

Sirpa Myllylä
ÄLYVAATE

Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikka
Joulukuu 2009

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika 11/2009	Tekijä/tekijät Sirpa Myllylä
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Älyvaate		
Työn ohjaaja FM Joni Jämsä		Sivumäärä 39
Työelämäohjaaja Ins. Ville Autio		
<p>Opinnäytetyön aihe annettiin Centrialta. Työssä perehdyttiin älyvaatteen määritelmään, älyvaatteen sovellutuksiin, miten älyvaatetta on hyödynnetty teollisuudessa ja mikä on älyvaatteen tulevaisuus. Työn päätavoitteena oli selvittää voidaanko älyvaatetta hyödyntää mobiililaitteessa.</p> <p>Tutkimuslähtöisessä työssä etsittiin älyvaatteesta kaikenlaista tietoa. Tieto, jonka katsottiin olevan hyödyksi älyvaatteesta saatavaan kokonaiskuvaan ja älyvaatteen mahdollisuuksien kartoittamiseksi, koottiin aihealueittain.</p> <p>Työssä havaittiin, että älyvaate on asu, joka vastaanottaa informaatiota ympäristöstä ja kantajastaan. Tehtiin myös huomio, että älyvaatteesta on hyötyä jokaiselle ihmiselle, joka haluaa tarkkailla itseään. Varsinkin urheilija, kuntoutettava, sairaalassa tai kotona oleva potilas, vaarallisessa olosuhteessa työskentelevä ja maanpuolustus hyötyvät merkittävästi älyvaatteen rekisteröimästä ja lähettävästä tiedosta. Huomattiin, että älyvaatteen mittaamaa tietoa voidaan rekisteröidä jälkikäteen ja saatua tietoa voidaan analysoida myöhemmin.</p> <p>Työssä tultiin tulokseen, että mobiililaitetta voidaan käyttää älyvaatteesta saatavan tiedon rekisteröintiin.</p>		

Asiasanat puettava teknologia, älyvaate

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Technology, Ylivieska	Date 11/2009	Author Sirpa Myllylä
Degree programme Information technology		
Name of thesis Smart clothing		
Instructor M.Sc. Joni Jämsä	Pages 39	
Supervisor B.Eng. Ville Autio		
<p>Centria gave the subject for this thesis, which discusses the concept of smart clothing. It concentrates on defining the term “smart clothing”, and explaining how it can be applied, how it has been applied in industry, and what its future is. The objective of the thesis was to examine whether smart clothing can be utilized with mobile devices.</p> <p>The research-based approach aimed at finding information about smart clothing seen to be useful for getting a general view of smart clothing. This was done in order to map the possibilities it can bring. The gained information was combined with appropriate sectors.</p> <p>In the thesis it was observed that smart clothing could receive information from its surroundings and its user. In addition, it was noted that smart clothing could benefit people willing to observe themselves. Especially athletes, people in rehabilitation, patients in hospitals or at home, those working in dangerous conditions, or the defense forces can benefit from the information registered and sent by smart clothing. It was seen that the information registered by smart clothing could be analyzed later.</p> <p>The thesis reached the conclusion that a mobile device can be used to register the information gained from smart clothing.</p>		

Key words smart clothing, dressable technology
--

ESIPUHE

Haluan kiittää työni ohjaajaa Joni Jämsää, joka löysi mielenkiintoisen aiheen opinnäytetyöhöni ja ohjasi työni valmistumista. Joni antoi loppusysäyksen valmistumiseeni.

Kiitos Ritva Saviluodolle, joka myös huolehti, että opinnot eivät jää kesken.

Kiitos Eva Niskaselle opintotoimistoon, joka myös on huolehtinut opintojeni jatkumisesta.

Kiitos myös perheelleni, joka tuki ja kannusti minua koko opiskeluni aikana.

Sirpa Myllylä

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS
ESIPUHE

1	JOHDANTO	1
2	ÄLYVAATE	2
2.1	Älyvaatteen historia	2
2.2	Puettava tietokone.....	2
2.3	Mikä on älyvaate	2
2.4	Mitä älyvaatteella voidaan mitata	3
2.5	Mitä hyötyä älyvaatteesta on	3
3	ÄLYKKÄITÄ TEKSTIILIMATERIAALEJA	5
3.1	Älyä kankaaseen	5
3.2	Olomuotoaan muuttavat materiaalit.....	6
3.3	Muotonsa muistavat materiaalit.....	7
3.4	Väriä muuttavat materiaalit.....	7
3.5	Iskuilta suojaavat materiaalit	8
3.5.1	Tilanmuutosmateriaalit.....	8
3.5.2	Aukseettiset materiaalit.....	9
4	VAATEALUSTA JA VAATTEEN PALVELUT	10
5	ÄLYVAATTEEN TOTEUTUSMAHDOLLISUUDET	11
5.1	Älyvaatteen rajattomat toteutusmahdollisuudet	11
5.2	Elintoiminnot tarkkailuun.....	11
5.3	Suomen ensimmäiset sovellutukset	12
5.3.1	Robotec- haalari	12
5.3.2	Cyberia	12
6	ÄLYVAATTEESSA KÄYTETTÄVÄ ELEKTRONIIKKA	15
6.1	Anturit	15
6.2	Näyttö	15
6.3	Painikkeet ja kytkimet.....	16
6.4	Johdot.....	16
6.5	Antenni	17
6.6	Virtalähde	17
6.7	Yhteys näyttölaitteeseen.	17
7	MITEN ÄLYVAATE ON HYÖDYNNETTY TEOLLISUUDESSA	18
7.1	Älyvaatetutkimuksia.....	18
7.1.1	Tekes.....	18
7.1.2	Suomen Akatemia.....	18
7.1.3	My-Heart hanke Euroopassa	18
7.2	Älyvaatteesta huvia ja hyötyä	19
7.2.1	Adidaksen ja Polarin yhteistyö	19
7.2.2	Niken ja Applen yhteistyö.....	20
7.2.3	Stressin tunnistava mielialapusero.....	21
7.3	Clothing+	21
7.4	Rukka SRO Anatomic- ajoasu.....	23
7.5	Palomiehen suoja-asu, älykäs palopuku	24
7.5.1	CLAN- projekti	24
7.5.2	Vikingin valmistama paloasu.....	27
8	ÄLYVAATTEEN KEHITTÄMISHAASTEET	29
8.1	Kehittämishaasteita yleensä.....	29

8.2 Urheilu- ja vapaa aika.....	31
8.3 Hoitoala	31
8.4 Suojavaatteet	33
9 ÄLYVAATTEEN TULEVAISUUS	34
9.1 Motoristin tulevaisuuden visiot.....	34
9.2 Hoitoalalle turvallisuutta.....	34
9.3 Älyvaatteella entistä tehokkaampaa kuntoutusta.....	36
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	38
LÄHTEET.....	40

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tilaajana oli Centria, joka halusi enemmän tietoa älyvaatteesta ja varsinkin siitä, miten älyvaatetta voidaan hyödyntää mobiililaitteessa.

Opinnäytetyössä tutkittiin älyvaatteen määritelmää ja sitä mikä tekee vaatteesta älyvaatteen. Aluksi oli vaikeaa löytää tietoa älyvaatteesta ja hahmottaa itsekin mikä älyvaate on. Tietoa löytyi eniten internetistä ja se oli koottava pieninä palasina eri lähteistä.

Vaatetta voidaan kutsua älyvaatteeksi kun siihen on yhdistetty elektroniikkaa tai sen valmistukseen on käytetty älykästä tekstiilimateriaalia. Älyvaate antaa tietoa käyttäjästään tai ympäristön muutoksista.

Opinnäytetyön edetessä tutkittiin älyvaatteen eri sovellutuksia. Älyvaatteesta ensimmäiset sovellutukset tehtiin sekä lapsille ulkoiluun että aikuisille kuntoiluun ja vapaa-aikaan.

Älyvaatteen hyödyntämistä on tutkittu paljon Suomessa ja ulkomailla. Jo tämän vuosikymmenen alussa uskottiin kaupan alalla älyvaatteen läpimurtoon. Tekstiilialan yritykset ovat laittaneet paljon rahaa älyvaatteeseen mutta ovat siitä huolimatta joutuneet vetäytymään markkinoilta. Kaupalliset markkinat eivät kuitenkaan olleet suotuisia älyvaatteen epäkäytännöllisyyden ja korkean hinnan vuoksi. Siitä huolimatta kaikkialla maailmassa uskotaan älyvaatteen olevan osa tulevaisuuden pukeutumista.

Sydämensykettä on helppo mitata. Kuntoilijoille ja urheilijoille onkin jo valmistettu hyvin toimivia ja päällä huomaamattomia älyvaatteita.

Opinnäytetyössä tutkittiin myös mitä vaaditaan hyvin toimivalta älyvaatteelta. Työssä esitellään älyvaatteita, joissa on langaton yhteys PC:hen, kannettavaan tietokoneeseen tai puhelimeen.

2 ÄLYVAATE

2.1 Älyvaatteen historia

Vuosia sitten älyvaate tuntui aivan uskomattomalta jutulta. Älyvaatteet olivatkin todellisia puettavan teknologian mestarinäytteitä: paristoja ja kaapeleita ristiin rastiin ja taskut täynnä raskaita elektroniikkamöykkyjä. Ensin kehitettiin puettava tietokone ja siitä seuraava askel eteenpäin onkin älyvaate. (Ollila 2007.)

2.2 Puettava tietokone

Vaate, johon lisätään teknillisiä osia, on puettava tietokone. Ensimmäiset älyvaatteet olivatkin puettava tietokoneita. Vaatteet olivat erittäin epäkäytännöllisiä raskaan painonsa ja risteilevien johtojen vuoksi. Älyvaatteen ja puettavan tietokoneen erot sulautuvat tekniikan kehittyessä. (Rantanen 2009.)

2.3 Mikä on älyvaate

Älyvaate on normaalin vaatteen kaltainen asu, joka vastaanottaa informaatiota ympäristöstä ja vaatteen kantajasta. Älyvaatteeseen lisättyjen elektronisten komponenttien tai uusien kuitu- ja tekstiilimateriaalien tekemät havainnot muuttuneesta ympäristöstä saavat älyvaatteen jopa ääriolosuhteissa muuttumaan käyttäjän tarpeiden mukaan. Älyvaate myös reagoi loogisella ja toistettavalla tavalla saamaansa informaatioon. (Viitasaari 2004; Harinen 2004; Kuha 2002; Risikko & Marttila- Vesalainen 2006, 126.)

Hyvin toimiva älyvaate ei häiritse käyttäjää, on huomaamaton ja äänetön eli se on perinteisen vaatteen kaltainen mutta on käyttäjäystävällinen. Toimivassa älyvaatteessa on oikein valitut kommunikointiteknologiat. Kaapelit ja mittaelektrodit on korvattu sähköä johtavilla kuiduilla ja elektroniikka on suojattu esimerkiksi napeilla. (Karvonen 2006.)

2.4 Mitä älyvaatteella voidaan mitata

Älyvaatteen avulla voidaan seurata ihmisen tärkeitä elintoimintoja, esimerkiksi EKG:tä, EMG:tä, sykevaihtelua, verenpainetta, valtimoveren happikylläisyyttä, ihon lämpötilaa, ihoon kohdistuvaa painetta, lihasten sähköistä toimintaa, liikkeitä ja asentoja sekä niissä tapahtuvia muutoksia. Lihasten toiminnan luotettava rekisteröinti erilaisten kuntouttavien suoritusten aikana on mahdollista älyvaatteen avulla. (Mäki 2002; Lintu & Mattila & Hänninen 2005, 30, Lintu & Mattila & Holopainen & Hänninen 2005, 2057; Lintu & Tolvanen & Mattila & Hänninen 2006, 15.)

Älyvaatteeseen voidaan integroida monimutkaisiakin komponentteja kuten esimerkiksi kommunikaatiolinkki ja paikannuslaitteisto (Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta 2003). Näin älyvaatteen käyttäjä voidaan paikantaa. Paikantaminen helpottaa sairauskohtauksissa, lumivyöryissä, tapaturmissa yms.

2.5 Mitä hyötyä älyvaatteesta on

Elektroniikan yhdistäminen vaatteeseen voi parantaa tai lisätä vaatteen ominaisuuksia tai toiminnallisuutta. Älyvaate voi myös parantaa elämänlaatua ja mahdollistaa jatkuva-aikaisen terveydentilan seurannan. Sairaahan ihmisen anturointi ja seuranta antaa ihmiselle ja hänen läheisilleen turvallisuuden tunteen. Kroonisesti sairaan tilan seuranta kotona ja laitoksessa on mahdollista älykkään ympäristön ja älykkäiden laitteiden avulla. Tarvittaessa älyvaate hälyttää automaattisesti apua. Harrastuksissa älyvaatetta voidaan käyttää suorituksen parantamisen apuna ja vammojen välttämiseksi. Älyvaatteeseen lisätyt komponentit parantavat vaatteen perustoimintoja ja laajentavat niitä luoden vaatteelle uusia käyttötapoja ja ominaisuuksia. (Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta 2003; Tampereen teknillinen yliopisto; Laakso 2007).

Älyvaatteesta on hyötyä potilaalle mm. kuntoutuksessa, ensihoitotilanteessa, sairaalan heräämössä tai vuodeosastolla kun älyvaate valvoo tauotta potilaan tärkeitä elintoimintoja. Myös päiväkirurgisesta toimenpiteestä kotiin päässeeseen potilaan, kotona asuvan kroonisesti sairaan sekä vanhuksen turvallisuudesta ja hyvinvoinnista huolehdittaessa voidaan tarkkailevalla älyvaatteella lisätä potilaan

turvallisuutta ja hyvinvointia. Lihastoimintaa mittaava älyvaate mahdollistaa tehokkaamman ja tavoitteellisemman kuntoutuksen. Helppokäyttöisen ja huomaamattoman älyvaatteen avulla kuntoutuksen edistymistä seurataan vaivatta ja suoritusta haittaamatta. (Lintu ym. 2005, 30.)

3 ÄLYKKÄITÄ TEKSTIILIMATERIAALEJA

3.1 Älyä kankaaseen

Materiaali sinänsä ei ole älykäs. Älykkäät ominaisuudet on saatu rajapinnan takaa. Biopuolelta saadaan materiaaliin älykkyyttä, kuten kudosteknologian materiaaleissa, tai elektroniikasta, jonka materiaaleihin voidaan rakentaa vaikkapa jonkinlaista toiminnallisuutta tai mittauskykyä (Koutola 2003). Gore- tex tai kosteuden kestävä mutta hengittävä vaate ei ole älyvaate. Näissä asuissa tekninen materiaali tekee asusta funktionaalisen eli toiminnallisen. (Laakso 2007.) Älyvaate voi toimia ilman sähkövirtaakin, tällöin älykkyys saadaan aikaan kankaan sopivalla rakenteella (Salonen 2002).

Älykkäät materiaalit reagoivat esimerkiksi lämpötilaan, paineeseen, kosteuteen, sähkökenttään tai valoon muuttamalla muotoaan, tiheyttään, väriään, kemiallisia tai mekaanisia ominaisuuksiaan ympäristön muutoksien mukaan (Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta 2003). Palo- ja kaivomiesten, vartijoiden, urheilijoiden ja sotilaiden vaatetuksessa käytetään materiaaleja, joiden ominaisuudet muuttuvat ympäristön mukana (Viitasaari 2004). Vaativissa olosuhteissa työskentelevät kuten palomiehet, vartijat kaivostyöntekijät ja sotilaat hyötyvät älyvaatteen tekniikasta. Urheilija ja tavallinen kuntoilija voi käyttää älyvaatetta suorituksen parantamiseen ja vammojen ehkäisyyn (Harinen 2004).

Tekstiilin materiaali voi olla passiivinen tai aktiivinen. Passiivinen materiaali toimii anturina ja mittaa esimerkiksi lämpötilaa. Aktiivinen materiaali havaitsee jonkin ympäristön muutoksen ja reagoi siihen vaikkapa muuttamalla muotoaan. Ympäristöön älykkäästi reagoivat materiaalit, vaatteiden käyttäjän ja ympäristön anturointi, kerätyn tiedon prosessointi ja langaton tiedonsiirto vaatteiden käyttäjän ja operatiivisen johdon välillä, tehostaa sekä vaatteiden käyttäjän selviytymismahdollisuuksia että toimintaoperaatioiden onnistumista, esimerkkinä vaikkapa palo- ja pelastustehtävät tai sotilasoperaatiot. (Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta 2003.)

Tekstiili on vuorovaikutteinen tai älykäs, kun se kykenee tunnistamaan ulkoisen ärsyksen ja vastaamaan siihen hallitulla tavalla. Toiminnallisten eli funktionaalisten vaatteiden toimivuus on pitkälti high-tech-muovien ansiota. Materiaaleja, jotka suojaavat lämmönvaihteluilta, tulelta ja säteilyltä, on jo käytössä erityisammateissa ja vaarallisten aineiden kanssa työskentelevillä. Toiminnalliset vaatteet suojaavat myös lämmöltä, kylmyydeltä, purevalta tuulelta, UV-säteilyltä, kosteudelta, kontaminaatiolta, iskulta ja mekaaniselta rasitukselta. High-tech-muovien vastustuskyky on hyvä ja ne voivat torjua mikrobeja. Käytettävien polymeerien ominaisuuksia voidaan muokata juuri tietyn sovellusalueen tarpeita vastaavaksi funktionaalisissa vaatteissa. (Muoviteollisuus ry; Salonen 2002; Paavola 2009.)

3.2 Olomuotoaan muuttavat materiaalit

Olomuotoaan muuttavat materiaalit eli faasimuutosmateriaalit (phase change materials PCM) keräävät ja luovuttavat lämpöä. Faasimuutosmateriaalit ovat erilaisten parafiinien yhdisteitä. Jokaisella yhdisteellä on omat erilaiset sulamis- ja kovettumispisteensä. Tekstiilien mikrokapseleihin pakatut faasimuutosaineet varaavat tai luovuttavat lämpöä ympäristön lämpötilasta riippuen. Toiminta perustuu siihen, että sulaminen sitoo lämpöä kun taas vastaavasti jähmettyminen luovuttaa lämpöä eli ne muuttavat olomuotoaan lämpötilan muuttuessa. Tulevaisuudessa muotonsa muistavia materiaaleja tullaan käyttämään sekä kylmä- että kuumaeristykseen. Materiaali reagoi älykkäästi elimistön lämpötilan muutoksiin, jolloin se pystyy lämmittämään kylmässä ja viilentämään kuumassa. Lämpöä säätelevät materiaalit toimivat kapeissa lämpötilarajoissa, noin 27 ja 38 asteen välillä. (Risikko & Marttila- Vesalainen 2006, 127-130; Salonen 2002; Työterveyslaitos 2007; Mäki.2002;).

PCM- materiaali voidaan yhdistää tekstiiliin esimerkiksi liittämällä tekokuidun kehruuvaiheessa kuituihin mikrokapseleita, joiden sisällä faasimuutos materiaali on. Mikrokapselit ovat halkaisijaltaan 1-10µm. Muovihelmet, jotka sisältävät faasimuutos ainetta, voidaan myös sivellä kankaaseen. (Risikko & Marttila- Vesalainen 2006, 127; Salonen 2002; Työterveyslaitos 2007).

Outlast, jossa käytetään olomuotoaan muuttavaa materiaalia, on avaruustekniikasta tuotteistettu lämpöä säätelevä tekninen tekstiili. Outlast-vaatetta testannut toteaa, että siitä tulee lähes riippuvaiseksi. (Salonen 2002.)

3.3 Muotonsa muistavat materiaalit

Muistimateriaalit (shape- memory- materials) muuttavat olomuotoaan tai mekaanisia ominaisuuksiaan lämpötilan kohotessa ja palaavat taas alkuperäiseen tilaansa kun lämpötila laskee. Materiaali on normaalioloissa ohut mutta altistuessaan kuumalle se muodostaa kierteisen muodon ja turpoaa. Reagoiva materiaali antaa lisäsuojan kuumassa. Materiaalilla on saatu toisen asteen palovammaa vastaan lisäsuojauksia jopa 50-85%. (Salonen 2002; Peltonen 2006.)

Polymeerikalvo on kaksikerroksinen ja se lisätään vaatekerrosten väliin. Toinen kerros on muotonsa muistavaa polymeeriä. Jos lämpötila laskee, polymeerimolekyylit kääntyvät niin, että lämpöä eristävä kerros paksuntuu. Vastaavasti polymeerikalvon molekyylitaso aukot suurenevät kun lämpötila nousee, jolloin lämpö ja kosteus pääsevät poistumaan aukoista ja ilma vaihtumaan. Molekyyliden väliin syntyy aukkoja kun molekyylit muuttavat muotoaan ja kerros ohenee lämpötilan kohotessa. Muistipolymeerit ovat yksi eniten kasvavista älymateriaalien kehittämisalueista. Muistipolymeerien kiinnostavuus johtuu siitä, että aineella on täydellinen palautuminen jopa 400 prosentin muodonmuutoksen jälkeen. (Salonen 2002; Peltonen 2006.)

3.4 Väriä muuttavat materiaalit

Väriä muuttavat materiaalit muuttavat väriään valon, ultravioletti säteilyn, lämpötilan, paineen tai nesteen vaikutuksesta. Tekstiilissä, joka tunnistaa lämpötilan on samantapaisia nestekiteitä kuin litteässä tietokonenäytössä. Sähkön avulla tekstiiliin väriä ei vielä pystytä muuttamaan, mutta tulevaisuudessa sekin on mahdollista. (Salonen 2002.)

Hämärässä työskentelevien esimerkiksi moottoriteiden korjaajien työpuvuissa käytetään valaisevia materiaaleja, jotka reagoivat valoon. Samaa hyödynnetään

myös pimeiden käytävien matoissa oleviin nuoliin, jotka hohtavat sähkökatkoksen aikana ja opastavat ulos. (Salonen 2002.)

Solestrom on kehittänyt Smart Swim UV Intensity bikinit, joissa olevat kuulat vaihtavat väriä säteilyn määrän mukaisesti. Mitä suurempi UV-säteilyn määrä on, sitä tummemmaksi kuulat muuttuvat. Kun tietää oman ihotyypin, voi arvioida milloin ja kuinka kauan auringonpaisteessa on turvallista olla. (Solestrom.)



Kuvio 1: Smart Swim UV Intensity bikinit (Solestrom).

3.5 Iskuilta suojaavat materiaalit

Uudentyyppisiä iskuilta suojaavia materiaaleja on kahta lajia: tilanmuutosmateriaalit ja aukseettiset materiaalit (Loukiainen 2007). Iskuilta suojaavia uudenlaisia materiaalisovelluksia käytetään työvaatteissa (Karvonen 2006).

3.5.1 Tilanmuutosmateriaalit

Tilanmuutosmateriaalit joustavat normaalisti myötäillen vartalon liikkeitä, mutta iskun kohdistuessa niihin, ne suojaavat käyttäjäänsä kovettumalla ja palautuvat takaisin normaaliin tilaansa, kun kuormitus on poistunut. Polymeerimateriaali on normaalikäytössä pehmeää ja joustavaa, mutta kovettuu välittömästi tähän

kohdistuneista äkillisistä iskuista. Brittiläinen yritys valmistaa lautailijoiden suosimia pipoja, jotka antavat lisäsuojan kaaduttaessa. Valmistaja myöntää, että materiaalin avulla ei ole mahdollista korvata oikean kypärän tuomaa turvaa, mutta o3d materiaalin antama suoja on ilmeisesti kuitenkin huomattavasti perinteistä pipoa parempi. (Loukiainen 2007; Karvonen 2006; Kirjalainen 2007.).

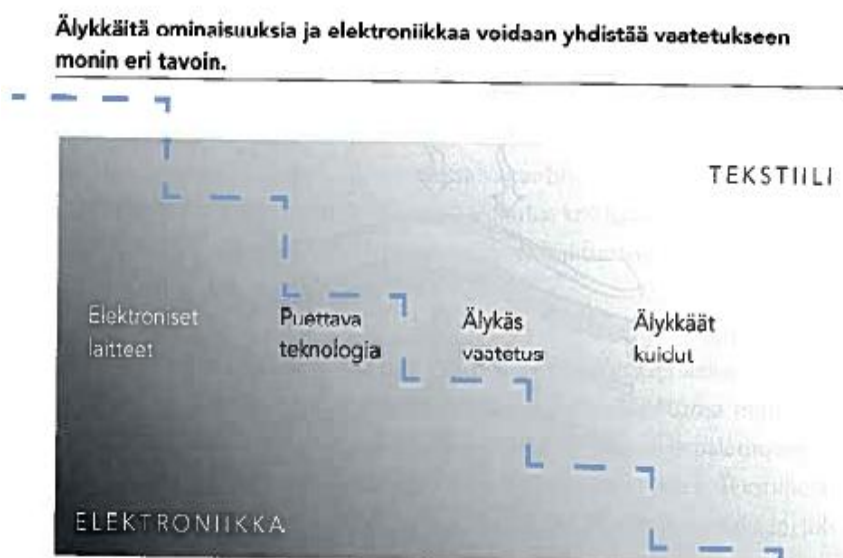
3.5.2 Aukseettiset materiaalit

Aukseettiset materiaalit ovat energiaa absorboivia materiaaleja, joiden poikki leikkaus kasvaa kun niitä venytetään. Aukseettisena materiaalina voi olla metallia, keraamisia- tai polymeeri-materiaaleja tai komposiitteja. Materiaalit kestävät paremmin painautumia kuin tavalliset materiaalit. (Karvonen 2005.)

4 VAATEALUSTA JA VAATTEEN PALVELUT

On kaksi eri käsitettä vaatealusta ja vaatteen palvelut. Nämä termit kuvaavat vaatteen eri ominaisuuksia. Vaatealustan perinteisiä funktionaalisia eli toiminnallisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi hengittävyys ja lämmöneristävyys. Vaatteen palvelut ovat uusia interaktiivisia eli vuorovaikutteisia ominaisuuksia, joita vaatteeseen voidaan yhä enemmän lisätä. Raja puettavan teknologian ja älyvaatetuksen välillä on liukuva koska älykkäitä ominaisuuksia voidaan yhdistellä tekstiilimateriaaleihin ja vaatteeseen monella eri tavalla. Nykyinen suuntaus on menossa tekstiilimateriaalien lisätoimintoihin. Tällöin tarvitaan vähemmän erilaisten materiaalien yhdistämistä ja rikkoutuvia liitoskohtia. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 126).

Oikein valittujen materiaalien ja kommunikaatioteknologioiden avulla parannetaan älyvaatteiden ominaisuuksia. Näin päästään sovelluksiin, joissa lähtökohtana on ihmisen ja elinympäristön mittaaminen. Älyvaatetta voidaankin käyttää lisämuistina, joka tallentaa tietoja käyttäjistä (Hellman). Lisämuistissa ei ole mitään ihmeellistä, kyseessä on vain uusien materiaalien ja nanoteknologian hyödyntäminen (Torikka 2007; Froloff; Laakso 2007; Hellman).



Kuvio 2: Raja puettavan teknologian ja älyvaatetuksen välillä on liukuva (Risikko & Marttila- Vesalainen 2006, 127).

5 ÄLYVAATTEEN TOTEUTUSMAHDOLLISUUDET

5.1 Älyvaatteen rajattomat toteutusmahdollisuudet

Käytännössä älyvaatteeseen usein joko liitetään antureita ja elektroniikkaa tai tuotteissa käytetään materiaaleja, joiden ominaisuudet muuttuvat ympäristön muutoksien mukaan. Sovellus riippuu halutusta toiminnosta ja sen vaatimasta tehosta. Tekniikan kehittyessä mikroelektroniikka pienenee koko ajan ja näin ollen rajattomat mahdollisuudet uusiin sovellutuksiin ovat olemassa. Älykkäitä kuituja, jotka reagoivat ympäristön signaaleihin, voidaan käyttää. Kuitu pystyy muuttamaan pituuttaan sähkövirran kulkiessa sen läpi, jolloin kuitua voidaan käyttää joko sensorina tai kytkimenä. (Risikko & Marttila- Vesalainen 2006, 127, 130.)

Älyvaatteiden keskeisiä sovellutusalueita ovat terveydenhuolto, suojavaatteet ja urheilu. Älyvaatteita on kehitetty etupäässä elintoimintojen valvontaan, tärkeitä sovellusalueita ovat lääketiede, terveydenhoito, urheilu, vapaa-aika ja työvaatesektori. Vaatteeseen integroiduista sensoreista on paljon hyötyä varsinkin hoitoalalla, kun ihmisen omat aistit eivät toimi normaalisti. (Mäki 2002; Laakso 2007; Harinen.)

5.2 Elintoiminnot tarkkailuun

Yhdysvaltalainen Textronics- yritys valmistaa sekä urheiluliivejä, että naisten ja miesten urheilupaitoja, jotka keräävät syketiedot ja siirtävät ne langattomasti ranteessa olevaan sykemittariin. Asusteissa on käytetty tekstiiliektrodeja ja vaatteisiin on ommeltu pienikokoinen lähetin. (Vahle, Ranta 2008, 72)

Britanniassa Boltonin yliopiston materiaalitutkimuskeskuksessa kehitellään rintaliivien prototyyppiä, joka tutkisi onko käyttäjä sairastunut rintasyöpään. Prototyyppiin kiinnitettävät mikroaltoaantennit havaitsevat vähäisetkin lämpötilaerot. Lämpötilan muutokset ovat yksi ensimmäisistä syövän merkeistä, liiveillä pystyttäisiin huomaamaan sairaus varhaisvaiheessa. (Vahle, Ranta 2008, 72)

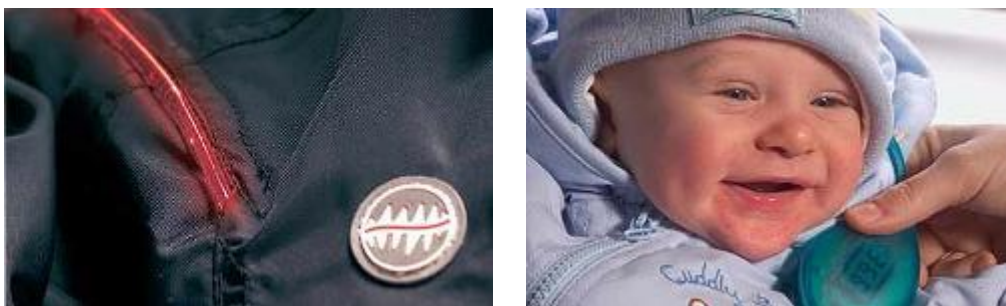
Pisan yliopiston tutkijat ovat kehittäneet urheilijoiden testaamia älyvaatteiden prototyyppejä. Käsineisiin, bodyihin ja sukkiin on integroitu herkkiä antureita. Anturit rekisteröivät lihaksien aktivoituessa syntyviä heikkoja sähkövarauksia. Tieto auttaa urheilijaa hiomaan suoritustaan paremmaksi käyttämällä oikeita lihaksia. (Vahle, Ranta 2008, 72)

5.3 Suomen ensimmäiset sovellutukset

5.3.1 Robotec- haalari

Ensimmäiset kaupalliset älyvaatteet suunnattiin lapsille. Kotimaisen Reiman Robotec- haalareihin kudottiin valaisevia optisia kuituja. Yksi perinteinen heijastinnauha korvattiin valokuidulla, joka näkyy valottomassakin paikassa. Haalarin miehustassa on merkki, jonka alla on elektroniikkaa, joka sisältää valoa tuottavan ledin, pariston ja magneettianturin. Kun hihassa oleva magneetti viedään magneettianturin päälle, valo syttyy. Valo sammuu, kun magneetti tuodaan uudestaan magneettianturin päälle. Näin lapsi voi itse sytyttää ja sammuttaa huomiovalonsa riisumatta rukkasia. Näin saadaan aikaan kiva leikki päiväkodin pihalla. (Jalasto 2006; Harinen 2004.)

Tutan vauvalämpömittarin avulla saa lapsen puettua oikein. Varsinkin talvella vauvan pukeminen on hankalaa tuoreille vanhemmille. Lämpömittari kiinnitetään vauvan vaatteeseen ja sen anturi pujautetaan vaatteen sisään. (Jalasto 2006.)



Kuvio 3: Robotec- haalari ja kuvio 4: Lämpömittari (Jalasto 2006).

5.3.2 Cyberia

Maailman kehittyneimmän älyvaatteen urauurtavan selviytymispuvun prototyypin Cyberian, on luonut silloinen Reima- Tutta Oy yhdessä Lapin yliopiston ja

Tampereen teknillisen yliopiston kanssa. Projekti oli Tekesin rahoittama Reima-Tutta Oy:n tuotekehityshanke. Tampereelta oli mukana elektroniikan opiskelijoita ja Rovaniemeltä tulevia vaatesuunnittelijoita ja teollisia muotoilijoita. Cyberia suunniteltiin arktisissa olosuhteissa yksin työskenteleville ammattilaisille, jotka liikkuvat suksilla, lumikengillä tai moottorikelkalla. Perusideana prototyypin suunnittelussa oli käyttäjälähtöisyys. Älyvaate Cyberia esiteltiin suurelle yleisölle Hannoverin maailmannäyttelyssä kesäkuussa 2000. Reima-Tutta nousi kerralla alan kärkeen maailmalla arktisella Cyberia älyhaalarilla. Projekti tuotti vahvan suomalaisten alan osaavien verkon. (Kuittinen 2009; Tiuraniemi 2000; Inkinen 2000; Jaaksi 2003; Mäki 2002.)

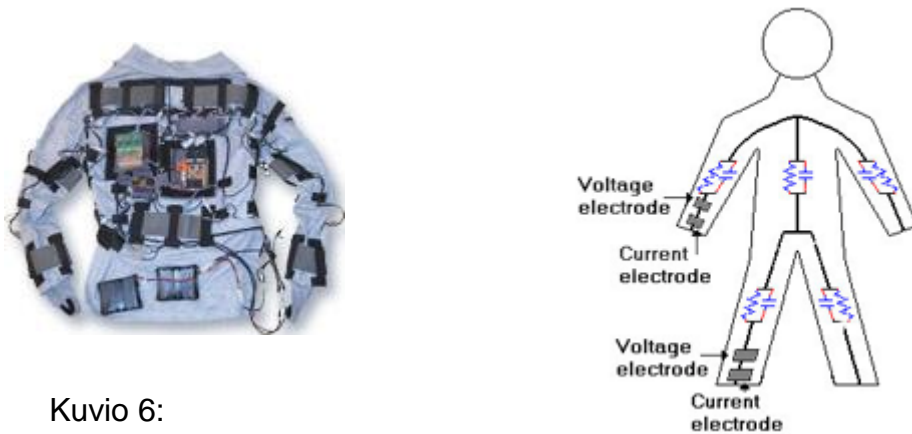
Prototyyppi on omimmillaan yllättävissä tilanteissa, jolloin se toimii käyttäjänsä pelastajana. Onnettomuustapauksessa se tarkkailee käyttäjänsä terveydentilaa ja ympäristöä sekä hälyttää apua itsenäisesti. Hätäsanoman voi lähettää myös puristamalla käyttöliittymää riittävän kauan aikaa. Elektroniikka on kytketty takin tukirakenteen sisään. Prototyyppi haalarissa oli hanskat kädessä toimiva käyttöliittymä, elintoimintoja tarkkailevia laitteita, GPS- ja GSM- tekniikkaa ja sähköinen varaava lämmitys. Teknisiä toimintoja ohjaava käyttöliittymälaitte yhdistyy pukuun johdolla. Myös ei-elektroniset osat kuten jäänaskalit, magneettitaskut, lumikengät, lumensulatustasku ja hypopussi, kuuluvat Cyberia-älyvaatteeseen. (Tiuraniemi 2000; Inkinen 2000)

Cyberian alusvaatteessa on käytetty Outlast- materiaalia, joka pystyy tasaamaan kehon lämpötilan vaihteluita. Alusvaatteeseen integroitu elektroniikka mittaa käyttäjän sydämen sykkeen ja välittää tiedon edelleen prototyypin takkiin sijoitetulle logistiikkayksikölle. Alusvaatteessa on myös sähkövirralla lämpiäviä kuituja. Hypotermian uhatessa prototyyppi kykenee lämmittämään ihmistä. (Tiuraniemi 2000.)

Käyttöliittymä on pieni käteen sopiva näyttölaite, jossa on yksinkertaiset toiminnot, jotta sitä voidaan käyttää jopa paksut käsineet kädessä. Käyttöliittymän valikkojen vaihtuminen perustuu käden edestakaiseen liikkeeseen ja toimintojen valinta puristukseen. Käyttöliittymäratkaisusta on tehty patenttihakemus, koska ratkaisu on ensimmäinen laatuaan. (Tiuraniemi 2000.)



Kuvio 5: Kuvia Cyberia prototyypistä (Tampereen teknillinen yliopisto).



Kuvio 6:

Cyberian lämmitettävä paita ja kehon lämpötilan mittauspisteet (Tampereen teknillinen yliopisto).

6 ÄLYVAATTEESSA KÄYTETTÄVÄ ELEKTRONIikka

6.1 Anturit

Mittaukseen tarvitaan kohdetta aistiva tunnistin. Anturi mittaa kohteen fysikaalista tai kemiallista ominaisuutta, tilaa tai sen muutosta. Anturitekniikka on kehittynyt, anturit ovat pieniä, tekstiilinomaisia ja älyvaate toimii mittausalustana. Ohuilla sähköä johtavilla tekstiilikuiduilla hyvin heikkojen jännite erojen toteaminen on vaikeaa. Anturien liitoskohdat ja kolvaukset on suojattava hyvin kuumuudelta, jotta ne kestäisivät ja toimisivat moitteettomasti kuumassa. Älyvaatteen anturina voivat toimia erilaiset johtavat polymeerit ja uusia anturimateriaaleja hyödynnetään lisää. Älyvaatteen langattomaan mittaamiseen anturilta vaaditaan seuraavia ominaisuuksia:

- kevyt ja pienikokoinen
- kestävä
- vähän tehoa kuluttava, herkkä
- luotettava, tarkka
- taipuisa, joustava, tekstiilinomainen, huomaamaton
- vesipesun kestävä
- halpa
- bioyhteensopiva
- ei irrallisia johtoja -> lähikantaman linkki (tiedonsiirron suojaus huomioitava)

(Vahle, Ranta 2008,73; Väättänen 2006, Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2006; Laakso 2007; Koutola 2003.)

6.2 Näyttö

Älyvaatteesta kerätyn tiedon esittämiseen tarvitaan näyttölaite. On kehitetty OLED- näyttö (organic light- emitting diode eli orgaaninen hohtodiodi) missä pienistä valoa hohtavista diodeista rakentuu kuva, mikä voidaan upottaa kankaan sidokseen huomaamattomasti. Oled- näytön huomaa vain silloin kun se on

käytössä. Näyttö on ohut ja taipuisa ja mahtuu pienimmillään nappiin. Jos vaateen näyttö on yhteydessä internetiin ja paikannus järjestelmään, käyttäjä voi määrittellä sijainnin vaatteensa avulla. (Vahle, Ranta 2008, 73.)

6.3 Painikkeet ja kytkimet

Sähkölaite tarvitsee virtakytkimen toimiakseen ja painikkeen laitteen hallintaan. Ennen painikkeet olivat kovia ja kulmikkaita. Nyt ne on kehitetty pehmeiksi ja litteiksi tekstiileihin sopiviksi. Painikkeet voidaan integroida vaateen nappeihin. Huomaamattomia matkapuhelimen tai mp3-musiikkisoittimen ohjauspaneeleita ja kytkimiä voidaan kiinnittää takkeihin tai käsineisiin. Sähkölaitteiden ohjaamiseen käytettyjen painikkeiden pitää olla iskunkestäviä ja vesitiiviitä. (Salonen, 2002; Ranta 2008, 73,).

Jos vaate valmistetaan sähköä johtavasta kuidusta, se voi toimia useita laitteita yhdistävänä alustana. Silloin kämmentietokonetta, matkapuhelinta, kameraa, mediasoitinta tai satelliittipaikannuslaitetta ei tarvitse kuljettaa taskussa vaan ne voidaan upottaa vaatteeseen. (Vahle, Ranta 2008, 70).

6.4 Johdot

Sähkölaitteiden yhdistämiseen tarvitaan johtoja. Yleensä johdot ovat metallilankoja, ja langat on kudottu tekstiiliin. Langat eivät ne saa katkeilla käytön aikana. Venyttely ja taivuttelu eivät saa rikkoa johtoja. Katkeamisen estämiseksi metallilangat pitää suojata esimerkiksi lujalla polyesterilangalla. (Vahle, Ranta 2008, 73).

Pesunkesto on ehdoton edellytys älyvaatteelle. Sveitsin teknillinen korkeakoulu on kehittänyt metallilangan, jolla luodaan yhteys elektronisten komponenttien välille vaatteissa. Kupariydintä suojaa hopeapinnoite, joka estää kuparia liukenemasta veteen. Muovieristekerros on päällimmäisenä. Tanskalainen Ohmatex valmistaa pesunkestäviä polyesterinauhoja, joiden sisässä kulkee yhteyttä luovia metallilankoja. (Vahle, Ranta 2008, 73).

6.5 Antenni

Joustava ja muotonsa säilyttävä antenni mahdollistaa langattoman tiedonsiirron. Jos antennin muoto muuttuu, myös sen ominaisuudet muuttuvat. Tämä tuo oman haasteensa antennin ompelemiseen kankaaseen tai sen upottamiseen vaatteeseen. Belgiassa Kentin yliopistossa on löydetty osittainen ratkaisu edellä mainittuun ongelmaan: joustava tekstiili antenni, joka toimii jopa rullalle käärittynä. Toimivuus perustuu antennin pinta-alaan joka säilyy samana vaikka antenni kääritään rullalle. (Vahle, Ranta 2008, 73).

6.6 Virtalähde

Älyvaatteen tiedonkäsittelyyn tarvitaan sähköä. Vaatteen eri osat viestivät keskenään radioaalloilla, joten kaapelirykelmiä ei tarvita. Nykyään valmistetaan pienikokoisia ja tehokkaita akkuja, onneksi, sillä paristojen raahaaminen taskussa tai vyössä ei miellytä vaatteen käyttäjää. Paperinohutta joustavaa paristoa, joka ei juuri erotu kankaasta, ollaan juuri kehittämässä. Älyvaatteessa voi olla myös aurinkokennoja, jotka lataavat akkuja. Yhdysvaltalaiset tutkijat ovat kehittäneet nanokuidun, joka muuttaa ihmisen liikkeit sähköksi. Näin ollen älyvaate ei tarvitse akkua ollenkaan. (Salonen 2002; Vahle, Ranta 2008, 73).

6.7 Yhteys näyttölaitteeseen.

Näyttölaitteeseen luodaan yhteys joko analogisella tai sähköisellä signaalilla. Signaalia muokataan tai käsitellään ja lähetetään eteenpäin mittausinformaatio pisteeseen. Nykyään käytettäessä langatonta verkkoa, on otettava huomioon sen luotettavuus ja tietoturva. Uusille käyttäjäsovellutuksille on tarvetta kun luodaan yhteyttä näyttölaitteeseen. (Lahti 2005)

Toiminnallinen luotettavuus ja vähäinen häiriöherkkyys ovat tärkeimmät edellytykset kun luodaan yhteyttä näyttölaitteeseen. Signaalien älykkäällä käsittelyllä suljetaan pois virheelliset arvot, minimoidaan väärät hälytykset, hoitoalalla varsinkin, ja keskitytään merkitsevien elintoimintojen muutoksien havaitsemiseen ja niihin reagoimiseen. Apuna voidaan käyttää uusia matemaattisia menetelmiä. (Lintu ym. 2005, 2059.)

7 MITEN ÄLYVAATE ON HYÖDYNNETTY TEOLLISUUDESSA

7.1 Älyvaatetutkimuksia

7.1.1 Tekes

Tekes (Teknologian edistämiskeskus) on rahoittanut useita älyvaateprojekteja Suomessa. Projekteissa on selvitetty älykkäitä soveltuvuuksia eri aloille. WareCare- hanke tarkasteli älykkäiden ratkaisujen soveltuvuutta palvelualan, terveydenhuollon sekä raskaan teollisuuden ammattiasuihin. I-Sport- projektissa tutkittiin älykkäitä urheiluvaatteita missä kohderyhmänä olivat seikkailulajien harrastajat. Cyberia hankkeessa Reima- Tutta valmisti selviytymisvaatteen prototyypin arktisiin olosuhteisiin yhteistyössä muiden hankkeeseen osallistuneiden kanssa.(Torikka 2007; Uotila 2002.)

7.1.2 Suomen Akatemia

Suomen Akatemian rahoittama projekti Puettavan älykkyyden tutkimusmenetelmät ja mallit Methods and Models for Intelligent Garment Design (MeMoGa) vuosina 2003-2006 oli mittava hanke. MeMoGa- hankkeen tavoitteena oli kehittää puettavan älykkyyden tutkimukseen ja suunnitteluun soveltuvia metodeja sekä malleja ja tutkia muun muassa älyvaatteiden käytettävyyteen ja sosiaaliseen hyväksyttävyyteen liittyviä asioita (Karvonen 2005; Loukiainen 2007). Hanke lähestyi uutta monitieteellistä tutkimusaluetta vaatetussuunnittelun, kuitumateriaali-tekniikan ja fysiologian tutkimuksen kautta. MeMoGa:n osatutkimuksena oli lihasten sähköisen toiminnan mittaamiseen tarkoitettujen tekstiilisten elektrodien käytettävyyden selvittäminen. Myös työturvallisuuden parantamiseen etsittiin ratkaisuja. (Karvonen 2005; Loukiainen 2007; Fysioterapia 2006).

7.1.3 My-Heart hanke Euroopassa

Euroopassa on kestänyt useita vuosia vuonna 2004 alkanut EU:n tukema My-Heart tutkimushanke, joka kehittää älyvaatteita elintoimintojen valvontaan. Projektiin on osallistunut 10 maasta 33 organisaatiota. Hankkeen tavoitteena on pienentää sydän- ja verisuonitaudeista johtuvien kuolemantapausten määrää.

My- heart hankkeen yksi konkreettinen tuotos on italialaisen Smartex yrityksen kehittämä sydämen sykettä ja hengitysrhythmiä tarkkaileva aluspaita. Anturit ja johdot on kudottu osaksi vaateen neulosta. Paitaa on miellyttävä käyttää ja sen voi tarvittaessa pestä. Paidan keräämät tiedot siirtyvät tietokoneeseen reaaliajassa Bluetooth- liitännän tai matkapuhelinverkon kautta pieneen kannettavaan lähettimeen. Älypaita soveltuu hyvin kroonista sydänvaivaa sairastavan valvontaan ja sydänleikkauksesta toipuvan silmälläpitoon. Älypaita voi tehdä hälytyksen, jos potilaan tila muuttuu huolestuttavasti. (Vahle, Ranta 2008, 72)

7.2 Älyvaatteesta huvia ja hyötyä

Ensimmäiset kaupallisella alalla läpilyöneet älyvaatteet suunnattiin kuntoilijoille ja urheilijoille. Tekniset urheiluasuut saivat myöhemmin lisää toimintoja kun asuihin alettiin lisätä elektroniikkaa. Uusimmat versiot ovat erittäin käyttäjäystävällisiä, irralliset johdot ovat väistyneet tekstiiliananturien vallatessa markkinat.

7.2.1 Adidaksen ja Polarin yhteistyö

Adidaksen ja suomalaisen Polarin yhteistyö on tuonut Suomen markkinoille ensimmäisen älykkään Adistar Fusion- juoksuasuusteen.



Kuvio 7: Adidaksen Fusion asun toppimalleja ja rannetietokone (Jalasto 2006)

Fusion -asuun kuuluvat joustavat juoksukengät, vartaloa myötäilevä toppi ja juokсутietokone, joka kiinnitetään ranteeseen. Toppiin ja kenkiin upotetut sensorit mittaavat sykkeen, askeleet, juostun matkan ja nopeuden reaaliajassa ja

lähettävät tiedot langattomasti juoksijan rannetietokoneeseen. Sykkeen ja juoksunopeuden tietojen perusteella juoksija näkee näytöltä juoksuindexin sekä muun muassa askeltiheyden. Sisäänrakennetut pehmeät POLAR- tekstiilikuidut mahdollistavat sykkeenmittauksen ilman erillistä lähetinosaa. Lähetinyksikkö kiinnitetään suoraan toppiin. Toppi on valmistettu ClimaCool® kankaasta, joka poistaa lämpöä ja hikeä. (Jalasto 2006; Peltoniemi 2006.)

Asun mukana tulee tietokoneohjelma, johon voi ladata juoksun aikana tulleet tiedot. Kuntoilija voi suunnitella henkilökohtaisen kunto-ohjelman ja seurata kuntonsa kehitystä tietokoneohjelman avulla. Näin Fusion toimii henkilökohtaisena kuntovalmentajana (Jalasto 2006.)

Adidaksen nimellä myytävät uudet juoksuvaatteet kommunikoivat langattomasti suoraan ranteessa olevan juokсутietokoneen kanssa. Uusissa juoksuvaatteissa on pehmeät, juoksijan sykkeen tunnistavat sisäänrakennetut tekstiilikuidut ja vaatteisiin suoraan kiinnitettävä lähetinyksikkö, joka lähettää tiedot juoksijan ranteessa olevalle Polar RS800- juokсутietokoneelle. (Peltoniemi 2006.)

Virpi Lahden tekemässä tutkimuksessa Älynväläyksiä juoksuasuissa Polar- Adidas AdiStar Fusion harjoittelujärjestelmän tai vastaavien kokonaisuuksien vähäinen hyödyntäminen kestävyysjuoksussa oli yllättävää. (Lahti 2007; Karvonen 2006.)

7.2.2 Niken ja Applen yhteistyö

Adidaksen kilpailija Nike on julkaissut yhdessä Applen kanssa toisenlaisen yhteistyön, jossa Niken juoksupuoliset yhdistetään Ipod- musiikki soittimeen. Suurin osa juoksijoistahan kuuntelee musiikkia juostessaan ja nyt juoksijan on mahdollista kuunnella Ipodista myös juoksijaa kiinnostavaa tietoa; vauhdin, juostun matkan, juoksupuolteen sekä poltetun energian määrän. Nike on yhdistänyt anturit juoksupuolteen sisälle. Sensori, jolle on sopiva kolo kenkien pohjalla, ostetaan Nike+Ipod Sports Kit- paketissa. Samassa paketissa on myös pieni lisälaite, joka yhdistetään Ipodiin, Laite kerää kenkien anturien tuottamat tiedot langattomasti. Napin painalluksella voi kuunnella juoksupuolteen Ipodista puheena. (Kotilainen 2006.)

7.2.3 Stressin tunnistava mielialapusero

Massachusettsin teknisessä korkeakoulussa on kehitetty pienikokoinen, vaatteisiin helposti liitettävä järjestelmä, joka tarkkailee elintoimintoja. Laite pystyy valvomaan hengitystä, ihon sähkönjohtavuutta, lämpötilaa, verenpainetta, sydämen sykettä ja lihasten sähkövirtaa. Elektrodit kiinnitetään suoraan iholle, ja ilmaisinten vastaanottama tieto voidaan esittää vaatteeseen liitettyllä näytöllä, joka tuottaa tekstiä. (Salonen 2002.)

Tällaisen älypuseron käyttäjä pystyy seuraamaan esimerkiksi stressitasoaan tietyn ajanjakson aikana. Tarkkailtavia stressin merkkejä voisivat olla vaikkapa muutokset ihon sähkönjohtavuudessa, sydämen sykkeessä ja keskimääräisessä hengitystiheydessä tai näiden kaikkien ja muiden tekijöiden yhdistelmässä.

Käyttäjä pystyy määrittelemään oman stressiprofiilinsa ja antamaan järjestelmälle raja-arvot, joiden ylittyessä mielialapusero ilmoittaa: ”lopeta työ”, ”mene syömään”, ”pidä tauko”. Usein mukaansa vievän, mielenkiintoisen työn tekijät eivät aina ajoissa huomaa ajan kulumista, eivätkä erilaisia rasituseireita. (Salonen 2002.)

7.3 Clothing+

Älyvaatteiden suunnittelijat uskoivat 2000-luvun alussa, että älyvaatteet saadaan kauppoihin muutamassa vuodessa. Reima perusti älyvaatebisnestä varten EU-rahoitteisena tutkimusprojektina Clothing+ nimisen tutkimuskeskuksen. Yrityksen tarkoituksena oli tuotteistaa Cyberia- puvun yksittäisiä toimintoja. Työ oli erittäin vaativaa koska elektroniikan ja tekstiilien mekaaniset ominaisuudet ovat niin erilaisia ja massatuotannossa näiden yhteensovittaminen tuntui lähes mahdottomalta. Vuonna 2003 kauppoihin saatiin olkavyö, joka toimi telakkana matkapuhelimelle. Vyössä oli mikrofoni ja kaiutin. Vyön avulla laskettelija pystyi soittamaan puheluita koskematta kännykkään. Olkavyöstä tuli kuluttajalle aivan liian kallis. Niinpä siitä tehtiin riisuttu malli, joka oli periaatteessa tekstiiliin tehty tavallinen handsfree. (Kuittinen 2009.)

Clothing+ törmäsi uusiin haasteisiin. Mitä jakelukanavaa voi käyttää kun valmis olkavyö tuli markkinoille, vaatekauppaa vai elektroniikkaliikettä? Vaatemyyjiä ei kiinnostanut opetella elektroniikan hienouksia ja elektroniikan myyjät eivät olleet tottuneet myymään vaatteita. Lisää askarruttavia kysymyksiä; mihin rikkoutunut

älyvaate piti lähettää korjattavaksi? Yritys joutui kassakriisiin ja vähensi työntekijöitään. Nyt Clothing+ valmistaa Polarille tekstiilisiä sykettä mittaavia anturilähettämiä. (Kuittinen 2009.)

Sykemittarit ovat kuntoilijoiden arkipäiväisiä apuvälineitä. Polarin tekstiilinen sykevyö on Cyberian peruja ja mittaa huomattavasti tarkemmin sykettä ja on miellyttävämpi käyttää kuin vanhanmallinen laite. Sykevyö koostuu kiinnitysvyöstä, jonka materiaali on tekstiiliä ja lähetinyksiköstä. Polar Wearlink+ sykevyö kestää konepesua. Koodattu Wearlink-lähetin ehkäisee muiden lähistöllä olevien sykemittareiden aiheuttaman häiriön. Polar W.I.N.D. teknologia ehkäisee häiriöitä ulkoisista lähteistä kuten esimerkiksi voimalinjoista. Lähettimen paristo kestää noin kaksi vuotta kun viikoittainen harjoitus on 10 tuntia. Lähetin on vesitiivis 30 metrin syvyyteen asti. Rintakehän ympärille kiinnitettävän laitteen lisäksi on saatavana vaatteisiin sulautettuja sykemittareita. (Kuittinen 2009; Scandinavian outdoor.com 2009; Polar 2009.)

Clothing+:n kehittämiä muita tuotteita ovat Cyberian ja sykepanta Wearlinkin lisäksi ovat uintimatkamittari, Robotec- lasten haalari ja vauvan lämpömittari. (Kuittinen 2009; Ratikka 2005).

7.4 Rukka SRO Anatomic- ajoasu

Rukka on kehittänyt älykkään Rukka SRO Anatomic- ajoasun moottoripyöräilijöille. Asussa on hyödynnetty APS- teknologiaa (Active Protection System, aktiivinen suojausjärjestelmä). Normaalikäytössä APS- suoja on hengittävä, pehmeä ja joustava. Materiaali jäykistyy ja vaimentaa iskua kun siihen kohdistuu äkillinen voima, suojaten asun käyttäjää. Astronaueteille kehitettyä lämpöä säätelevää faasimuutosmateriaalia, Outlastia, on käytetty sisävuorissa. Housuissa on käytetty Keprotec Antiglides materiaalia, joka estää liukumisen.. Asua täydentää samaa designia jatkavat kypärä, saappaat ja jopa moottoripyörä BMW R 1200 R. (Rukka 2008.)



Kuvio 8: Rukka SRO Anatomic- ajoasu (www.rukka 2008).

7.5 Palomiehen suoja-asu, älykäs palopuku

Suomessa Tampereen teknillinen Yliopisto (TTY) yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun Sovelletun elektroniikan laboratorion, VTT Tietotekniikan ja muutaman yrityksen kanssa on CLAN- projektissa kehittänyt prototyypin älykkäästä palopuvusta. (Kärki 2005; Kaskinen 2006) Myös tanskalaistaustainen Viking on kehittänyt palomiehen suoja-asun (Vahle, Ranta 2008, 70).

7.5.1 CLAN- projekti

CLAN- projekti kehitti vaatetukseen integroitavaa langatonta lähiverkkoa, jonka avulla palomiesten työ voidaan toteuttaa turvallisesti. Kohderyhmänä olivat palomiehet ja suunnittelutyön lähtökohtana olivat palomiesten omat näkemykset fyysisesti ja henkisesti vaativien savusukellus ja sammutustehtävistä. Nykyiset palopuvut ovat erittäin hyvin lämpösäteilyltä suojaavia ja vaarana sammutus tai savusukellustehtävissä on erilaiset lämpökuormituksesta johtuvat sairaudet tai esim. suojainten sulaminen. Yleensä palovammat kohdistuvat maskin ja suojahupun väliselle alueelle sekä olkapäihin. Lämpökuormituksesta johtuvat sairaudet kuten auringonpistos, lämpöpyörtyminen, lämpöuupuminen ja lämpöhalvaus voivat johtaa usein toistuessaan pysyvään lämmönsietokyvyn heikkenemiseen. (Kärki 2005, Työvaateverkosto 2006.)

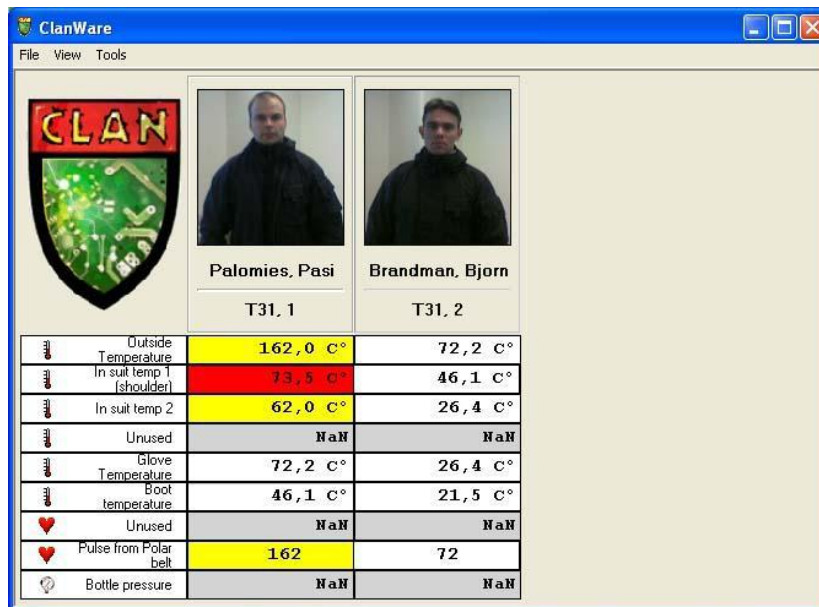
Ideariheen osallistui noin 10 projektiryhmäläistä ja 15 palomiestä. He ideoivat viiden hengen ryhmissä ja ryhmätöiden purkuvaiheessa tulivat esille seuraavat ideat:

- lämpötilan mittaus
- palomiehen suorituskyvyn ja rasituksen mittaus
- tiedot ympäristöstä
- sijainnin määrittäminen
- kommunikaatio
- hapen riittävyys
- muuta esim. putoamisen tunnistus, ID, puku tarkkailee omaa kuntoaan, etäsensorit

Ideariihen tulosten perusteella haastateltiin viittä palomiestä keväällä 2004. Tarkoituksena oli priorisoida, karsia ja täydentää ideoita. Haastattelujen perusteella lämpötilaan liittyvät mittaus- ja monitorointimenetelmät koettiin tärkeimmiksi ominaisuuksiksi uudenlaiseen älypukuun. Myös tietojen jälkikäteinen tarkastelu todettiin tärkeäksi. (Työvaateverkosto 2006, Väättänen 2006.)

Ensimmäisessä konseptissa paikantaminen ja puheensiirto jätettiin pois älyvaatteesta, jatkettiin prototyyppipuvun rakenteellista suunnittelua, suunniteltiin käyttöliittymän visualisointia ja kehitettiin antureita, EKG-paitaa ja elektroniikkaa. Ohjelmassa oli myös ohjelmistosuunnittelua, signaalinkäsittelyä ja langattomien yhteyksien (radiomodeemi, induktiiviset linkit) kehitystyötä. (Työvaateverkosto 2006; Väättänen 2006.)

Suomessa kehitetyn palomiehen älypuvun mittaamia tietoja käyttäjästä ja ympäristöstä siirretään langattomasti ulkopuoliseen päätelaitteeseen, jota kuljetetaan paloautossa. Kannettavan tietokoneen ohjelma viestii kunkin työskentelevän palomiehen ClanBox- yksikön kanssa radioverkossa ja siirtää monitoroidun datan ja visualisoi sen reaaliajassa. Palotilanteen ulkopuolella valvoja voi tarkkailla päätteeltä palomiesten tietoja. Esimies voi seurata palomiesten vaatetuksen ulko- ja sisäpuolista lämpötilaa, vaatetuksen sisäpuolista kosteutta, ilman riittävyttä paineilmapulloissa, sykettä, hengitystä sekä ympäristön lämpötilaa, kaasuja ja kemikaaleja. Esimies voi kutsua palomiehen pois jos jokin mitattavista suureista ylittää sille asetut raja-arvot. (Kärki 2005; Väättänen 2006; Kaskinen.2006; Työvaateverkosto 2006.)



Configure firemen

Firemen:
 Brandman, Bjorn
 Palomies, Pasi

Suit ID: 511 Allowed suit IDs

First name: Pasi

Last name: Palomies

Date of birth: 25. joulukuuta 1981

Change picture...

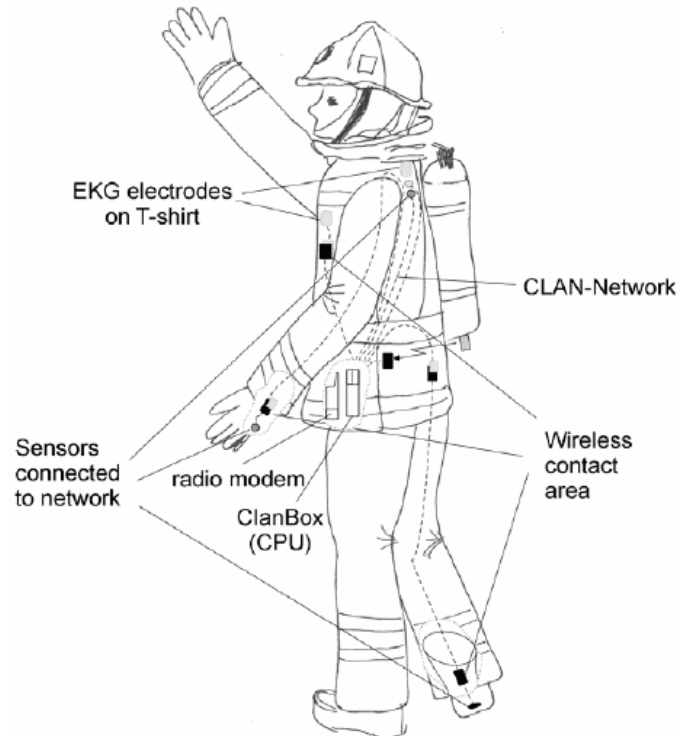
Add Remove

OK Cancel

Kuvio 9: CLANWare- käyttöliittymä (Väätänen 2006).

Paloasuun integroitiin ulkopuolelle yksi kiinteä anturi ja sisäpuolelle kolme kiinteää lämpötilaa mittavaa anturia. Hansikkaasta ja saappaasta tiedonsiirto toteutettiin induktiivisilla linkeillä palopukuun. Vaatteessa on sykevyö tai EKG-paita sekä langaton happipullopaineen mittaus (Suunnon pullopaine mittaus). Kaikki tiedot menevät pukuun liitettyyn CLANBoxiin, josta ne lähetetään kootusti radiomodeemin kautta kannettavaan tietokoneeseen. Clan- radioverkon toiminta perustuu osoitteisiin ja kiertokyselyyn. ClanBoxin ohjelmisto kerää viimeisimmän mittaustiedon jokaiselta anturilta, muodostaa datasta Clan- protokollan mukaisen paketin ja odottaa kyselyä verkon isäntäsolmulta. Kyselyn saavuttua ohjelma lähettää paketin isäntäsolmun osoitteeseen ja alkaa muodostaa uutta pakettia.

Tietokoneeseen asennettu CLANWare- ohjelmisto ja -käyttöliittymä näyttävät tiedot yksilöitävien palomiesten lämpö- ja fyysisestä kuormituksesta helposti tulkittavina taulukkoina. Samalla kone kerää lokitietoja, joita voidaan tarkastella myös myöhemmin tilanteiden jälkianalyseissä. Käyttöliittymä, mikä kehitettiin langattomaan verkkoon, on selkeä ja sen hälytys ja varoitusvärit ymmärrettäviä. (Väätänen 2006; Työvaateverkosto 2006.)



Kuvio 10: Prototyypijärjestelmän osat (Väätänen 2006).

7.5.2 Vikingin valmistama paloasu

Tanskalaistaustainen Viking- yritys valmistaa uusia älykkäitä suoja-asuja myyntiin. Puku suojaa palamiselta sekä varoittaa käyttäjää olosuhteiden muutoksista. Ohjausyksikköä ja akkua kuljetetaan puvun taskussa. Suojapuvussa on kahdenlaisia lämpötila-antureita. Toiset anturit mittaavat lämpötilaa puvun sisältä ja toiset puvun ulkopuolelta. Järjestelmä varoittaa käyttäjää hihaan sijoitetuilla hohtodiodeilla, jos lämpötila nousee vaarallisen korkeaksi. Myös takana olevat työntekijät saavat varoituksen, sillä toinen hohtodioditaulu on sijoitettu puvun takaosaan. (Vahle, Ranta 2008, 70-71.)

Varoitusvalot alkavat välkkyä kun lämpötila puvun sisäpuolella ylittää 50 astetta tai kun lämpötila puvun ulkopuolella on yli 250 astetta. Tällöin palomies tietää, että hänen kannatta poistua tai valmistautua poistumiseen palopaikalta. Kun vastaavat lämpötilat kohoavat 68 ja 350 asteeseen varoitusvalojen välkyntä kiihtyy. Nyt puvun käyttäjä ja lähiympäristö tietää, että paikalta on poistuttava viipymättä. (Vahle, Ranta 2008, 70-71.)

Suoja-asu vaikuttaa yksinkertaiselta mutta taustalla on pitkällinen kehitystyö. Koska järjestelmän on toimittava luotettavasti kaikissa olosuhteissa, puvussa on niukasti soveltuvia materiaaleja ja tekniikkaa. Kuumuutta ja kosteutta sietävä laitteisto ei saa vaikeuttaa palomiehen työskentelyä. Tavallisia johtoja ei voi käyttää järjestelmän osien keskinäisessä viestinnässä koska metalli johtaa tehokkaasti lämpöä. Jos kehoa lähellä olevien antureiden kuparijohto kulkee näyttölaitteeseen puvun ulkopuolelle ja kuumuus pääsee johtuman sitä pitkin, suoja-asu ei suojaa toivotulla tavalla. Kuparisäikeet onkin päällystetty eristeellä ja ne on kudottu tekstiilinauhan sisään. (Vahle, Ranta 2008, 70-71.)

8 ÄLYVAATTEEN KEHITTÄMISHAASTEET

8.1 Kehittämishaasteita yleensä

Suomi on osaamisen huippumaa. Suomen innovaatioympäristö on arvioitu monissa kansainvälisissä vertailuissa yhdeksi maailman parhaista.

Suomen vahvuuksiksi vertailut nostavat avoimen ja toimivan vuorovaikutuksen yritysten ja tutkimusmaailman välillä, osaavan tutkimus- ja kehityshenkilöstön, tutkimus- ja kehitysinvestointien määrän, koulutusjärjestelmän sekä innovaatiotoiminnan laaja-alaisuuden (Hantula 2009, 47).

Tekstiili- ja vaateteollisuus ry:n jäsenyritysten palveluksessa olevien henkilöiden määrä on vähentynyt noin 35% vuodesta 1996 vuoteen 2006. Tuotanto on bruttoarvoltaan kuitenkin kasvanut jonkin verran sillä teknisten tekstiilien tuotannossa on ollut kasvua. Näyttää siltä, että kansainvälisesti menestyvän tekstiiliyrityksen kannattaa keskittyä teknisiin ja erikoistekstiileihin. Tuotekehitys kannattaa pitää suomalaisten yritysten omissa käsissä. (Tekes.)

Jotta vaatteisiin liitetyt älykkäät ominaisuudet todella tulevat osaksi arkipäivää, vaatetuksen käyttömukavuus ja huolto-ominaisuudet ovat tärkeitä seikkoja. Vaatteeseen integroidun elektroniikan ja muiden komponenttien vuoksi pesu ja huolto tuottavat ongelmia. Usein mekaanisten ominaisuuksien kehitystyö saattaa kestää kauan kuten esimerkiksi ajallinen kestävyys tai toimivuus eri olosuhteissa. Myös uusien materiaalien kalleus hidastaa niiden käyttöönottoa. Älyvaatteen sähköisten osien on oltava niin pieniä, kevyitä ja taipuisia, että vaatteen käyttäjä ei huomaa niitä ollenkaan. (Risikko & Marttila- Vesalainen 2006, 132; Vahle, Ranta 2008, 73.)

Uudet innovatiiviset materiaalit sekä elektroniikka ja erilaiset komponentit yhdistettynä vaatteeseen vaativat uudenlaisten testausmenetelmien kehittämistä (Karvonen 2005). Tämän päivän tekstiilien tuotekehitystä ovatkin printattava elektroniikka, sähköä johtavien lankojen brodeeraus, sähköä johtavat polymeerit,

nanoluokan kalvot, 3D-kudonta, kuituoptiikka, transduuserit ja tekstiilipohjaiset energialähteet. Älykkäille tekstiiliratkaisuille löytyy lukuisia sovellusalueita myös teknisten tekstiilien alueella. (Teittinen 2007.)

Kehitystyössä tulisi ottaa huomioon älyvaatteen turvallisuus ja hinta. Älyvaatteen on ehdottomasti oltava käyttäjälleen turvallinen. Sähköiskun vaara tai vaatteen epäluotettavuus eivät anna käyttäjälle hyvää kuvaa älyvaatteesta. Myös hinnalla on kuluttajalle merkitystä. Ainoastaan kuntoilijat ja urheilijat ovat valmiita maksamaan enemmän älyvaatteen tuomista hyödyistä. (Karvonen.2005; Hallikainen 2005.)

Älyvaatetta kehitettäessä tärkeintä olisi muistaa normaalin, keskiverto ihmisen arkielämä ja arkipäiväiset tarpeet, älyvaatteen toiminnallisuutta unohtamatta. Älyvaatetutkimuksessa tarvitaan informaatiotekniikka, anturitekniikkaa ja lääketieteellistä tutkimusta (Harinen 2004). Jos elektroniikka-alan ammattilainen yksin kehittää älyvaatteen siitä tuskin tulee käytettävä ja kuluttajaa miellyttävä (Hallikainen 2005). Tekniikka voi hyödyntää älyvaatteessa, jota käytetään ikääntyvän ihmisen kotihoidon tukena, kuntoutuksessa työturvallisuuden lisäämisessä ja vapaa-ajan harrastuksissa.

Yksi huomattava askel eteenpäin on, kun ihmisen tuottamaa liike- ja lämpöenergiaa voidaan muuntaa ja käyttää tehokkaasti puettavan teknologian tarvitsemana tehonlähteenä. Massachusettsin teknisessä korkeakoulussa onkin tutkittu mahdollisuuksia liikkumisen tuottamasta energiasta. Kokeiden mukaan kävelyn tuottama energia näyttää lupaavimmalta. On mahdollista saada energiaa myös hengityksestä, sydämen sykkeestä tai ruumiinlämmöstä. Elimistömme kuluttaa energiaa 100 - 200 watin teholla, enemmänkin kun pitää ponnistella ankarasti. Akut ja paristot voisi unohtaa jos lämpöenergian muuttaminen sähköksi onnistuisi. Tarvittaisiin kuitenkin niin suuri lämpötilaero lämpöenergian muuttamiseen sähköksi, että se ei taida onnistua. Keskikokoisen miehen kävelyssä kuluu mekaanista energiaa noin 70 watin teholla Starnerin mukaan. Kengänpohjaan voisi asentaa pietsosähköistä materiaalia, joka muuttaisi mekaanisen liikkeen sähkövirraksi. Sähkön sykäyksittäin tuoma energia ei olisi ongelma sillä sähkö voitaisiin varastoida pieneen akkuun. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 133; Salonen 2002.)

8.2 Urheilu- ja vapaa aika

Urheilun ja liikunnan alalla haetaan seuraa sykemittarille. Kehon nestemäärän mittaaminen urheilusuorituksen aikana olisi hyödyllistä suorituskyvyn säilymisen kannalta. Harva liikkuja osaa kuunnella kehoaan ja juoda ajoissa, jotta välttyisi nestehukalta. (Laakso 2007.)

Jotta mittaustulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja, sensoreiden pitäisi olla mahdollisimman lähellä kehoa. Tekstiilianturin saa lähemmäs kehoa ja näin ollen mittausvarmuus lisääntyy. Varsinkin pienillä ihmisillä on ollut hankaluuksia Polarin muovisen sykepannan käytössä. (Hellman; Harinen 2004.)

On loogista kerätä antureilla suorituksenaikeista tietoa liikkujan ranteeseen. Toisena vaihtoehtona on kännykkä tai jokin muu mukana kulkeva päätelaite. Näin valmentaja voi saada suoraan matkapuhelimeensa tietoa kokonaisen joukkueen pelaajien ottelunaikaisesta kunnosta. Ranteesta ei enää seurata vain sydämen toimintaa. Kuntosalilla älyvaate kertoo heti ranteeseen lihaksien tehon vaikkapa penkkipunnerruksen jälkeen. Vaate ilmoittaa myös tehtiinkö suoritus oikeilla lihaksilla. Tietoa vaikkapa suorituksen tehosta tai liikkeiden kiihtyvyyksistä pystytään samassa laitteessa yhdistämään ja tietoa antavia antureita voi olla myös urheiluvälineissä, kuten suksissa tai tennismailoissa. Tulevaisuudessa ihminen voisi asentuttaa tietoa tarjoavia antureita myös suoraan ihon alle. (Ziemann.)

Kuituihin upotetut anturit tarkkailevat kantajan pulssia, verenpainetta ja ruumiinlämpöä tulevaisuuden urheiluasuissa. Urheilijan saapuessa kuumissaan illalla kotiin hän riisuu data-asunsa, hänen ympäristönsä kanssa kommunikoivat alusvaatteensa voivat pyytää kodin lämmönsäätelyjärjestelmää laskemaan lämpötilaa. Kun muutaman tunnin yön jälkeen yövaatteet havaitsevat, että nukkujan aineenvaihdunta on hidastunut ja lämpötila laskenut, lämmittimelle lähtee viesti, että lämpötilaa voi taas nostaa. (Salonen 2002.)

8.3 Hoitoala

Terveystieteiden alalla antureiden täytyy pystyä rekisteröimään potilaan elintoimintoja kuten esimerkiksi ruumiinlämpöä, sydämen ja keuhkojen toimintaa, happi saturaatiota, kehon nestemäärää, ihoon kohdistuvaa painetta, ihon

sähköjohtavuutta, verenpainetta, lihasten sähkövirtaa ja ihmisen liikkeitä. Ikääntyvien ihmisten hoidossa älyvaatteelta odotetaan paljon. Vaatemaaiset kuidut kuten joustavat piirilevyt ja elektroniikan miniatyrisointi mahdollistavat tavoitteen. Vaarojen varoittamisen lisäksi tulevaisuuden älyvaate kannustaa terveisiin elämäntapoihin. Vanhuksille ja varsinkin dementia potilaille olisi hyvä kehitellä vaate, joka kertoisi suunnan ja etäisyyden näytölle myös silloin, kun haun kohde on saman rakennuksen eri kerroksessa. Hoitoalalla älyvaatteen sovelluksista ja teknologiasta odotetaan paljon. (Teema 2006; Suomen muistiasiantuntijat ry; Mäki 2002; Salonen 2002)

Tulevaisuudessa älyvaatetta voidaan hyödyntää myös terveydenhuollossa ja lääketieteessä. Hoitoalan älyvaate sovellus toteutuksien täytyy lähteä liikkeelle hoidossa vallitsevasta tilanteesta ja tarpeesta ja soveltaa tekniikkaa näiden tarpeiden mukaiseksi. (Karvonen.2005; Loukiainen 2007; Harinen 2004; Laakso 2007; Lintu ym. 2005, 2059.)

Älyvaatteille on ennustettu miljardiluokan markkinoita jo pitkään. Puutteet taipuisan mikroelektroniikan kehittämissä ovat hidastaneet läpimurtoa. Nyt belgialaisessa mikroelektroniikan tutkimuslaitoksessa Imecissä on kehitetty tekniikka, joka mahdollistaa koko elektroniikkajärjestelmän puristamisen 60 mikronin ohuuteen. Utcp- tekniikka (ultra- thin chip package) avaa tietä kohti älyvaatteiden laajempaa käyttöä. Tekniikka mahdollistaa koko elektroniikkajärjestelmän puristamisen 60 mikronin ohuuteen. Utcp on sulautettujen komponenttien tekniikkaa. Mikropiiri ohennetaan 25 mikronin paksuiseksi, istutetaan ultraohueen koteloon ja sen jälkeen ic-piiri koteloineen voidaan upottaa osaksi standardia kaksikerrospiirilevyä. (Ojanperä 2009.)



Kuvio 11: Esitelty prototyyppi mittaa sydämen lyöntitiheyttä ja lihasaktiiviteettia (Ojanperä 2009).

Levyille voidaan istuttaa muita komponentteja upottamisen jälkeen. Komponentit testataan ennen upottamista, näin vältetään hankalilta testausongelmilta. Ulkopuolelle tehdään liitännät 300 mikronin tai sitä suuremmalla välistyksellä (pitch), joten niidenkään ei pitäisi aiheuttaa ongelmia järjestelmälle. Laite mittaa sydämen lyöntitiheyttä ja lihasaktiiviteettia. Levyllä on mikro-ohjaimen lisäksi ad-muunnin, vahvistin ja radiolähetin. Levy voidaan istuttaa osaksi älyvaatetta hyvin huomaamattomasti. (Ojanperä 2009.)

Elektroniikan miniatyrisoinnin myötä käytössä on muun muassa 3D-pakkaaminen, ohennetut chipit ja flip- chip- tekniikka samoin lähikantaman langattomat tekniikat. Tulevaisuudessa verenpaine ja – virtaus mittauksessa voidaan käyttää Cardiac Output anturia, bioanturia voidaan hyödyntää esimerkiksi verensokerin, maitohapon ja muiden analyyttien mittauksessa (Tampereen teknillinen yliopisto.)

8.4 Suojavaatteet

Vaativissa olosuhteissa työskentelevien henkilöstön työvaatteille ja -materiaaleille asetetaan aivan erityisiä vaatimuksia, koska vaatteiden tulee suojata työntekijöitä mahdollisilta työympäristön haittatekijöiltä. Turvallisuuden ääri rajoilla työskenneltäessä uusista materiaalteknologisista sovelluksista on apua kun henkilöstön työvaatteita kehitetään turvallisemmiksi ja työtehtäviin ja -ympäristöön paremmin soveltuviksi. Palomiehen asussa anturit tarkkailevat ympäristön lämpötilaa, palomiehen sykettä ja puvun sisäistä lämpötilaa. Sammutus- tai savusukellus-tilanteissa anturit ovat kuumuudelle alttiita. (Vahle, Ranta 2008, 70; Väättänen 2006, Jyväskylän ammattikorkeakoulu.)

9 ÄLYVAATTEEN TULEVAISUUS

Anturit, käyttäjän ja ympäristön monitorointi, paikannus, käyttöliittymät, varusteiden toimintakunto, tiedonsiirto asusteiden välillä, työhön liittyvän datan siirto ja sen visualisointi ja tekniikan integrointi vaatteisiin antavat rajattomat mahdollisuudet tulevaisuuden älyvaatteelle (Honkala 2004).

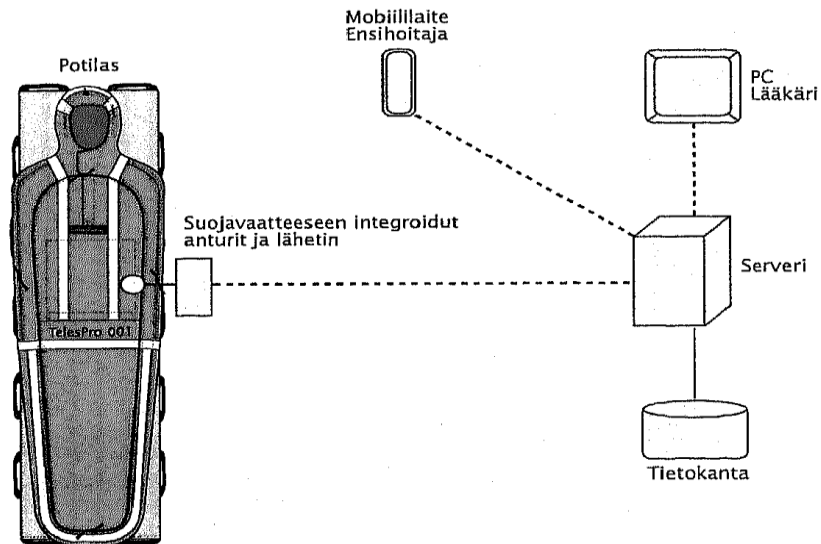
9.1 Motoristin tulevaisuuden visiot

Moottoripyöräily on tulevaisuudessa paljon turvallisempaa, koska motoristin älyvaatteessa on kaikki mahdolliset huomiointilaitteet. Infrapunatutka ja äänihälytin varoittavat pyöräilijää tielle juoksevista hirvistä. Ilmatyynytekniikka suojaa iskuilta. Puku pysyy kuivana sateella ja helteellä ajettaessa, ilmastointijärjestelmä pitää lämpötilan jatkuvasti sopivana. Älypuvun ilmaisimet mittaavat ajajan vireystasoa ja ilmoittavat lepotaun tarpeesta. Kypärässä on karttanäyttö, mistä ajaja näkee sijainnin reaaliajassa. Istuimen tyyny mukautuu ajajan takaliston mukaan ja ehkäisee lihasten kipeytymisen. Pitkän ajomatkan jälkeen ajaja tuntee olonsa yhtä virkeäksi kuin hyvin nukutun yön jälkeen. (Salonen 2002.)

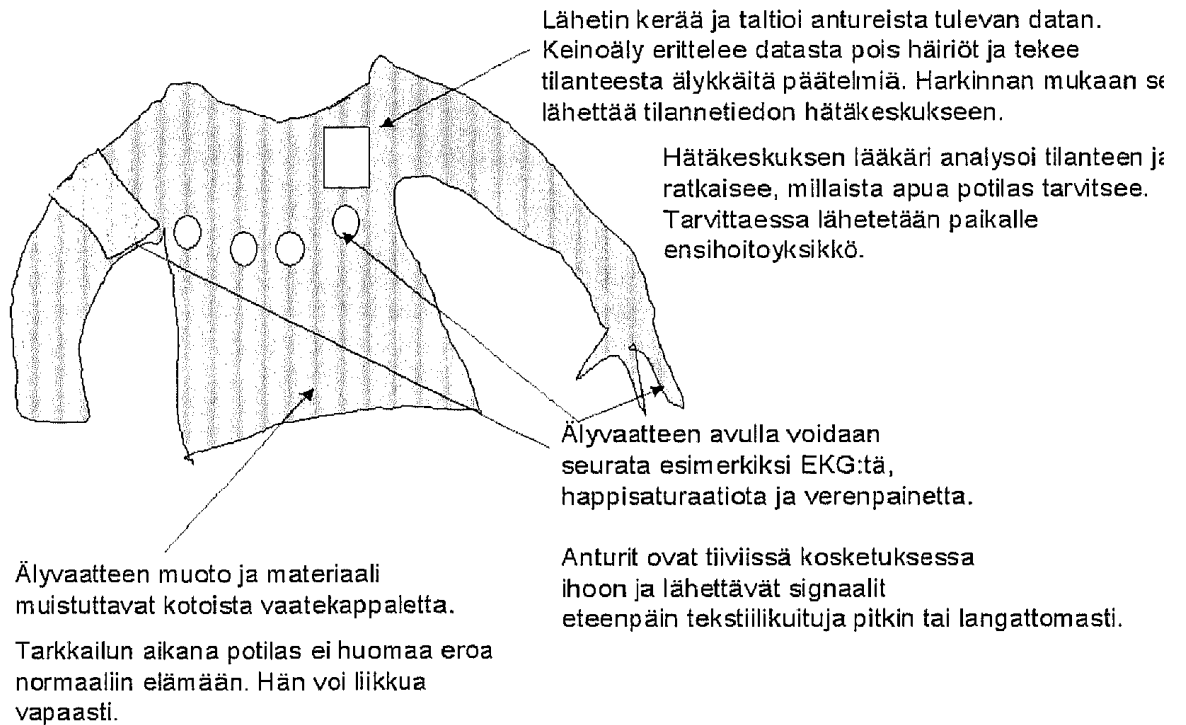
9.2 Hoitoalalle turvallisuutta

Elektroniikan suomien uusien apukeinojen käytölle terveydenhoidon puolella on selkeä tarve ja valmius. Elintasosairautena diabetes on yleistymässä, joten esimerkiksi verensokeria tarkkailevilla sovelluksilla voisi olla kysyntää ja käyttöä. Myös kipupumpun integroiminen vaatteeseen olisi mullistava keksintö. Mikäpä estäisi puettavan tietokoneen käyttöä tahdistimena, jos riskiryhmään kuuluva potilas saisi sydäninfarktin? Nykyteknologialla tämänkin luulisi olevan mahdollista. (Laakso 2007.)

Älyvaatteen avulla tärkeitä elintoimintoja huomaamattomasti seuraava palvelujärjestelmä saattaa olla tulevaisuuden ratkaisu kun yritetään järjestää muun muassa sairaiden ja vanhusten asuminen kotona turvallisesti. Järjestelmän pystyy tarvittaessa hälyttämään paikalle ensiapua (Lintu ym. 2005, 2058.)



Kuvio 12: Kaavakuva palvelujärjestelmästä (Lintu ym. 2005, 18-19).



Kuvio 13: esimerkkejä älyvaatteen ominaisuuksista (Lintu ym. 2005, 31).



Kuvio 14: kuviossa moni ammatillinen suunnitteluryhmä (Lintu ym. 2005, 31).

9.3 Älyvaatteella entistä tehokkaampaa kuntoutusta

Lihasten toimintaa mittaava älyvaate antaa mahdollisuuden seurata kuntoutusjakson vaikuttavuutta ja ohjaa kuntoutusta oikeaan suuntaan. Älyvaate antaa kuntoutettavalle henkilölle lisää motivaatiota kuntoutukseen, koska kuntoutuja saa reaaliaikaisesti välittömän konkreettisen palautteen omasta suorituksestaan. (Lintu ym. 2006, 17.)

Älyvaatteeseen integroitujen elektrodien avulla lihastoimintojen mittaaminen poistaa monia perinteiseen menetelmään liittyviä ongelmia kuten harjoituksen vauhdittomuuden, - yksipuoliset liikkeet, luotettavuuden ja monimutkaisen valmistelun testiin. Mittaus on nopea ja helppo toteuttaa. Tulokset eri mittauskerroilla ovat vertauskelpoisia, sillä mittauspisteet ovat vakiot hyvin istuvassa vaatteessa. Tekstiiliset elektrodit pysyvät hyvin paikoillaan vaikka mitattava liikkuu ja hikoilee. Pitkäkestoinenkin EMG- mittaus voidaan suorittaa päivittäisten toimien aikana. (Lintu ym. 2006, 17-18.)

Rekisteröity EMG- tieto voidaan tallentaa mittausmoduulille, josta se siirretään jälkikäteen tietokoneelle suorituksen analysointia varten. Reaaliaikainen tarkastelu lihasten kokonaiskuormituksesta multimediapuhelimen näytöltä langattoman bluetooth- yhteyden kautta on myös mahdollista. (Lintu ym. 2006,17.)

Tekstiiliin integroiduilla elektrodeilla mitattu EMG- tieto on luotettavampaa kuin perinteisesti käytetyt irralliset johtimet. Ja näin ollen tulosten analysointi on helpompaa. Kun vielä verenkierto- ja hengityselimistön rasitusvastetta kuvaavat parametrit lisätään rekisteröintiin, saavutetaan kuntoutuksessa turvallinen ja yksilöllisesti määritetty rasitustaso. Ollaanpa jo kehittämässä hanketta, jossa tehdään ihmiseen istutettavia antureita, joista tieto siirtyy vaatteeseen tai ihmisen ulkopuolella olevaan lukulaitteeseen, josta tieto lähtee eteenpäin (Lintu ym., 18 2006; Hallikainen 2005).

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Älykkäät tekstiilimateriaalit yhdistettynä elektroniikkaan luovat uudenlaisia vaatteita tulevaisuuden ihmisille. Älyvaatetta voidaan käyttää moniin eri tarkoituksiin ja tulevaisuuden älyvaateella onkin hyvät näkymät sekä elektroniikka- että kaupallisella alalla.

Älyvaatteen käyttäjän ja ympäristön seuranta mahdollistaa uusia sovellutuksia kuntoilussa, urheilussa, terveydenhuollossa, lääketieteessä, työvaatteissa ja maanpuolustuksessa. Kaikki edellä mainitut alat tulevat hyötymään älyvaatteen mukana tuomista seurantajärjestelmistä. Olen sitä mieltä, että tulevaisuudessa älyvaate on ihan jokapäiväistä pukeutumista, hoitoalalla varsinkin. Näillä näkymin näyttää siltä, että terveydenhoitoalalla älyvaatteen läpimurto vain odottaa puhkeamistaan.

Urheilu harjoituksissa valmentaja ei aina voi olla mukana seuraamassa harjoitusta. Tulevaisuudessa älyvaatteesta saatavan tiedon avulla valmentaja voi seurata omalta näytöltään esim. onko urheilija tehnyt liikeradat oikein, ovatko oikeat lihakset rasittuneet ja antaa mobiililaitteen avulla palautetta tehdystä liikesuorituksesta. Harjoitusta tekevä urheilija näkee ranteessa olevasta matkapuhelimesta valmentajansa antamat parannus ohjeet.

Uskon, että lukemattomia versioita kehitellään älyvaatteelle. Yksi voisi olla vaikkapa turvaliivi lapsille. Päiväkodissa ulos mentäessä lapselle puetaan turvaliivi päälle ja kun lapsi menee rajatun alueen ulkopuolelle, kielletylle alueelle, hälytys kytkeytyy päälle ja summeri alkaa soida. Näin lapsi ei pääse karkaamaan päiväkodista. Toinen lasten hoidossa hyödynnettävä olisi vaippaan lisättävä kosteus hälytin. Kertakäyttö- ja kestovaippaan lisätty kosteusanturi hälyttää hoitajan matkapuhelimeen kun vaippa on vaihdettava uuteen. Jotkut äidit ompelevat itse kestovaippoja, joten näihin vaippoihin voisi valmistaa valmiita pieniä liuska-antureita, mitkä äiti voi ommelleessaan kiinnittää vaippaan.

Suomessa ja muissakin maissa on tehty paljon tutkimuksia liittyen uusiin älyvaatteisiin. Tutkimuksiin käytetyt rahat eivät ole kuitenkaan menneet hukkaan.

Tulemme aivan varmasti hyötymään tulevaisuudessa älyvaatteesta ihan jokapäiväisessäkin elämässä. Älyvaatteen läpimurtoa saamme tosin vielä jonkin aikaa odotella, koska vielä ei ole saatavana edullisia ja käytössä huomaamatonta älyvaatetta.

Suurimpana haasteena näen kuitenkin älyvaatteen kehittäjän innovatiivisuuden ja tavallisen kuluttajan tarpeen kohtaamisen. Mielestäni on tärkeää ottaa huomioon käyttäjän tarpeet ja lähteä toteuttamaan älyvaatteen suunnittelua käyttäjän ja kuluttajan näkökulmasta. Yhteistyössä tekstiilialan erityisosaajien, elektroniikka-alan asiantuntijoiden ja kyseisen sovellusalan ammattilaisten kanssa päästään kaikkia osapuolia miellyttävään ja käytännölliseen lopputulokseen.

Työssä tultiin tulokseen, että mobiililaitetta voidaan käyttää älyvaatteesta saatavan tiedon rekisteröintiin. Keräämieni tietojen perusteella uskon, että mobiililaitteella voidaan lisätä älyvaatteen toimintaa. Älyvaatteen käyttäjää voidaan opastaa animaatio-, teksti- tai soittopohjaisen viestinnän keinoin. Näillä näkymin näyttää siltä, että terveydenhoitoalalla älyvaatteen läpimurto vain odottaa puhkeamistaan.

LÄHTEET

Sähköiset julkaisut:

Anttonen, H. 2001. Vaatteilla kylmää vastaan. Työterveiset 4. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Tiedonvalitys/Verkkolehdet/Tyoterveiset/2001-04/06.htm>. Luettu 16.11.2009.

Froloff, L. Apuvälineet helpottavat arkea. YLE. www-dokumentti. Saatavissa: http://yle.fi/uutiset/terveys_ ja_hyvinvointi/article608384.ece. Luettu 24.10.2009.

Hallikainen, R. 2005. Palopuku ja astronautin vaate kehitteillä. Tekniikka ja Talous. www -dokumentti. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/incoming/article34726.ece>. Luettu 25.9.2009.

Hallikainen, R. 2005. Puettava tekniikka muuttuu vasta myöhemmin älyvaatteeksi. Tekniikka ja talous. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tk/article36987.ece>. Luettu 25.9.2009

Inkinen, S. 2000. Pukeutuisinko älykkäästi? Mikro PC 7 s. 86. www-dokumentti. Saatavissa: <http://mikropc.net/nettilehti/pdf/pc2004200086.pdf>. Luettu 15.10.2009

Jalasto, S. 2006. Älyvaatteet eivät ole tyhmiä. MTV3. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.mtv3.fi/helmi/muoti/artikkeli.shtml/415672>. Luettu 6.10.2009.

Jyrki. 2008. Solestrom Smart Swim UV Intensity bikinit näyttävät UV-säteilyn määrän. Hilavitkutin.com. www -dokumentti. Saatavissa: <http://www.hilavitkutin.com/tag/alyvaate/>. Luettu 15.9.2009.

Karvonen, T. 2005. Suomen akatemia sovittaa älyvaatteita. Talous Sanomat. www-dokumentti. Saatavissa: <http://m.digitoday.fi/?page=showSingleNews&newsID=20059527>. Luettu 5.10.2009.

Karvonen, T. 2006. Älyteknologia hiipii vaatteiden vuoreihin. Digitoday Mobile. Talous Sanomat. www-dokumentti. Saatavissa: <http://m.digitoday.fi/?page=showSingleNews&newsID=200621012>. Luettu 5.10.2009.

Kaskinen, H. 2006. Palomiehille suunnitellaan älyvaatetusta. Työsuojelurahasto. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tsr.fi/tutkimus/tutkittu/hanke.html?id=104093>. Luettu 1.10.2009.

Kirjalainen, E. 2007. Älykäs polymeeripanssari, joka kovettuu iskusta. Hilavitkutin.com. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.hilavitkutin.com/2007/07/11/polymeeripanssari-joka-muuttuu-kovaksi-iskusta/>. Luettu 24.11.2009.

Koutola, H. 2003. Materiaalikemia etsii materiaalin ja tarpeen rajapintoja. Opetushallitus. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.edu.fi/page.asp?path=498,530,8057,19013,19104,19646,25004,25005>. Luettu 4.10.2009.

Kotilainen, S.2006. Juoksukenkä keskusteleee Ipodin kanssa. Tietokone. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.tietokone.fi/uutiset/2006/juoksukenka_keskusteleee_ipodin_kanssa Luettu 15.10.2009.

Kuha, H. 2002. Acatiimi. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.acatiimi.fi/2002/4_02/4_02c.htm. Luettu 30.9.2009.

Kuha, H. 2002. Perustutkimuksella kudotaan tulevaisuuden kangasta. Acatiimi. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.acatiimi.fi/2002/4_02/4_02c.htm. Luettu 25.9.2009.

Lahti, H. 2005. Wilho-sairaalassa tieto kulkee langatta. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.laakarilehti.fi/uutinen.html?opcode=show/news_id=2714/type=1. Luettu 25.11.2009.

Loukiainen, T. 2007. Suomen Akatemia. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.aka.fi/fi/A/Suomen-Akatemia/Mediapalvelut/Tiedotteet/Tiedotteet-2005/10214/>. Luettu 10.10.2009.

Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta 2003. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.mil.fi/paaesikunta/materiaaliosasto/organisaatio/matine/tiivistelmat/MATINEn_julkaisu_sarja_B_2003_1.pdf . Luettu 10.10.2009.

Mannila, M. 2004. Älyvaate pystyy hälyttämään apua. Talous Sanomat. www-dokumentti. Saatavissa: <http://m.digitoday.fi/?page=showSingleNews&newsID=200414707>. Luettu 24.10.2009.

Mäki, E. 2002. Älytyövaatteet haastavat tutkijoita. Digitoday Mobile. www-dokumentti. Saatavissa: <http://m.digitoday.fi/?page=showSingleNews&newsID=200211227>. Luettu 14.10.2009.

Ojanperä, V. 2009. Elektroniikka ui liiveihin. Tietokone. www -dokumentti. Saatavissa: http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=37184. Luettu 14.9.2009

Ollila, A. 2007. Energiansäästöviikon päivänavauksia 2007. www -dokumentti. Saatavissa: <http://koti.mbnet.fi/pitkis3/aamunavausliikenne.htm>. Luettu 5.9.2009.

Tiuraniemi, O. 2000. Cyberia älyvaateprototyyppi arktisiin olosuhteisiin. Kide verkkolehti. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.ulapland.fi/home/vies/ajankohtaista/kide/Kide1_2000/cyberia.htm. Luettu 9.11.2009.

Paavola, A-L. Älykkäitä materiaaleja hyötykäyttöön. Helsingin Yliopisto. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.helsinki.fi/tutkimus/huippuyksikot/2008/materiaalit.html>. Luettu 24.10.2009.

Palomiehen älyvaate. CLAN-projektin tuloksia. 4wear.fi. Työvaateverkosto. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.4wear.fi/content/view/41/70/> Luettu 5.11.2009.

Peltonen, K. 2002. Älymateriaalit sytyttivät teollisuuden. Tekniikka & Talous 5.12. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tk/article23326.ece>. Luettu 4.10.2009.

Peltoniemi, J. 2006. Juoksijoille älyvaatteita. Tietokone. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=27841. Luettu 15.10.2009.

Polar. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.polar.fi/fi/tuotteet/lisatarvikkeet/polar_wearlink_lahetin_wind. Luettu 24.11.2009.

Rantanen, A. 2009. Älyvaate: Kaatumissuojatakki. Satakunnan ammattikorkeakoulu. www-dokumentti. Saatavissa: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/1812/Rantanen_Anja.pdf?sequence=1. Luettu 6.10.2009.

Rantanen, A. 2009. Älyvaate: Kaatumissuojatakki. Thesus. www-dokumentti. Saatavissa: <https://publications.theseus.fi/handle/10024/1812>. Luettu 6.10.2009.

Ratikka. 2005. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ratol.fi/ratikka/arkisto/old/?techyowear> Luettu 18.11.2009.

Salonen, M. 2002. Älyvaate huolehtii käyttäjästään. Tiede-lehti 5. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tiede.fi/arkisto/artikkeli.php?id=308&vl=2002>. Luettu 25.9.2009.

Scandinavian outdoor.com. Polar Wearlink+ sykevyö lähettimellä. www dokumentti. Saatavana: <http://www.scandinavianoutdoorstore.com/mittarit-kompassit-ja-gps/sykemittarit/wearlink-plus/>. Luettu 24.11.2009.

Solestrom www-dokumentti. Saatavissa: [www.solestrom.com](http://www.mtv3.fi/helmi/muoti/artikkeli.shtml/415672) <http://www.mtv3.fi/helmi/muoti/artikkeli.shtml/415672>. Luettu 13.10.2009.

Teittinen, L. 2007. Luma- viikon päivänavaus 2007. www-dokumentti. Saatavissa: <http://koti.mbnet.fi/pitkis3/aamunavausliikenne.htm>. Luettu 5.9.2009.

Torikka, M. 2007. Risto Nieminen ja viisi teknologia trendiä. Tekniikka & Talous 29.3.2007. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tk/article40439.ece>. Luettu 24.10.2009.

Viitasaari, J. 2004. Seitsemän yliopistoa kehittää älyvaatetta. Digitoday Mobile. Talous Sanomat. www-dokumentti. Saatavissa: <http://m.digitoday.fi/?page=showSingleNews&newsID=20049105>. Luettu 24.10.2009.

Ziemann, M. Yle Uutiset. www-dokumentti. Saatavissa: http://yle.fi/uutiset/teksti/kotimaa/2009/08/sykemittari_vetelee_viimeisiaan_892964.html. Luettu 17.10.2009.

pdf- tiedostot:

Harinen, M. 2004. TEK Tekniikan ammattilaiset. 4,18. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tek.fi/tek-lehti/TEK404/404s14-18.pdf>. Luettu 30.9.2009.

Hellman, L. Älykkäät hyvinvointivaatteet. Tietojenkäsittelytieteen laitos Helsingin yliopisto. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.hiit.fi/~oulasvir/58307110/alyvaatteet.pdf>. Luettu 14.10.2009.

Lahti, V. 2007. Älynväläyksiä juoksuasuissa. www-dokumentti Saatavissa: Helsingin yliopiston käyttäytymistieteellinen tiedekunta, Kotitalous- ja käsityötieteiden laitos, Käsityötieteen pro gradu-tutkielma. <https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/19212/alynvala.pdf?sequence=1> . Luettu 13.9.2009.

Väätänen, A. 2006. CLAN –Clothing Area Network. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.4wear.fi/images/stories/linkkisivut/clan-clothingareanetwork_jamk261006.pdf. Luettu 5.11.2009.

tiedotteet:

Adidas- Polar tuotteet. www-dokumentti. Saatavissa: http://www.juoksija-lehti.fi/adidas/t_polar_paita.html Luettu 18.11.2009.

Jaaksi, M. 2003. Älyvaatteiden edelläkävijät. Reima- Tutta ja elektroniikan laitos. Tampereen teknillinen yliopisto. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tut.fi/index.cfm?MainSel=-1&Sel=588&Show=526> Luettu 15.10.2009.

Muovi- uuden vuosituhaten materiaali. Muoviteollisuus ry. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.google.fi/search?q=high-tech-muovien+&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:fi:official&client=firefox-a> Luettu 24.10.2009.

julkaisut:

Laakso, L. 2007. Studiamedia. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.studiamedia.com/Tiede.107.0.html> Luettu 13.10.2009. Tampereen teknillisen yliopiston yritysviestinnän harjoituslehti

verkkouutiset 1999. www-dokumentti. Saatavissa:
http://vanha.verkkouutiset.fi/arkisto/Arkisto_1999/26.marraskuu/alyv4799.htm
Luettu 4.9.2009.

Lehtiartikkelit:

Gordon, V & Ranta, T. 2008. Älytekstiili pelastaa. Tieteen Kuvalehti 8, 70-73.

Lintu, N. & Tolvanen P. & Mattila, M.A.K. & Hänninen, O. 2006. Lihastoimintaa mittaava älyvaate kuntoutujan apuna. Fysioterapia 3, 15-18.

Lintu, N. & Mattila, M.A.K & Holopainen & J Hänninen, O. 2005. Älykkäät vaateratkaisut tulevaisuuden terveydenhuollon tukena. Suomen lääkärilehti 18-19, 2057-2059.

Kuittinen, T. 2009. Älyä vaatteeseen. Kauppalehti. Optio 4, 38.

Kärki, S. 2005. Palomiehen älypuku. Tekstiililehti 2,12-13.

Lintu, N. & Mattila, M. & Hänninen, O. 2005. Älyvaatteet tulevaisuuden sairaanhoidossa. Fysioterapia Suomen Anestesia- ja Sairaanhoidajat, 30-32.

Hantula, H-M. 2009. Tulevaisuuden tilasuunnittelun moniottelua. Arkkitehtiutiset 11, 47.

Kirjat:

Risikko, T. & Marttila- Vesalainen, R. 2006. Helsinki WSOY.

