaatteiden avulla. (Myontec Oy 2015a.) Myontec pyrkii tekemään asiakkaistaan terveempiä ja parempia urheilijoita sekä haluaa heidän tuntevan kehonsa paremmin (Myontec Oy 2015c). Myontecin iskulause "Know Your Muscles" kiteyttää hyvin yrityksen johtoajatuksen (Myontec Oy 2015b).

Myontec valmistaa lihasryhmien aktiivisuutta mittaavia asuja. Mbody-älyshortsit (KUVIO 1) ovat yksi sovellus Myontecin kehittämistä älyvaatteista. Yrityksessä uskotaan, että lihasmittaus yhdistettynä sykkeen seurantaan vaikuttavat harjoitteluun ja kehittävät harjoittelua paremmin kuin pelkkä sykkeen seuranta. (Myontec Oy 2015a.)

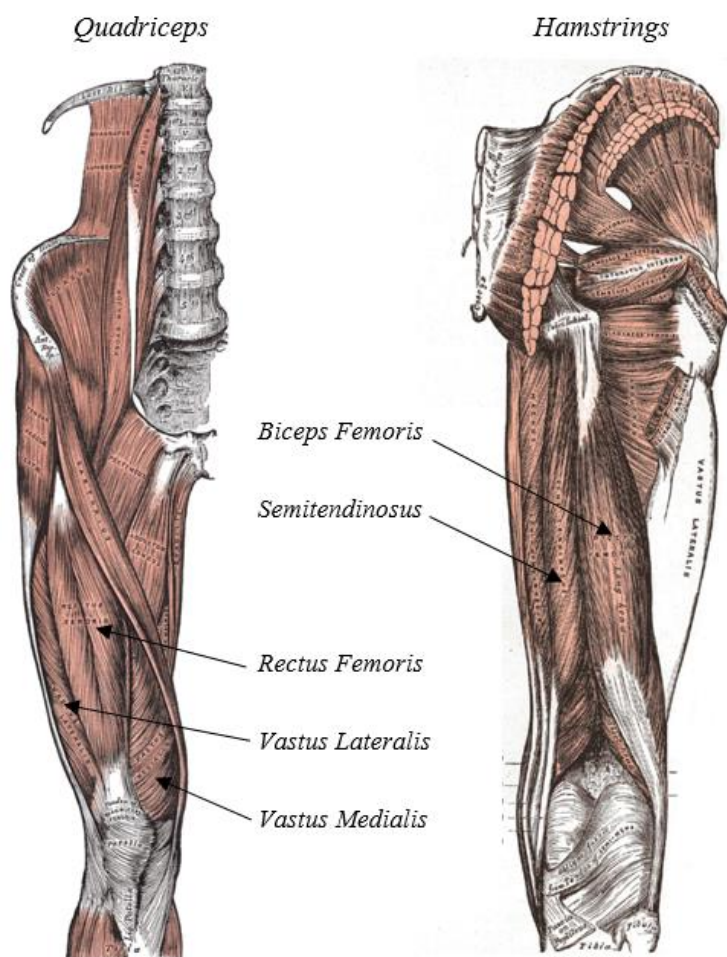
Hyvinvointiteknologiaa sisältäviä asuja voidaan soveltaa monella eri toimialalla harjoittelun ja urheilun lisäksi. Esimerkiksi kuntoutus, ergonomia, peliala, lääketiede ja jopa sotilas- sekä avaruusteollisuus ovat potentiaalisia aloja älytekstiiliteknologialle. (Myontec Oy 2015a.)



KUVIO 1. Mbody-älyshortsit (Myontec Oy 2015d.)

3.2 Mbody-älyshortsit

Myontec toi markkinoille maailman ensimmäiset lihasten aktiivisuutta mittaavat älyshortsit (Myontec Oy 2015b). Shortsit mittaavat EMG:tä eli lihassähkökäyrää. Älyshortseissa on sensorit, jotka tunnistavat lihasten tuottamia sähköimpulsseja. Sensorit asettuvat etu- ja takareisilihasten päälle. Mitattavat lihakset etureidessä eli Quadriceps-lihasryhmässä ovat Vastus Lateralis, Vastus Medialis ja Rectus Femoris -lihakset. Takareideltä eli Hamstrings-lihasryhmästä sensorit mittaavat Biceps Femoris ja Semitendinosus -lihaksia (KUVIO 2). (Kaasalainen 2015.)



KUVIO 2. Reiden lihakset edestä ja takaa (muokattu lähteestä Gray 1918).

Älyshortsien avulla voidaan mitata reisilihasten kuormitusta, tasapainoa, tehoa sekä lihastyön voimakkuutta (Myontec Oy 2015c). Lihasten toiminnan lisäksi järjestelmä tarjoaa kattavaa tietoa esimerkiksi sykkeestä, nopeudesta ja korkeudesta (Kuopio Innovation Oy 2014).

Mbody-älyshortseihin kuuluu MCell tallennin, jonka avulla tieto siirtyy älypuhelimien sekä tietokoneeseen. Puhelinsovelluksen kautta pystytään seuraamaan lihasten toimintaa reaaliajassa. Harjoitukset voidaan myös tallentaa, ja niitä voidaan analysoida harjoitusten jälkeen. (Myontec Oy 2015c.) Tuloksia ja edistymistä on mahdollista seurata monipuolisen online-urheilupäiväkirjan avulla. Myontecin Mbody on monipuolisin käytettävissä oleva harjoitusjärjestelmä päivittäiseen harjoitteluun ja suorituskyvyn analysointiin. (Myontec Oy 2015b.)

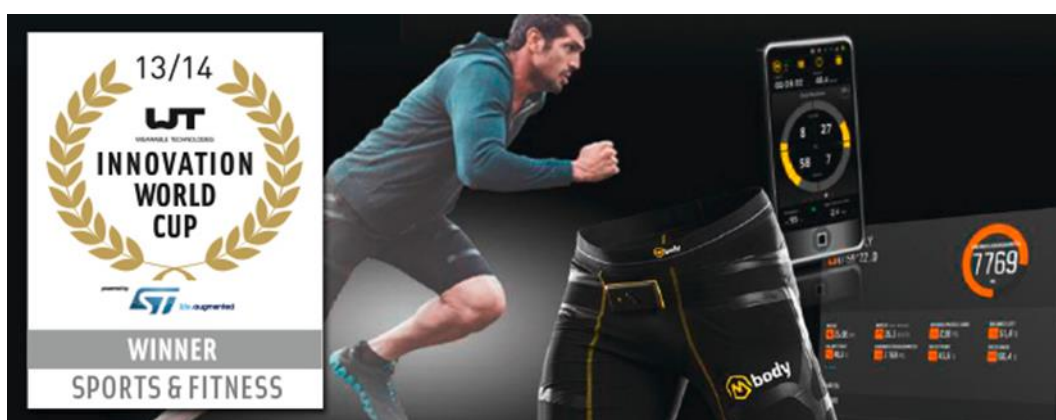
Mbody-harjoitusjärjestelmän avulla pystytään analysoimaan lihasryhmien välisiä kuormituseroja sekä tasapainoa ja voidaan jopa havaita piileviä hermolihasjärjestelmän ongelmia. Järjestelmää apuna käyttäen on mahdollista arvioida lihastoiminnan yhteyttä suoritustekniikkaan ja taloudellisuuteen sekä seurata urheilijan kuntoutusprosessia. (Kuopio Innovation Oy 2014). Myontecillä uskotaan, että ainutlaatuinen data harjoittelusta johtaa parempiin harjoitusmenetelmiin ja sitä kautta parempiin tuloksiin. (Myontec Oy 2015c.)

3.3 Innovaatio maailmalla

Älyhousut on huomattu myös maailmalla. New York Times listasi Myontecin älyvaate-innovaation kolmanneksi vuonna 2012 julkaistussa artikkelissaan ”32 Innovations That Will Change your Tomorrow”. Huomio perustui Myontecin patentoimiin innovatiivisiin Mbody-shortseihin, jotka on kehitetty aktiivikuntoilijoille ja urheilijoille. (Myontec Oy 2015c.)

Shortsien läpimurtona voidaan pitää niiden palkitsemista ISPO2014 -messuilla Münchenissä. Myontec voitti ensimmäisen sijan Mbody-älyshortseillaan Wearable Technology Innovation World Cup 2013/2014 Sport & Fitness -luokassa. Voittoa perusteltiin siten, että Myontec on

ensimmäisenä maailmassa kehittänyt hyvin istuvan ja muodikkaan urheiluvaatteen, jolla voidaan mitata lihasten toimintaa. Tieto voidaan siirtää älypuhelimelle sekä tietokoneelle, josta sitä voidaan analysoida (KUVIO 3). Tuote on lisäksi helppokäyttöinen ja monipuolinen. Mbody-shortsit olivat mukana myös ISPO Brand New -kilpailussa tammikuussa 2014. Kyseisessä kilpailussa shortsit pääsivät finalistien joukkoon. (Kuopio Innovation Oy 2014.)



KUVIO 3. Maailmalla palkitut Mbody-älyshortsit tarjoavat kattavaa tietoa lihasten toiminnasta. (Kuopio Innovation Oy 2014).

Yrityksen asiakkaina on jo suuri joukko nimekkäitä ulkomaalaisia urheilutahoja. Mbody-älyshortsit ovat käytössä muun muassa Hollannin olympiakomitealla, F1-talli McLarenin tutkimuskeskuksella sekä Red Bull Performance Centerillä. Myös NHL-joukkue Pittsburgh Penguins, 10-ottelija Brian Clay sekä Englannin valioliigajoukkue Everton FC käyttävät Myontecin älyshortseja. Lisäksi shortseja hyödynnetään Lissabonin yliopistolla jalkapalloilijoiden tutkimuksessa. (Issakainen & Manninen 2014.)

4 VARTALON MITTAAMINEN

Älyvaatteissa istuvuus ja oikea koko ovat tärkeässä roolissa. Biosignaaleja mittaavat älyvaatteet sisältävät mittasensoreita, joiden sijainti keholla määräytyy vaatekoon mukaan. On erittäin tärkeää, että älyvaate on sopivan kokoinen, jotta sensorit asettuvat oikeille kohdille ja mittaus onnistuu. (Kaasalainen 2015.)

Vaatekokojen ja mitoituksen kehittämistä varten tarvitaan ihmisistä mittatietoa. Antropometria käsittelee menetelmää mittojen ottamisesta tarkasti ihmisvartalolta. Vartalon mittaamiseen liittyy paljon haasteita, sillä mittaajan, mittausvälineiden sekä mitattavan välillä oleva dynaaminen suhde monimutkaistaa prosessia. Antropometriset menetelmät ja työkalut tekevät mittauksesta pätevän ja luotettavan. (Fan, Yu, & Hunter, 2004, 171,173.)

4.1 Anatomia, fysiologia ja antropometria

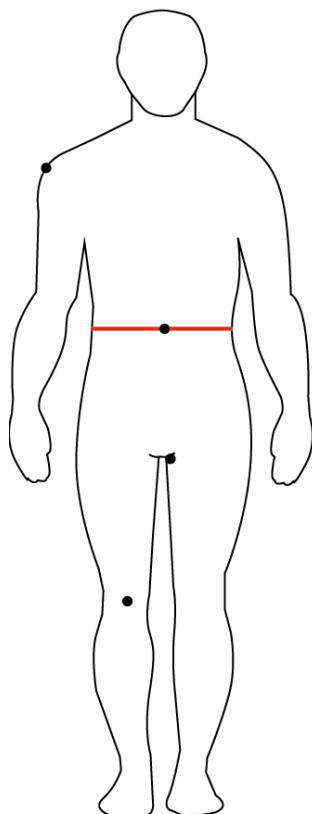
Vaatteita suunniteltaessa tarvitaan tietoa ihmisen mitoista, rakenteesta sekä kehon toiminnasta. Biologian alaa, joka käsittelee kehon rakennetta, kutsutaan anatomiaksi (Fan, ym. 2004,169). Fysiologia on lääketieteen osa-alue, joka kuvaa elimistön toimintaa (Risikko & Marttila-Vesalainen, 2006, 95).

Ihmisen anatomia ja fysiologia toimivat perustana antropometrialle. Antropometria voidaan määritellä tieteenä, joka käsittelee ihmisen mittoja. Antropometrian määritelmää on laajennettu edelleen sisällyttään siihen ihmisen kokoa, muotoa ja muita fyysisiä ominaisuuksia sisältävää numeerista tietoa. Laajennuksen ansiosta antropometriaa voidaan hyödyntää vaatesuunnittelussa. (Fan, ym. 2004, 169.)

4.2 Mittapisteet ja mittaaminen

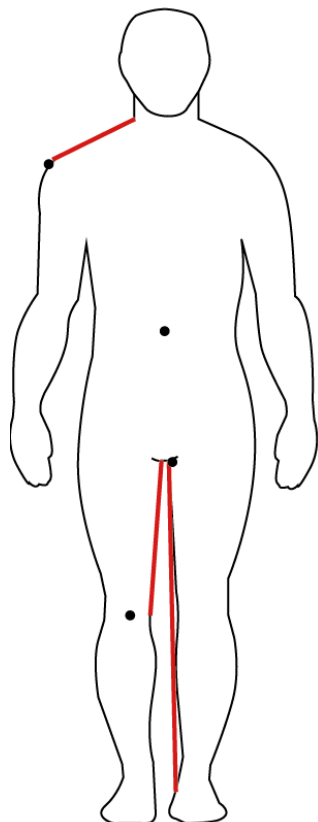
Mittapisteet sijaitsevat kehon anatomisissa pisteissä ja ne voidaan ryhmitellä sijaintinsa mukaan. Tärkeitä mittapisteitä ovat esimerkiksi

vyötärölinjan keskietu, olkalinjan kärkipiste, polvi ja haara (KUVIO 4). Selkeiden mittapisteiden avulla voidaan selittää vartalolinjat sekä kaikki kriittiset mitat vaateen suunnittelua varten. (Fan ym. 2004, 169.)



KUVIO 4. Muun muassa vyötärölinjan keskietu, olkalinjan kärkipiste, polvi ja haara ovat vartalon tärkeitä mittapisteitä.

Vartalon mitat jaetaan neljään eri ryhmään: pituus, osapituus, vartalon leveys ja ympärysmitta. (Fan ym. 2004, 170.) Pituusmittoja ovat esimerkiksi jalan sisäpituus, olan pituus sekä reiden pituus (KUVIO 5). Leveysmittoihin kuuluvat muun muassa selän leveys sekä etuleveys. Ympärysmittoihin lukeutuvat esimerkiksi rinnan ympäryys ja vyötärön ympäryys. (Tekstiili- ja vaatealusteollisuus Finatex ry 2015a.)



KUVIO 5. Esimerkki vartalon pituusmitoista ja niiden määrittämisestä mittapisteiden avulla.

Mittapisteiden sekä vartalolinjojen määritelmät olisi hyvä standardisoida. Tiedon hankkiminen yhtenäisellä, toistettavalla ja luotettavalla mittapisteiden valinta- ja kirjaamismenetelmällä tekee mittauksesta toimivamman ja tehokkaamman. (Fan ym. 2004, 169.)

Vartalon mittaustavat on määritelty SFS-EN 13402-1 (2001, 4) standardissa. Vartalon mittausten menetelmien määrittämisessä käytetään hyödyksi mittapisteitä.

4.3 Mittausjärjestelyt ja otanta

Mittaus tulisi suorittaa kiireettömästi rauhallisessa ympäristössä. Ennen mittausta tutkija valitsee tutkittavat mitat, hankkii tarvittavat välineet sekä suunnittelee tulosten kirjaamisen. Mittapisteiden sijainnit määritellään

huolella ja merkitään usein kehoon, jotta mittausvälineet osataan kohdistaa oikein ja varmistetaan mittojen oton johdonmukaisuus sekä täsmällisyys. Mittausta tulisi myös harjoitella, jotta tulokset olisivat yhdenmukaisia. (Fan ym. 2004, 173.)

Ratkaisevaa tutkimuksessa on valita edustava otos väestöstä, jotta kerätty tieto kuvastaa koko väestöä. Otosta valittaessa tulee pohtia iän, etnisyyden sekä vartalotyypin vaikutusta tuloksiin. Tilastollisia metodeja voidaan käyttää määriteltäessä edustavaa otosta, mutta koehenkilöiden löytäminen kaikista kategorioista voi olla haastavaa. (Fan ym. 2004, 173.)

4.4 Mittaamisen haasteet

Käsin mittaaminen on vaikea tehtävä, sillä monet tekijät voivat aiheuttaa virheitä mittaustuloksiin. Mittoihin vaikuttavat tekijät voivat riippua niin mittaajasta, mittavälineistä kuin mitattavasta henkilöstäkin. (Fan ym. 2004, 173.)

Yleisiä ongelmakohtia mittaamisessa ovat mitattavan ihmisen asento ja ryhti, mittapisteiden epätarkka määrittely, mittavälineen sijainti ja suunta sekä mittojen väljyys. Mahdollisia virheiden aiheuttajia on vaikea hallita, joten tarkkoja arvoja antropometriassa saadaan harvoin. Mittaamisen ongelmakohtia ovat myös ihmisen tekemät virheet, vaihtelevat määritelmät sekä prosessin monimutkaisuus. (Fan ym. 2004, 173.)

Mittaaja vastaa antropometristen mittojen tarkkuudesta. Mittojen tarkkuuteen vaikuttavat mittaajan tuntuma sekä visuaalinen arviointi. Mitat voivat vaihdella mittapisteiden ja mittaustavan muuttuessa. (Fan ym. 2004, 171, 173-174.)

Vaateteollisuudessa käytetään usein erilaisia määritelmiä vartalon mitoista useissa eri kaavanvalmistusmenetelmissä. Erot termeissä sekä toimintatavoissa vaikuttavat merkittävästi mittoihin. Epäselvät mittapistees aiheuttavat vaihteluja vaatteiden istuvuudessa. Yleisesti ottaen antropometrisen aineiston keruu on erittäin monimutkainen prosessi, joka

vie aikaa, on kallis ja vaatii ammattitaitoista henkilökuntaa. 3D-skannaus ja automatisoitumittaus helpottavat mittausta. (Fan ym. 2004, 174.)

4.5 3D-bodyskannaus

Bodyskannerin avulla saadaan otettua vartalon mitat nopeasti ja tarkasti. Skannausta voidaan hyödyntää yksilöllisten vaatteiden ja mallinukkejen valmistuksessa sekä laajoissa mitoitustutkimuksissa. (Mustonen 2013, 16.)

Bodyskannereissa on usein 4-8 kameraa, joiden avulla laite tallentaa satoja tuhansia pisteitä vartalosta muutamassa sekunnissa. Kameroiden keräämä data syötetään ohjelmistoon, jossa se lopulta muokataan 3D-malliksi skannatusta vartalosta. Ympärysmittat määritellään viipaloimalla 3D-malli pieniin poikkileikkauksiin. Tämän jälkeen mitat voidaan siirtää CAD-järjestelmään jatkokäsiteltäväksi. (Mustonen 2013, 17.)

Vaikka 3D-bodyskannaus on kehittynyt, siihen liittyy vielä useita haasteita. Vartalon skannauksessa on oltava täysin paikoillaan, sillä ihmisen hengittäessä voimakkaasti tai vartalon muutoin liikkuesssa mitat saattavat vaihdella. Liikkeiden aiheuttamien mittavirheiden minimoimiseksi skannauksia tehdään yleensä useampia ja niistä lasketaan keskiarvo. (Mustonen 2013, 17.)

Suurimpana ongelmana skannauksessa ovat vartalon piilossa olevat kohdat, kuten kainalot, rintojen ja leuan alle jäävät alueet sekä sormet ja haarat, joita kamera ei aina pysty kuvaamaan. Hiukset voivat aiheuttaa myös ongelmia, sillä hiusten pinta heijastaa skannauksen säteet ja pinta muuttuu monimutkaisemmaksi. Hiusten- ja ihonväri voivat myös vaikuttaa skannaukseen. Lisäksi bodyskannerin ja muiden tietojärjestelmien yhteensovittaminen saattaa vaatia räätälöintiä. (Mustonen 2013, 17.)

Bodyskannereiden hyödyntäminen pienemmissä mittatutkimuksissa on haastavaa. Vaikka bodyskannerien hinnat ovat kymmenessä vuodessa laskeneet sadoista tuhansista euroista kymmeneen tuhansiin euroihin, ne

ovat edelleen suhteellisen kalliita (Mustonen 2013). Lisäksi niitä on vaikea siirtää paikasta toiseen mitattavien ihmisten luokse.

5 MITTATUTKIMUS

Opinnäytetyön toiminnallinen osuus koostuu Myontec Oy:n tarjoamasta toimeksiannosta. Yritys halusi tietoa Mbody-älyshortsien mitoituksen ja kokolajitelman toimivuudesta. Toimeksiannosta kehitettiin ja toteutettiin mittatutkimus, jonka avulla kerättiin urheilijoiden vartalon mittoja. Aineiston perusteella selvitettiin, vastaavatko yrityksen mittataulukko ja koko-opas kohderyhmän tarpeita. Lisäksi yrityksellä oli tarve kartoittaa urheilijoiden vartaloiden mittasuhteita ja shortsien kaavoituksessa huomioon otettavien mittojen vaihteluita.

Mittatutkimuksen lähtökohtana oli yrityksen halu selvittää kohderyhmänsä vartalon mittoja ja vaatekokoja. Mittojen avulla voitiin tutkia ja kehittää älyshortsien mitoitusta. Kohderyhmän mittojen selvittämiseksi laadittiin mittatutkimuslomake urheilulajien edustajille.

Mittatutkimuslomakkeen avulla kerättiin tietoa urheilijoiden vartalon mitoista, eritoten alavartalon mitoista. Tavoitteena oli tutkia eri urheilulajien vaikutusta urheilijan mittoihin ja sitä kautta shortsien kaavan mittoihin. Älyshortsien kaavoituksessa tärkeässä roolissa on sensoreiden oikea sijainti ja tämän vuoksi oli tärkeää nimenomaan keskittyä jalkojen mittasuhteisiin.

Kerätyn aineiston avulla saatiin kartoitettua urheilijoiden vartalomittoja sekä ruumiinrakenteita. Aineiston analysoinnissa hyödynnettiin Mpampan, Sapidiksen ja Azariadiksen (2010) tutkimusmenetelmää massaräätälöinnistä soveltuvien osien. Mittojen ja niiden analyysin avulla tutkittiin myös olemassa olevaa kokolajitelmaa ja sen mahdollista laajentamistarvetta. Tulosten pohjalta testattiin yrityksen koko-opasta ja pohdittiin sen toimivuutta.

5.1 Survey-tutkimus

Tiedonkeruuseen urheilijoiden mitoista käytettiin apuna survey-tutkimusmenetelmää. Survey-tutkimuksessa aineisto kerätään

standardoidusti tarkkaan suunnitellun kysely- tai haastattelulomakkeen avulla. Koehenkilöt muodostavat edustavan otoksen perusjoukosta. Tavoitteena on kuvailla, vertailla ja selittää ilmiöitä kerätyn aineiston avulla. (Hirsjärvi ym. 2009, 134.)

Survey-tutkimuksella kerätty aineisto käsitellään usein kvantitatiivisesti (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 193-194). Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus korostaa havaintoaineiston soveltuvuutta numeeriseen mittaamiseen. Määrällisessä tutkimuksessa määritellään perusjoukko, josta rajataan tutkittavien henkilöiden otanta. Kysely teetetään otantaan kuuluvilla koehenkilöillä. Kerätyn aineiston avulla saadaan kartoitettua olemassa oleva tilanne, jonka pohjalta on tavoitteena tehdä yleistettäviä päätelmiä. (Hirsjärvi ym. 2009, 140.) Survey-tutkimusmenetelmää sovellettiin mittauslomakkeen laatimiseen, aineiston keruuseen ja käsittelyyn.

5.2 Mittauslomakkeen laatiminen

Kyselyn tavoitteena oli kerätä tietoa urheilijoiden vartalon mitoista. Tutkimuksen kehykseksi oli yrityksen puolesta valittu kolme tutkittavaa urheilulajia: pyöräily, juoksu ja jalkapallo. Urheilulajeihin sisältyivät kaikki lajivariaatiot. Urheilijoiden tuli olla kilpa-, ammattilais- tai aktiivitason urheilijoita. Kohderyhmäksi valikoituivat 17-40 -vuotiaat miehet.

5.2.1 Kysymykset

Mittauslomakkeen (LIITE 1) suunnittelu aloitettiin pohtimalla, mitä vartalon mittoja olisi tärkeä tarkastella ja mitkä muut tiedot olisivat tutkimuksen kannalta oleellisia selvittää. Mittojen pohdinnassa käytettiin avuksi yritykseltä saatuja shortsien kaavamittoja ja mittataulukkoita. Lisäksi tutkittiin ja vertailtiin myös muiden urheiluvaatevalmistajien mittataulukkoita. Kaavamittojen ja mittataulukoiden pohjalta tutkittaviksi vartalon mitoiksi valittiin vyötärön ympäryys, lantion ympäryys, reiden ympäryys ylhäältä sekä alhaalta, vyötärö-polvi -mitta, reiden sisäpituus ja jalan sisäpituus.

Tutkimuksen pohjaksi oli tärkeää selvittää myös urheilijoiden ikä, pituus sekä paino. Lisäksi urheilulajista pyydetään lomakkeessa tarkennusta. Kysymyksiä lomakkeessa oli yhteensä 12, joista yksi oli suljettu monivalintakysymys ja loput avoimia kysymyksiä.

5.2.2 Mittausohje

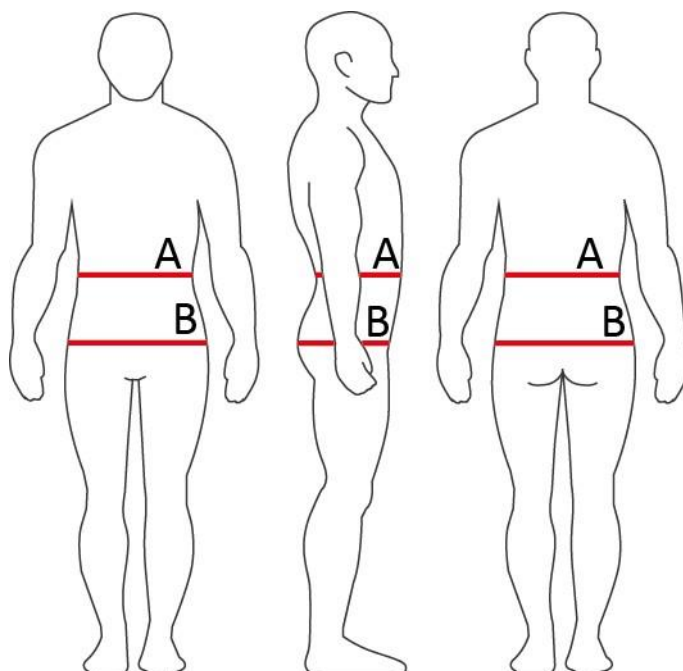
Mittauslomakkeen kysymyksistä kymmenen kysymystä sisälsi numeerisena annettavan vastauksen. Näistä vastauksista seitsemän oli vartalon mittoja, jotka mitataan mittanauhalla. Mittauslomakkeeseen oli siksi tarpeellista liittää myös mittausohjeet (LIITE 2). Mittausohjeilla pystyttiin määrittelemään tarkasti tutkimuksessa käytettävä mittausmetodi. Metodin avulla mittaustilanne sekä mittojen otto pystytään standardisoimaan ja näin ollen tiedon kerääminen on yhdenmukaista ja täsmällistä.

Mittausmetodia kehittäessä tuli määrittää mittausolosuhteet.

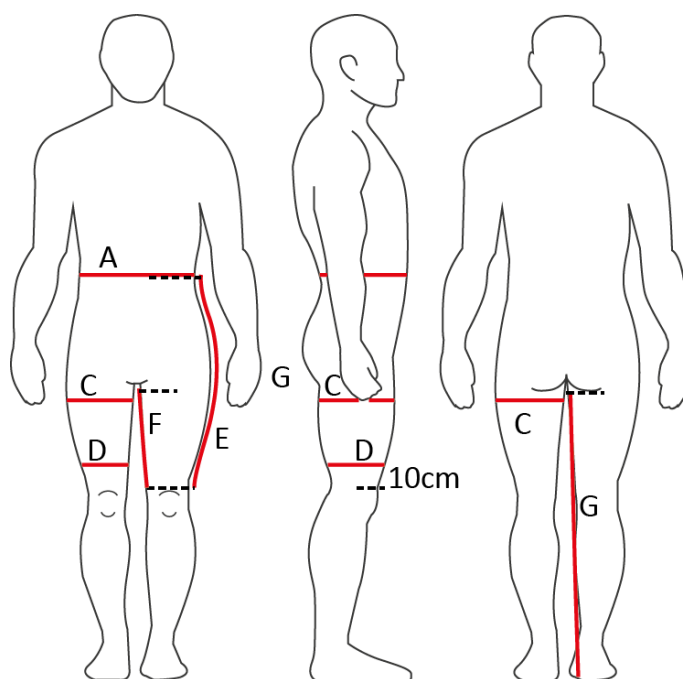
Mittausmetodin tuli sisältää tarkoin määritellyt mittausvälineet sekä sallittu vaatetusmäärä. Yhtä tärkeänä osana mittausmetodia oli mittauksen suorittamisen kuvaus.

Mittausmetodin kehittäminen lähti liikkeelle erilaisten mittausohjeiden tutkimisella. Metodien kehittämistä varten tutustuttiin muun muassa Finatex ry:n julkaisemiin Naisten N-2001 -mittataulukkoon (Tekstiili- ja vaatetusteollisuus Finatex ry 2015a) ja Miesten vaatetuksen mittataulukko PASSELI 1988:aan (Tekstiili- ja vaatetusteollisuus Finatex ry 2015b). Edellä mainituista julkaisuista löytyi tietoa mittapisteiden merkinnästä, mittojen määrittämisestä sekä mittaustavoista. Mittaustapoja on määriteltä myös SFS-EN 13402-1 standardissa (2001, 6-11) Tietojen avulla koottiin sanalliset ohjeet tutkittavien vartalomittojen ottoon.

Oleellista ohjeita suunniteltaessa oli saada tieto ilmaistua tiiviisti ja selkeästi. Ohjeen tuli olla yksinkertainen ja yksiselitteinen. Ohjeeseen piirrettiin myös kuvat ihmisvartalosta, joihin on merkitty mittauskohdat (KUVIOT 6 ja 7). Kuvat selkeyttävät ja tukevat sanallista ohjetta.



KUVIO 6. Ihmisvartalolle merkityt mittauskohdat vyötärön- ja lantionympäryksen mittojen otolle.



KUVIO 7. Tutkimuksessa tutkittavien mittojen ottamiskohtien havainnollistaminen kuvan avulla.

Mittausohjeiden ensimmäisen version tullessa valmiiksi, pyydettiin muutamalta ulkopuoliselta henkilöltä kommentteja mittausapoihin ja ohjeiden ymmärrettävyyteen liittyen. Kommenttien pohjalta tehtiin muutoksia ohjeteksteihin sekä mittausapoihin selkeyttäen ohjetta entisestään.

Mittausohjeen uudella versiolla tehtiin muutamia testimittauksia. Testimittaukset tehtiin niin, että vapaaehtoiset koehenkilöt mittasivat itseltään lomakkeessa vaaditut vartalonmitat. Koehenkilöt suorittivat mittauksen itse mittausohjeen avulla, minkä jälkeen opinnäytetyöntekijä mittasi samat mitat koehenkilöistä ohjeen mukaan. Koehenkilöiltä pyydettiin myös kommentteja mittausohjeesta. Mittauksen jälkeen verrattiin opinnäytetyöntekijän saamia mittoja koehenkilöiden kirjaamiin arvoihin (TAULUKKO 1).

Taulukosta huomataan, että suurimmat poikkeamat löytyvät vyötärö-polvi -mitasta. Tätä mittaa on vaikea ottaa vartalolta itse, sillä mitattaessa joutuu taivuttamaan kehoa sivulle ja näin ollen mitta vääristyy. Tästä syystä mittausohjeessa suositellaan, että mahdollisuuksien mukaan mittojen otossa olisi joku avustamassa. Muiden mittojen poikkeamat olivat pieniä. Testimittauksen ja kommenttien perusteella mittausohje toimi hyvin.

TAULUKKO 1. Testimittauksessa havaittujen poikkeamien keskiarvot

Vartalon mitat	Poikkeamien keski-arvot (cm)
A. Vyötärön ympärys	1,7
B. Lantion ympärys	2
C. Reiden ympärys 1	0,8
D. Reiden ympärys 2	1,3
E. Vyötärö-polvi	2,8
F. Reiden pituus	0,5
G. Jalan sisäpituus	1,2

5.2.3 Lomakkeen koonti

Seuraavaksi mittauslomake oli koottava ehjäksi kokonaisuudeksi. Kysely oli tarkoitus toteuttaa pääasiassa henkilökohtaisesti mittaamalla. Suuremman otannan saamiseksi vastauksia piti hankkia myös sähköisesti. Lomake suunniteltiin vastaamaan molempia kyselyn toteuttamistapoja. Ensisijaisesti keskityttiin kokoamaan lomakkeeseen kaikki oleellinen informaatio sähköisesti tehtävää aineiston keruuta varten. Lomake auttoi myös henkilökohtaisten mittausten suorittamisessa.

Lomakkeen alussa on tärkeää kertoa, mitä tutkimus koskee, mitä asioita tutkimuksella kartoitetaan ja kenelle tutkimus on suunnattu. Lisäksi alussa tulee olla selkeät ohjeet kyselyyn vastaamiseen. (Hirsjärvi ym. 2009, 204.) Johdantotekstin alapuolelle laadittiin kysymykset tekstikehyksien sisälle mittauslomakkeen rakenteen selkeyttämiseksi. Mittausohjeista tehtiin kokonaan oma sivunsa, johon viitataan vastaamisohjeissa.

Lopulta viimeisin versio mittauslomakkeesta lähetettiin toimeksiantoyrityksen kommentoitavaksi. Palautteen perusteella hiottiin vielä muutamia yksityiskohtia ja saatettiin lomake lopulliseen muotoonsa. Yrityksen toiveissa oli myös kerätä aineistoa ulkomaalaisilta yhteistyökumppaneilta. Tästä toiveesta syntyi mittauslomake ja mittausohjeet myös englanniksi (LIITTEET 3 ja 4). Henkilökohtaisesti toteutettavia mittauksia varten tehtiin vielä karsittu versio lomakkeesta (LIITE 4). Siitä puuttuvat esimerkiksi mittausohjeet, koska koehenkilö ei itse suorita tässä tapauksessa vartalon mittausta.

5.3 Mittauksen toteuttaminen ja aineiston keruu

Mittauksen toteuttamiseksi oli ensin määriteltävä kyselyn perusjoukko eli kohderyhmä, josta ollaan kiinnostuneita. Tässä tapauksessa siis perusjoukkoon kuuluivat kaikki 17-40 -vuotiaat miespuoliset pyöräilijät, juoksijat ja jalkapalloilijat, tarkemmin kilpaurheilijat sekä aktiivitaso harrastajat. Tutkimukseen sisältyivät kaikki lajien sisäiset variaatiot.

Tutkimuksen otos on pienempi ryhmä perusjoukosta, joka edustaa perusjoukkoa. Otoksen kokoa oli ennalta vaikea määrittää, sillä tutkimuksen tekemiseen oli verrattain vähän aikaa ja kohderyhmään kuuluvien henkilöiden tavoittaminen oli epävarmaa.

Kohderyhmän urheilijoista jalkapalloilijoita oli helpointa löytää tutkittaviksi. Jalkapalloilijat kuuluvat jalkapalloseuroihin, ja niihin yhteydenottaminen oli vaivatonta. Seurat koostuvat kokonaisista joukkueista, joten kerralla löytyi useita mitattavia urheilijoita.

Yksilölajien eli pyöräilyn ja juoksun kohdalla tilanne oli haastavampi. Kilpatason pyöräilijät harjoittelevat paljon ulkomailla, ja kilpatason juoksijoita oli Suomesta vaikea löytää. Monet lajien harrastajat kuuluvat usein johonkin seuraan, mutta yhteydenotto yksittäisiin urheilijoihin sitä kautta oli vaikeaa. Haastetta tutkimukseen toi myös se, että tavoitteena oli päästä mittaamaan suurin osa mitattavista henkilökohtaisesti. Välimatkojen ja aikataulujen sovittamisen vuoksi henkilökohtaisesti mitattujen otanta jäi pyöräilyn ja juoksun osalta melko pieneksi.

Tutkimuslomake oli suunniteltu siten, että sen avulla voitiin kerätä vastauksia myös sähköisesti. Kyselyä lähetettiin muun muassa Facebookissa erilaisille harrasteryhmille ja urheiluseuroille. Lisäksi saatiin muutamia henkilökohtaisesti mittatutkimukseen osallistuvia henkilöitä jakamaan tutkimusta sähköpostilla eteenpäin muille kohderyhmään kuuluville urheilijoille.

5.4 Menetelmä aineiston analysointiin

Opinnäytetyössä mittatutkimusaineiston purkamiseen ja jatkokäsittelyyn käytettiin soveltaen Mpampan, Sapidiksen ja Azariadiksen (2010) tutkimusmenetelmää massaräätälöinnistä. Mpampa ym. (2010) tutkivat mittajärjestelmän kehittämistä, jotta mittajärjestelmä vastaisi mahdollisimman montaa kohderyhmän henkilöä. Tutkimuksessa aineistona käytettiin 12 810 kreikkalaisen miehen vartalonmittoja. Tutkimuksen lähtökohtana kehitettiin kuusiportainen menetelmä, jota

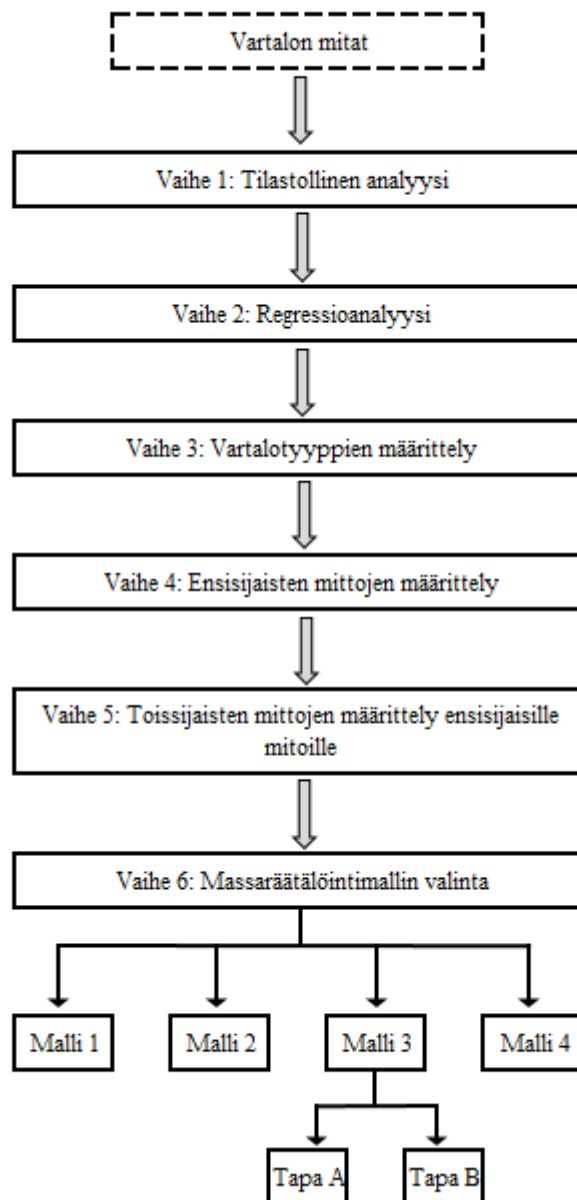
apuna käyttäen kerätystä aineistosta saadaan luotua kunkin yrityksen tarpeisiin soveltuva mittataulukko.

Mpampan ym. (2010, 54) menetelmässä kohderyhmälle tehtiin mittataulukko neljän eri mallin mukaan. Mittataulukkoja vertailtiin kohderyhmän mittoihin ja laskettiin prosenteissa, kuinka monelle kohderyhmän henkilöistä löytyy täysin sopiva koko.

Massaräätälöintimallien lähtökohtana oli ensisijaiseen mittaan, kuten rinnanympärysmittaan perustuva mittataulukkomalli, jota käytetään yleisesti massatuotannossa. Massatuotannon malli soveltuu keskipitkille, normaalivartaloisille miehille. (Mpampa ym. 2010, 54.) Mpampan ym. kehittämän massaräätälöinnin tarkimmassa mallissa voidaan saavuttaa 99,9 %:n kokojen vastaavuus kohderyhmälle. Tutkimuksesta käy ilmi, kuinka paljon erilaisia kokovaihtoehtoja tarvitaan, jotta saavutetaan tietty prosenttiosuus tutkitusta kohderyhmästä. (Mpampa ym. 2010, 65.)

5.4.1 Kokojärjestelmän massaräätälöintimenetelmä

Massaräätälöinnin kuusiportainen menetelmä (KUVIO 8) alkaa vartalon mittojen kokoamisella. Mpampan ym. (2010, 52-55) tutkimuksessa aineistona käytettiin 12 810 kreikkalaisen miehen vartalonmittoja. Ensimmäinen vaihe mittatulosten kirjaamisen jälkeen oli tilastollisen analyysin tekeminen mittojen pohjalta. Tilastollisessa analyysissä vertailtiin kunkin koehenkilön vartalonmittoja, kuten rinnanympäryksiä toisiinsa. Vartalonmitasta määriteltiin kohderyhmän pienin ja suurin arvo sekä laskettiin mittojen keskiarvo. (Mpampa ym. 2010, 53.)



KUVIO 8. Massaräätälöinnin vaiheet (muokattu lähteestä Mpampa ym. 2010, 52)

Seuraavassa vaiheessa tutkittiin regressioanalyysin avulla koehenkilöistä mitattujen eri mittojen, kuten rinnan- ja vyötärön ympäryksen suhdetta toisiinsa pareittain. Regressioanalyysiä käytetään kahden eri arvon välistä korrelaatiota eli riippuvuussuhdetta tutkittaessa. Tutkimuksessa jokaisesta vartalomittoaparista oli laskettu korrelaatiokerroimet. Korrelaatiokerroin on tunnusluku suoraviivaisen riippuvuuden voimakkuudelle.

Regressioanalyysissä voidaan korrelaatiota tutkia myös sijoittamalla mittaparien arvot koordinaatistoon. Hajontakaavion perusteella voidaan analysoida riippuvuussuhdetta. (Mpampa ym. 2010, 56.) Mpampan ym. (2010) tutkimuksessa huomattiin, että leveysmitan kasvaessa myös toinen leveysmitta kasvaa. Pituusmitoissa huomattiin samanlaista riippuvuutta toisiinsa. Sen sijaan vartalon pituus- ja leveysmitat eivät korreloi keskenään. (Mpampa ym. 2010, 57.)

Regressioanalyysin jälkeen massaräätälöintimenetelmän seuraavassa vaiheessa määriteltiin mitattujen koehenkilöiden vartalotyypit. Vartalotyypit voidaan luokitella rinnanympärysmitan ja vyötäröympärysmitan erotuksen tai koehenkilön pituuden mukaan. (Mpampa ym. 2010, 53.)

Neljännessä vaiheessa määritellään ensisijaiset ja toissijaiset mitat. Mpampan ym. (2010) tutkimuksessa yläosan ensisijainen mitta on rinnanympäryys, toissijaisia mittoja ovat pituus ja vyötäröympäryys. Alaosissa ensisijaisena mittana käytetään vyötäröympärystä ja toissijaisen mittana jalan sisäpituutta. (Mpampa ym. 2010, 58.) Mittojen määrittelyn jälkeen valitaan massaräätälöintimalli yrityksen tarpeen mukaan ja luodaan mittataulukko mallin mukaan. Malleja on neljä erilaista ja niiden lähtökohtana toimii massatuotannon malli, jossa kokolajitelma on tehty ensisijaisten mittojen pohjalta keskikokoisille henkilöille. (Mpampa ym. 2010, 54.)

Mallissa 1 kehitetään ensisijaisen koon lisäksi vähintään kaksi toissijaista kokoa toissijaisen mitan avulla. Esimerkiksi housuissa lisäämällä vähintään kaksi eri lahkeenpituutta saadaan useampia kokovariaatioita.

Mallia 2 käytetään, jos vaatteiden mittataulukkoon liittyy kaksi toissijaista mitta. Ensisijaisen mitan, esimerkiksi rinnanympäryksen pohjalta määritettyihin kokoihin lisätään vielä toissijaisten mittojen, esimerkiksi vartalon pituuden ja vyötärömitan poistojen variaatiot. Mallilla 2 saadaan lisättyä kahdeksan toissijaista kokoa kaikille ensisijaisille ko'oilte. (Mpampa ym. 2010, 55.)

Kolmannen mallin mukaan mittataulukko voidaan tehdä kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa koon määrittää vain yksi toissijainen mitta. Toissijaista mittaa varioidaan neljällä eri tavalla. Toisessa tavassa johdetaan ensisijaisille mitoille lisäkokoja kahden toissijaisen mitan avulla. Ensisijaisten mittojen rinnalle otetaan mitat viereisistä vartalotyypeistä. Tällä tavoin saadaan lisättyä jopa 25 toissijaista kokoa ensisijaisten kokojen rinnalle. (Mpampa ym. 2010, 55.)

Mallia 4 käyttäen saadaan kaikkein kattavin mittataulukko. Mallin 4 mukaan ensisijaisia ja toissijaisia mittoja kehitetään jokaisessa koossa. Lisäksi kaikki kohderyhmän vartalotyypit ja pituusluokat huomioidaan. Tämän mallin avulla saadaan aikaan suurin kokolajitelma. Mittataulukko vastaa 99,9 % koehenkilöiden mittoja. Tämä on paras massaräätälöintimenetelmä tarkkaan rajatulle kohderyhmälle. (Mpampa ym. 2010, 55.)

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Cho, G. 2010. Smart Clothing: Technology and Applications. Florida: CRC Press.

CEN/TR 16298:fi. 2011. Tekstiilit ja tekstiilituotteet. Älytekstiilit. Määritelmät, luokitus, soveltaminen ja standardisointitarpeet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Fan, J., Yu, W. & Hunter, L. 2004. Clothing appearance and fit: Science and technology. Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Malmivaara, M. 2013. Kehoa mittaavat urheilutekstiilit. Tekstiililehti 4/2013,13.

McCann, J. & Bryson, D. 2009. Smart clothes and wearable technology. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Mpampa, M., Azariadis, P. & Sapidis, N. 2010. A new methodology for the development of sizing systems for the mass customization of garments. International Journal of Clothing Science and Technology Vol. 22 No.1, 49–68.

Mustonen, M. 2013. Bodyskannerit – nopeat ja tarkat mitat ihmisvartalosta. Tekstiililehti 3/2013, 16-17.

Risikko, T. & Marttila-Vesalainen, R. 2006. Vaatteet ja haasteet. Helsinki: WSOY.

SFS-EN 13402-1. 2001. Vaatetuksen kokomerkintä. Osa 1: Termit, määritelmät ja vartalon mittausmenetelmät. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Varis, A. 2014. Printattu elektroniikka tuo lisää älyä vaatteisiin. Tekstiililehti 3/2014, 10-11.

Elektroniset lähteet:

Alavalkama, S. 2013. Mittaava älyvaate valloittaa massoja. Sanoma Media Finland Oy. [viitattu 26.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.taloussanomat.fi/ihmiset/2013/09/21/mittaava-alyvaate-valloittaa-massoja/201313093/137>

Bonk, L. 2014a. Ralph Lauren Surprises World With High Tech Polo Shirt. Evolve Media Group. [viitattu 26.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.crunchwear.com/?p=24756>

Bonk, L. 2014b. This Victoria's Secret Bra Connects Right to Heart Rate Monitors. Evolve Media Group. [viitattu 26.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.crunchwear.com/?p=25117>

Gray, H. 1918. Anatomy of the Human Body. Philadelphia: Lea & Febiger.

Issakainen, K & Manninen, K. 2014. Urheiluhifistin housut ajattelevat.

Savon Media Oy. [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.savonsanomat.fi/uutiset/talous/urheiluhifistin-hou-sut-ajattelevat/1746397>

Kaasalainen, U. 2015a. Re: Lihasryhmät [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Enqvist, E. Lähetetty 4.5.2015.

Kauppalehti Oy. 2015. Myontec Oy. [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/myontec+oy/21670070>

Kuopio Innovation Oy. 2014. Kuopiolaisen Myontecin älyshortsit voittivat ykkössijan Saksassa. [viitattu 6.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.kuopioinnovation.fi/news/311/34/Kuopiolaisen-Myontecin-aelyshortsit-voittivat-ykkoessijan-Saksassa/>

Myontec Oy. 2015a. About [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa:
<http://www.myontec.com/about/>

Myontec Oy. 2015b. Myontec designs intelligent clothing [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa: <http://www.myontec.com/en/>

Myontec Oy. 2015c. Myontec Oy. LinkedIn [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa:
<https://www.linkedin.com/company/myontec>

Myontec Oy. 2015d. MShorts AllSport. [viitattu 6.4.2015]. Saatavissa:
<https://shop.mbody.fi/index.php/english/mbody-shorts.html>

Senthilingam, M. 2015. How a high-tech bra could be your next doctor. CNN. [viitattu 20.5.2015]. Saatavissa:
<http://edition.cnn.com/2015/05/07/tech/smart-clothes-track-your-health/index.html>

Tekstiili- ja vaateusteollisuus Finatex ry. 2015a. Naisten vaateuksen mittataulukko N-2001. [viitattu 13.4.2015]. Saatavissa:
<http://www.finatex.fi/media/julkaisut/tiedostot/n-2001.pdf>

Tekstiili- ja vaateusteollisuus Finatex ry. 2015b. Miesten vaateuksen mittataulukko ja kokomerkinnet. [viitattu 13.4.2015]. Saatavissa:
http://www.finatex.fi/media/julkaisut/tiedostot/passeli_miehet.pdf

Wolpe, T. 2014. Wearables? Bet your shirt on it: Smart garments are about to take off. CBS Interactive. [viitattu 20.5.2015]. Saatavissa:
<http://www.zdnet.com/article/wearables-bet-your-shirt-on-it-smart-garments-are-about-to-take-off/>

Ympäristöministeriö. 2013. Valtioneuvoston asetus rajoittaa orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikalle. [viitattu 12.5.2015]. Saatavissa:
http://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Jatteet/Valtioneuvoston_asetus_rajoittaa_organani%289922%29