

# ÄLYVAATE

Aurinkopaneelin käyttö asusteissa

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Tekstiili- ja vaatetustekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2011  
Nina Hänninen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Tekstiili- ja vaatetustekniikan koulutusohjelma

HÄNNINEN, NINA: Älyvaate  
Aurinkopaneelin käyttö asusteissa

Tekstiili- ja vaatetustekniikan opinnäytetyö, 40 sivua, 7 liitesivua

Kevät 2011

## TIIVISTELMÄ

---

Tässä opinnäytetyössä perehdytään älyvaatteeseen, sekä aurinkopaneeliin ja niiden käyttömahdollisuuksiin asusteissa. Työssä käsitellään myös älymateriaaleja sekä puettavaa teknologiaa. Työn päätavoitteena oli tutkia, miten aurinkopaneelia pystyy hyödyntämään asusteissa sekä vaatteissa. Aurinkopaneelit ovat tunnettuja energialähteitä, joita käytetään yleisesti katoissa, mutta työssä on esitetty myös muita keinoja ja käyttökohteita, jotka voivat hyödyntää aurinkopaneelistä saatavaa energiaa. Lisäksi suunniteltiin ja valmistettiin laukku, johon on yhdistetty aurinkopaneeli jonka avulla on mahdollista ladata esimerkiksi kännykän akku.

Työtä varten on etsitty tietoa älyvaatteista ja niistä on koottu kattava kokonaisuus. Työ rakentuu älyvaatteeseen oleellisesti liittyvistä aihealueista.

Laukkua varten tuli tutkia muun muassa mitä aurinkopaneeli tarvitsee toimiakseen, mistä tarvittavia osia saisi hankittua ja miten aurinkopaneelistä ja muista materiaaleista saisi rakennettua toimivan kokonaisuuden. Yhteenvedossa kerrotaan, kuinka laukku on käytössä toiminut sekä siihen liittyviä kehitysideoita.

Avainsanat: älyvaate, puettava teknologia, aurinkopaneeli, laukku

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Textile and Clothing Technology

HÄNNINEN, NINA: Smart clothing  
Solar panel usage in accessories

Bachelor's Thesis in Textile and Clothing Technology, 40 pages, 7 appendices

Spring 2011

## ABSTRACT

---

The subject of this thesis is smart clothes and solar panel usage in accessories. This thesis also addresses intelligent materials and wearable technology. The main objective was to study how to use solar panel in accessories and clothing. Solar panels are known as energy sources, which are commonly used in roofs, but in the thesis other ways to use solar panels in applications are presented. To get a wider understanding of the subject, a bag was designed and manufactured. The bag is combined with a solar panel by which allows user to charge mobile devices for example, mobile phone.

For the study information about smart clothing is collected and compiled as comprehensive package of information. The study is built from essentially related topics of smart clothes.

For the bag, study had to be made about requirements that must be taken in consideration when dealing with solar panel. These include where to acquire parts needed, and how to assemble a functioning solar panel system. The summary explains how the bag functioned in practice and development ideas related to the bag.

Key words: smart clothing, wearable technology, solar panel, bag

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ÄLYVAATE	2
2.1	Älyvaatteen määritelmä	2
2.2	Älyvaatteiden sekä älykuitujen historiaa	3
2.3	Älyvaatteen sovelluksia	4
2.4	Älytekstiilit markkinoilla	5
2.5	Älyvaatetutkimus Suomessa	6
3	ÄLYMATERIAALIT	8
3.1	Muotonsa muistavat materiaalit	8
3.2	Lämmönsäätelymateriaalit	10
3.3	Valoa loistavat sekä väriä muuttavat materiaalit	12
4	PUETTAVA TEKNOLOGIA	15
4.1	Puettavat tietokoneet	15
4.2	Puettava elektroniikka	15
4.3	Puettavan elektroniikan kierrätys	16
4.4	Puettavaa teknologiaa käyttäviä sovelluksia	16
4.4.1	Philips- Levi`s ICD+ Mooring Jacket	17
4.4.2	France Telecom-Create Wear	17
4.4.3	Philips Lumalive	17
4.4.4	Burton-AMP	18
4.4.5	Rosner-Mp3blue Jacket	18
4.4.6	Aurinkolaukut ja reput	18
4.4.7	The Zegna -aurinkoenergiatakki	19
4.4.8	Tekstiilipainatuksinen laukku	19
4.4.9	Hövding-turvatyyny	19
5	AURINKOPANEELI	20
5.1	Yleistä tietoa aurinkopaneeleista	20
5.2	Pii-pohjaisen aurinkopaneelin valmistus	21
5.3	Historia ja kehitys	22
5.4	Valojännitteiset tekstiilit	23
6	OMA PROJEKTI	25
6.1	Aurinkopaneelin avulla toimiva akkulaturi	25

6.2	Tuotteen suunnittelu	26
6.3	Materiaalit ja tarvikkeet	27
6.4	Kaavoitus ja kankaiden leikkuu	28
6.5	Tuotteen ompelu	29
6.6	Aurinkopaneelilla toimivan akkulaturin kokoaminen	31
7	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	41

## SANASTO

**Diodi:** Yksi elektroniikan peruskomponenteista, joka sallii sähkövirran virtaamisen lävitseen vain yhteen suuntaan, tästä käytetään myös nimitystä tasasuuntaava. Diodit valmistetaan useimmiten puolijohdemateriaaleista.

**Fotoluminesenssi materiaali:** Fotoluminesenssissa on kyse valoilmioista, joka syntyy, kun fotoluminoivaan aineeseen osuu fotoni.

**Kondensaattori:** Sähkötekniinen laite, joka varastoi energiaa muodostamaansa, sisällään olevaan sähkökenttään. Sähkövaraukset (+ ja -) laitteen sisällä kompensoivat jännitteen, joka kondensaattorin navoissa on.

**Kyborgi:** Elävä organismi johon on yhdistetty elektroniikkaa. Termi on usein tieteiskirjallisuudessa esiintyvä, mutta esimerkiksi ihminen jolla on sydämentahdistin, on teoriassa kyborgi.

**Käyttöjärjestelmä:** Ohjausohjelmakokonaisuus, joka toimii tulkkina käyttäjän ja tietokoneen välillä. Sen avulla muut ohjelmat voivat käyttää tietokonetta. Se huolehtii esim. tallentamisesta ja kopioimisesta.

**Polymeerit:** Suurimolekyylisiä orgaanisia yhdisteitä, joissa toistuvat samat rakenneyksiköt ja/tai samat sidostyypit. Polymeerejä käytetään kuitumateriaaleina. Kuidut luokitellaan usein lähtöaineidensa mukaisesti luonnonpolymeereihin, esim. villa ja silkki (proteiineja) ja selluloosa (hiilihydraatti), puolisynteettisiin polymeereihin, esim. asetaatti- tai viskoosikuidut, sekä synteettisiin polymeereihin esim. polyamidi tai polyesteri.

**Qwerty-näppäimistö:** Yleisintä kirjoituskonetyyppisten näppäimistöjen asettelua kutsutaan Qwerty-asetteluksi, koska sen ylimmän kirjainrivin kuusi ensimmäistä näppäintä muodostavat tämän kirjainyhdistelmän.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni tutkin älyvaatteita, niiden käyttötarkoituksia sekä sitä millaisia toteutuksia älyvaatteista on tehty. Älyvaatteet ovat tulevaisuutta, mutta niistä on jo nyt saatu aikaan toimivia kokonaisuuksia. Älyvaatteisiin kuuluu olennaisesti älymateriaalit, joihin on myös perehdytty tekstissä. Kun vaatteeseen lisätään elektroniikkaa tai vaate on valmistettu älymateriaalista, vaatetta voidaan kutsua älyvaatteeksi. Älyvaatteista on hyötyä esimerkiksi sairaaloissa, joissa älyvaatetta voidaan käyttää mittaamaan potilaan sydämen sykettä.

Sykettä pystytään tarkkailemaan nykyään myös urheilussa muun muassa paidalla, johon on yhdistetty sykemittari. (Crunchwear 2011.) Palomiehen työvaatteisiin on muun muassa kehitetty lämpötilanseuranta, joka ilmoittaa LED-valoilla, jos lämpötila on noussut yli kriittisen rajan. (Gizmag 2005.)

Tutkimukseeni kuului myös tiedon kerääminen puettavasta teknologiasta sekä aurinkopaneeleista. Puettava teknologia voidaan jakaa puettaviin tietokoneisiin sekä puettavaan elektroniikkaan.

Opinnäytetyöhöni liittyi myös projekti, joka liittyi aurinkopaneelien käyttöön vaatetuksessa ja tekstiileissä. Aurinkopaneelin käyttö on tulevaisuudessa potentiaalinen energianhankintakeino, ja tutkin, miten niitä voidaan hyödyntää vaatetuksessa. Projektissa valmistamani tuote oli laukku, johon liitin aurinkopaneelin kännykän latausta varten. Tuotettani voidaan käyttää lataamaan myös muita elektroniikkatuotteita.

## 2 ÄLYVAATE

### 2.1 Älyvaatteen määritelmä

Älyvaatteiksi kutsutaan vaatteita, jotka sisältävät elektroniikka, joka mahdollistaa erilaiset toiminnot vaatteessa, sekä vaatteita, jotka sisältävät älykkäitä tekstiilimateriaaleja. Älykkyyttä voidaan lisätä myös asusteisiin, muun muassa laukkuihin, vöihin sekä silmälaseihin.

Älyvaatteet voidaan jakaa passiivisiin, aktiivisiin tai erittäin älykkäisiin älyjärjestelmiin, riippuen niihin lisätyn älykkyyden määrästä. Passiiviset älyjärjestelmät vaistoavat ainoastaan ympäristön. Aktiiviset älyjärjestelmät pystyvät aistimaan ympäristön aiheuttaman ärsykkeen sekä reagoimaan siihen. Erittäin älykäs järjestelmä mukauttaa toimintansa vallitseviin olosuhteisiin. (Cho 2010, 2–3.)

Älyvaatteen tulee täyttää vaatteen perustehtävät, esimerkiksi suojata ja lämmittää. Älyvaateisiin on usein sulautettu digitaalinen tai mekaaninen toiminto. Yleisesti älyvaatetta voidaan kutsua vaatteen tyypiksi käyttäliittymäksi, jossa kaikki vaatteen tehtävät, vaatteeseen yhdistetyt laitteet ja niiden väliset toiminnot tulisi toimia harmonisesti keskenään. (Cho 2010, 38.)

Suunnitteluvaiheessa älyvaatteelle voidaan antaa 10 kriteeriä, jotka tulisi täyttää: toiminnallisuus, käytettävyys, mukavuus, huollettavuus, kankaan helppo hoidettavuus, valmistettavuus, turvallisuus, puettavuus, kestävyys sekä ulkonäkö (Cho 2010, 38–39).

Mukavuus, puettavuus, kankaan helppo hoidettavuus sekä ulkonäkö ovat olennaisia ominaisuuksia määriteltäessä, millainen vaate on. Käytettävyys sekä turvallisuus ovat tärkeitä ominaisuuksia vaatteen tyypisessä käyttäliittymässä. (Cho 2010, 39.)

Älyvaatteessa on monia eri käyttötarkoituksia materiaaliteknologisille sovelluksille, jotta esimerkiksi henkilöstön vaatetusta saataisiin kehitettyä sekä työympäristöön että työtehtäviin sopiviksi. Myös turvallisuutta kehitetään parempaan suuntaan. Älyvaatteet mahdollistavat myös käyttäjän elintoimintojen seurannan.



(Suomen Akatemia 2007.) Esimerkiksi hälytysseuranta sydänpotilaille tai astmaatikkoille ilmoittaa lääkärille tai läheiselle kohtauksesta, ja he ehtivät nopeasti paikalle. Myös etäältä seurattava terveysjärjestelmä helpottaa hoitajien työtä, koska heidän ei tarvitse suorittaa turhia kotikäyntejä. (Hellman 2011.)

## 2.2 Älyvaatteiden sekä älykuitujen historiaa

Monet päivittäin käytettävät keksinnöt, kuten esimerkiksi Teflon, Gore-Tex ja WWW-sivut, ovat peräisin sotilasteknologiasta. Kylmän sodan jälkipuoliskon aikana sotilaskustannukset molemmilla puolilla Atlanttia kasvoivat, ja osa kaupallisten tuotteiden kehityksestä loppui. Tietokoneteknologia hyötyi paljon kilpavarustelusta, ja jopa puettava teknologia oli armeijan tutkimusohjelmissa. (McCann & Bryson 2009, 3–4.)

Vaikka armeijalla oli suuri vaikutus puettavaan teknologiaan, armeija ei kuitenkaan koskaan tehnyt puettavista tuotteista suosittuja. Tärkeää oli, että 1980-luvulla tietokoneet olivat kehittyneet siihen vaiheeseen, että laitteet ja osat olivat helposti saatavilla. Elektroniikkateknologiaa ja tietokonetiedettä opetettiin monissa paikoissa ympäri maailmaa ja oli kasvava innostus siitä, mitä elektroniikalla ja tietojenkäsittelyllä voisi saada aikaan. Toisaalta elektroniikan nopea lisääntyminen töissä, kodeissa ja jokapäiväisessä elämässä toi esille kiinnostavia uusia alueita elektroniikkatutkimuksesta yhdessä muun muassa fysiologian ja lääketieteen, kognitiivisen psykologian, kulttuurin ja alakulttuurien runsauteen liittyi uusia näkökulmia. WWW-sivut olivat kaiken tämän alku. (McCann & Bryson 2009, 3.)

1980-luvulta 1990-luvun alkuun puettavat tietokoneet olivat harrastus ja leikkikenttä pienelle määrälle ihmisiä muutamissa yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa. 1990-luvun puoliväliin mennessä suurimmalla osalla Pohjois-Amerikan, Euroopan ja Japanin kouluissa ja yliopistoissa oli Internet-yhteys sekä verkkosivut. Myöhemmin myös muilla kehittyneillä mailla oli mahdollisuus näihin ylellisyyksiin ja tutkimuksia ja opintoja voitiin jakaa ympäri maailmaa. Uusista ideoista pystyttiin keskustelemaan omissa ikäryhmissä päivittäin ja verkkoyhteisöt toivat ihmiset lähemmäksi toisiaan. (McCann & Bryson 2009, 3–4.)

Puettavien tietokoneiden tutkimusalue hyötyi monella eri tavalla Internet-yhteydestä sekä verkkosivuista. Ensinnäkin, oli tärkeää löytää muita, jotka olivat kiinnostuneet jostakin, joka on tulevaa, ilman että tarvitsee matkustaa toiselle puolelle maailmaa tapahtumaan, joka voi tai voi olla olematta olennainen tutkimuksen uudelle alueelle. Toiseksi, tietokoneista kiinnostunut kohderyhmä lisäsi mahdollisuuksia löytää ikäisiänsä verkosta. Kolmanneksi, uusi tutkimus oli julkaistu Internetissä, ja näin ollen helpotti yhteisöä olemaan tietoinen keskeisten tutkimusten tilasta. Neljänneksi, tarvittavien fyysisten tapaamisten järjestäminen tuli helpommaksi, koska innokkaimmat harrastelijat oli helppo kutsua koolle verkossa. Lopuksi, puettavalla henkilökohtaisella tietokoneella oli langaton Internet-yhteys, ja omistautuneimmat kyborgit voisivat olla verkossa ja yhteydessä lähes jokaisena hetkenä, jolloin ovat hereillä. (McCann & Bryson 2009, 4.)

Vuonna 2005 järjestettiin New Yorkissa ensimmäinen suuri museonäyttely Extreme Textiles, jossa tutkittiin tavallisesta poikkeavia teknisissä tekstiileissä esiintyviä uudistuksia. Mukana oli yli 150 toteutunutta tuotetta ja projektia, ja näyttelyssä nähtiin kuinka nämä uskomattomat uudet materiaalit mullistavat arkkitehtuurin, vaatteet, lääketieteen, kulkuneuvot, ilmailun sekä ympäristön. (Cooper-Hewitt, National Design Museum 2011.)

## 2.3 Älyvaatteen sovelluksia

Älyvaatesovelluksia on kehitetty monille eri aloille. Seuraavassa on lueteltu eri aloja ja niiden esimerkkisovelluksia.

Sairaanhoitoalalla:

Älypaitoja tai älyvaatteita on tehty sairaanhoitokäyttöön useiden yritysten toimesta, mukaan lukien Sensatex. Sensatexin älypaita sisältää sensoreita, jotka tarkkailevat potilaan elintoimintoja, kuten sydämen sykettä. Paita lähettää sensoreilta saadut tiedot terveyskeskukselle analysoitavaksi. Paita tuo mukanaan myös turvallisuuden tuntua, sillä hätätilanteen sattuessa se kutsuu paikalle automaattisesti ambulanssin. (Cho 2010, 81.)

Lifecore Inc. on kehittänyt puettavan defibrillaattorin potilaille joilla on sydänongelmiä. Laite tarkkailee sydämenrytmiä ja havaitessaan rytmihäiriöitä sydämessä, laite antaa automaattisesti sähköshokin korjatakseen rytmihäiriön. (Cho 2010, 81.)

Sotilasalalla:

Sotilasalalla on käynnissä jatkuva kehitys älyvaatteiden saralla. Käytössä olevia sovelluksia sotilasalalla ovat muun muassa näytöllinen kypärä, vaatteisiin istutettu GPS-paikannin, erilaisia suojuksia sekä sotilasuniformuja. Sotilasala on laajentamassa kehitystä sillä olettamuksella, että tulevaisuudessa sodankäyntiin liittyy vahvasti informaationsodankäynti. (Cho 2010, 81.)

Työvaatteissa:

Viking on kehitellyt palomiehille työasun nimeltä Turnout Gear, joka tarkkailee lämpötiloja puvun ulkopuolella sekä sisäpuolella. Lämpötilaero kivun tunteen ja toisen asteen palovamman välillä on vain 12 °C, joten palomiesten tulee olla tietoisia varsinkin lämpötiloista työasun sisällä. Puvun hihaan sekä olkapäähän on kiinnitetty LED-näytöt, jotka ilmaisevat vilkkumalla puvunkäyttäjälle sekä muille ryhmässä oleville palomiehille, jos lämpötila on noussut yli kriittisen rajan. (Crunchwear 2011.)

Urheilussa:

Polar sekä Adidas ovat yhdessä kehittäneet urheiluvaatteita, joihin on saumattomasti integroitu sykemittari sekä nopeuden- sekä matkan mittauslaitteistot. Laitteiston voi liittää Polarin ranteeseen kiinnitettävään juoksutietokoneeseen, joka mahdollistaa tietojen tarkkailun helposti reaaliajassa. (Gizmag 2011.)

## 2.4 Älytekstiilit markkinoilla

Älytekstiilit ovat saaneet hyvän vastaanoton, ja uskotaan, että älytekstiilit tulevat pysymään markkinoilla. Tuotteiden arvoa nostaa niihin käytetty tieto ja taito. Älytekstiilit ovat yleensä uusia tuotteita, ei jo olemassa olevan tuotteen parannuksia. Useasti tuotteita käytetään johonkin tiettyyn tarkoitukseen. Älytekstiileistä on tehty monia tutkimuksia, mutta vielä niiden tuloksista ei ole saatu aikaan suuria

määriä tuotteita. Vaikka älytekstiilien määrä markkinoilla ei ole vielä merkittävän suuri, on ennustettu, että niiden markkina-arvon vuosittainen kasvu olisi noin 30 %:n luokkaa tai jopa suurempi. Älytekstiilien tuotteistamisen ongelmia on monia. Prosesseissa tarvitaan eri alojen yhteistyötä, koulutuksen taso ei ole vielä erinomaista, imago on puutteellinen, lainsäädäntö ja standardit eivät ole ajan tasalla, teknologiaosaamista tulee kehittää sekä tuotteiden elinkaari tulisi muuttaa paremmaksi. (Boncamper 2010, 17.)

## 2.5 Älyvaate tutkimus Suomessa

Äly- ja erikoisvaatteiden tarve ja tämän myötä tuotanto tulee tulevaisuudessa kasvamaan Suomessa ja muissa maissa. Suomessa älyvaatteita valmistavia yrityksiä ovat muun muassa Reima ja Polar Electro. (Reima 2010; Polar Electro 2011.)

Reima on lasten ulkovaatevalmistaja, mutta Reimalla on tytäryhtiö Clothing Plus Oy, joka valmistaa puettavaa teknologiaa sekä elektrotekstiilituotteita (Reima 2010). Clothing+ on erikoistunut tekstiilian turien kehittelyyn ja valmistukseen. Tekstiilit mahdollistavat uusien ominaisuuksien täytäntöönpanon anturijärjestelmään, ja näin niistä tulee mukavampia ja luotettavampia. Clothing+ -palveluihin kuuluu muun muassa tutkimus, tuotekehitys, testaus, tuotesuunnittelu sekä valmistus. Asiakkaalla on mahdollisuus halutessaan saada kaikki vaiheet tutkimuksesta valmistukseen. (Clothing+ 2010.)

Reima ja TEKES:n yhteistyön tulos on Cyberia-älyvaate (Weckman 1999.) Sen käyttäjäryhmäksi on tarkoitettu henkilöille, jotka ovat kokeneita moottorikelkkaajia sekä eräkävijöitä (Boncamper 2000, 8). Älyvaatteen eteen tekivät yhteistyötä vaatevalmistajan lisäksi Lapin Yliopisto, Tampereen teknillinen korkeakoulu sekä muun muassa Nokia, Polar ja Suunto. Vaatteen tarkoitus on olla paitsi lämpöä säätelevä, myös auttaa pelastajia löytämään käyttäjä satelliittipaikannuksen avulla. Vaate myös esimerkiksi auttaa selvittämään, missä on lähin tie. Cyberia-puku kehiteltiin erityisesti terveyden tilan seurantaan arktisissa oloissa. Reiman suunnittelemaan älyvaatteeseen kuuluu sekä alusvaate että haalariosa. Vaatteessa on jojo-käyttöliittymä, jonka avulla voi lähettää hätäsanoman. Jojo toimii, kun sitä puristaa. (Boncamper 2000, 8.) Outlast-kuitua, joka varastoi lämpöä, on käytetty

alusvaatteen valmistusmateriaalina, ja sykemittarin anturit on brodeerattu alusvaatteeseen (Etelä-Suomen Sanomat 1999). Alusvaatteessa on käytetty myös Coolmax-verkkoloimineulosta. (Boncamper 2000, 8.)

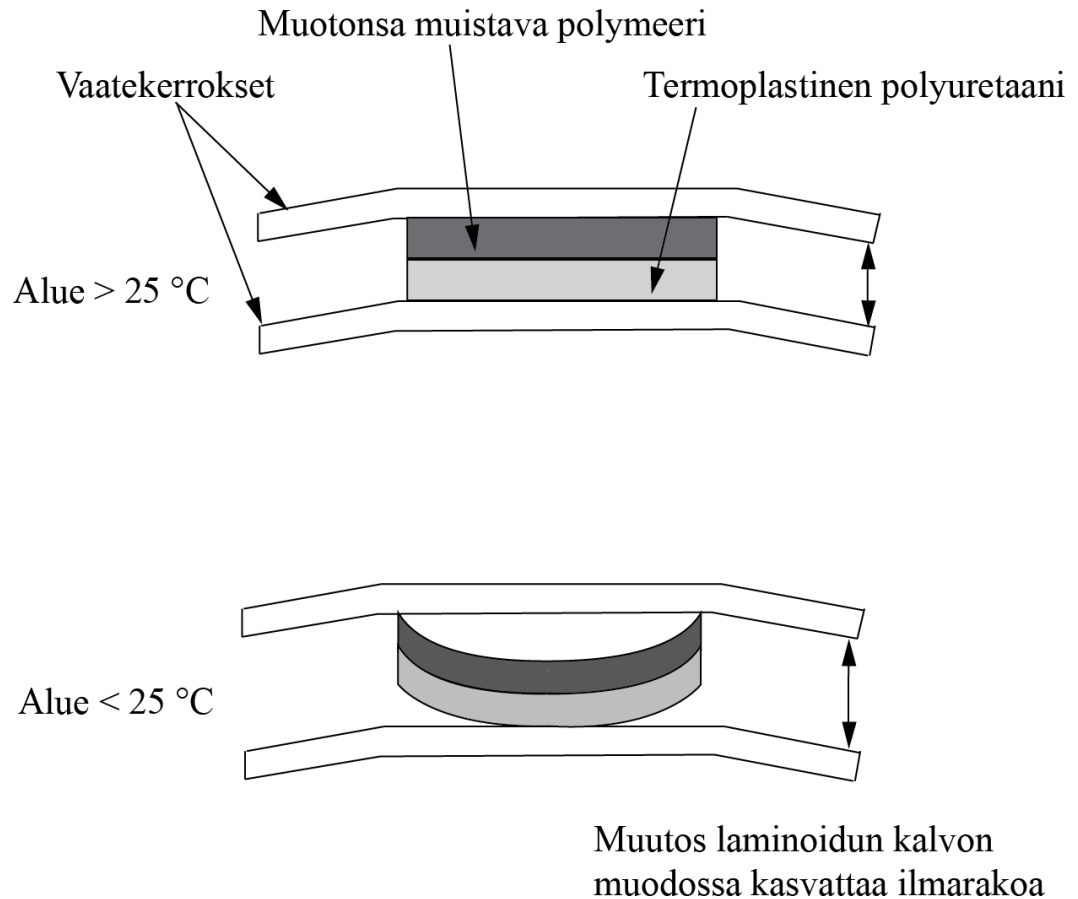
Puvun päällimateriaalina käytettiin kahta erilaista PA-kangasta, jotka menestyivät testauksissa erinomaisesti. Kankaat on laminoitu Goretex-kalvolla. (Boncamper 2000, 9.) Puku on suunniteltu henkilökohtaiseen käyttöön, ja käyttöliittymään lisätään esimerkiksi terveydentilasta tarvittavat tiedot. Puku pystytään kytkemään pois päältä ilman, että sitä tarvitsee riisua. Puku tarkkailee elintoimintoja ja kertoo esimerkiksi nukkuuko käyttäjä vai onko hän tajuton. Puku hälyttää, jos käyttäjä vaikuttaa tajuttomalta. Käyttäjä pystyy satelliittipainatuksen avulla selvittämään muun muassa toisen lähellä olevan älyvaatteen käyttäjän. Elintoimintojen tarkkailun lisäksi puku pystyy myös lämmittämään haluttuja ruumiinosia. Puvun pystyy lataamaan, ja siinä riittää virtaa vähintään 48 tunniksi. Pukuun kuuluu myös muun muassa hihoihin sijoitetut jääpiikit, kännykälle tarkoitettu topattu tasku sekä säär taskuihin sijoitettu energiapitoinen ravinto. Pukua ei sellaisenaan tuotu koskaan markkinoille. (Weckman 1999.)

### 3 ÄLYMATERIAALIT

Kangasteknologialla on suuri rooli älyvaatteissa sekä puettavassa teknologiassa. Tämän hetkiset keksinnöt sisältävät nanokuituja sekä nanopinnoitteita, jotka tarjoavat paitsi hyödyllisiä ominaisuuksia, myös normaalista poikkeavia ominaisuuksia. Ne parantavat aikaisempia teknologioita, ja niistä saa tietoja, joita ei ole ollut tarjolla aikaisemmin. Saamme tietoa muun muassa lämmön imeytymisestä sekä viilentymisestä, värinmuutosominaisuuksista, lian ja veden hylkimisestä, hankauksen sekä iskujen suojauksesta sekä sähköjohtavuudesta. Nämä ominaisuudet ovat hyödyksi sekä älyvaatteiden että puettavan teknologian kehityksessä. (McCann & Bryson 2009, 27.)

#### 3.1 Muotonsa muistavat materiaalit

Muotonsa muistavaa materiaalia voidaan pitää materiaalina, joka aiheuttaa mekaanisia vaihteluita vaatteissa. Muotonsa muistavia materiaaleja on kahdenlaisia: lämpötilan vaihteluiden- sekä sähköärsykkeiden mukaan muotoaan muuttavia materiaaleja. (Cho 2010, 107.) Muotonsa muistavat materiaalit pystyvät palautumaan nykyisestä muodostaan edelliseen muotoonsa, useasti aktivoituessaan lämmöstä. Kuviossa 1 näkyy, kuinka materiaalin muoto muuttuu lämpötilan muuttuessa. Muotonsa muistavien materiaalien aktivoituessa vaatteissa ilmarako vaatteiden vierekkäisten kerrosten välillä kasvavat, ylläpitääkseen paremman eristyksen. Muotonsa muistavien materiaalien yhdistäminen vaatteeseen antaa monipuolisemman suojan kylmää ja kuumaa vastaan. (Intelligent Textiles 2011b.)



KUVIO 1. Muotonsa muistavan materiaalin reagoiminen lämpötilan muutokseen (Techtextil Symposium Block 3, 1999.)

Muotonsa muistavat seokset, esimerkiksi nikkeli-titaani, on kehitetty tarjoamaan parempaa suojaa kuumuuden lähteitä vastaan. Muodon muistavalla seoksella on erilaiset ominaisuudet sen lämpötilan ylä- sekä alapuolella, jolla se aktivoituu. Tämän lämpötilan alapuolella seos menettää helposti muotonsa. Aktivoitumislämpötilaan noustessa seos jäykistyy ja palautuu alkuperäiseen muotoonsa. Tätä aktivoitumislämpötilaa pystytään muokkaamaan muuttamalla nikkelin ja titaaniumin suhdetta seoksessa. (Intelligent Textiles 2011b.)

Käytännössä muotonsa muistava seos on usein jousen muotoinen. Jousi litistyy aktivointilämpötilan alapuolella, mutta ylittäessä aktivoitumislämpötilan jousi palautuu takaisin alkuperäiseen tilaansa. Kun nämä muotonsa muistavasta seoksesta valmistetut jouset yhdistetään eri kangaskerroksiin, saadaan lämpötilan

nousteissa kasvatettua eristävää ilmakerrosta eri kangaskerrosten välillä. Näin vaate antaa paremman suojan ulkoista lämpötilannousua vastaan. (Intelligent Textiles 2011b.)

Muotonsa muistavat polymeerit keksittiin Japanissa vuonna 1984. Muotonsa muistavien polymeerien hyötyjä ovat korkea kankaan murto- sekä vetolujuus, hyvä suorituskyky sekä pestävyys. Muita ominaisuuksia ovat muun muassa parempi värinkestävyys kuin muilla materiaaleilla sekä yhteensopivuus pehmenneaineiden, valkaisuaineiden sekä antibakteeristen viimeistelyaineiden kanssa. (The Hong Kong Research Institute of Textiles and Apparel 2006.) Muotonsa muistavat polymeerit ovat termoplastisia, eli lämmössä muotoutuvia polyuretaaneja, jotka sulavat matalammassa lämpötilassa kuin muotonsa muistava seos, joten se rajoittaa muotonsa muistavien polymeerien käyttöä. (Intelligent Textiles 2011b.)

Sähköaktiivinen polymeeri on materiaali, joka on herättänyt kiinnostusta. Koska sen muoto muuttuu suhteellisen matalalla jännitteellä, sähköaktiivista polymeeriä käytetään usein kosketusnäytön sekä keinotekoisien lihasten materiaalina. Sähköaktiivisen polymeerin odotetaan olevan tehokkaampi kuin muotonsa muistava seos sekä muotonsa muistava polymeeri, koska sitä voidaan ohjata sähköisesti. (Cho 2010, 107.)

Aktiivista säätelyä käytetään silloin, kun tiettyyn tarkoitukseen tarvitaan tietynlaista toimintaa. Muotonsa muistavan seoksen tapauksessa sähkövirta voi kulkea muotonsa muistavan seoksen läpi materiaalin metallisten ominaisuuksien vuoksi. Sähkön virratessa metallien läpi syntyy lämpöä. Muodon vaihteluita on mahdollista hallita säätelemällä virtaa, joka kulkee muotonsa muistavan seoksen läpi. (Cho 2010, 107.)

### 3.2 Lämmönsäätelymateriaalit

Lämpötilan hallinta on yksi tärkeimmistä vaateen toiminnoista. Älyvaatteiden lämmönsäätelyä voidaan lähestyä kahdesta eri näkökulmasta. Yksi tapa on tutkia tekstiilimateriaalia, joka voi säteillä lämpöä yli lämpökapasiteettinsa. Toinen tapa



on parantaa käyttäjän mukavuutta säätelämällä vaatteiden lämpötilaa. (Cho 2010, 107.)

Suurin osa lämmityselementeistä perustuu Joulen lämpölakiin, jonka mukaan sähkövirta synnyttää lämpöä, kun se kulkee johtavan materiaalin läpi. Tämän vuoksi lämmitysmateriaali on tärkein osa-alue suunniteltaessa lämpösäteileviä tekstiilejä. Kaikki johtavat materiaalit ovat periaatteessa lämmitysmateriaaleja, mutta valitessa lämmitysmateriaalia tulee huomioida muutama asia, kuten syötetty jännite, lämpösäteilyn lämpötila sekä akun kapasiteetti. (Cho 2010, 107.)

Lämmitysjärjestelmät on jaettu muodon mukaan kahteen kategoriaan: levy- sekä johdintyyppiseen lämmityselementtiin. Levytyyppinen lämmityselementti on yleensä valmistettu sulattamalla johtava materiaali kankaaseen. Johdintyyppinen lämmitysjärjestelmä voidaan valmistaa joko johtavalla langalla tai metallilangalla. (Cho 2010, 108.)

Tärkeää on myös miettiä, onko materiaali sopivaa vaatteisiin. Vaatteeseen soveltuvan lämmitysjärjestelmän tulisi olla pehmeä, joustava sekä pesunkestävä. Moni sähköteollisuudessa käytetty materiaali ei ole sopivaa käytettäväksi vaatetuksessa. (Cho 2010, 108.)

Mountain Hardwaren suunnittelemat The Red Savina -lämpöhanskat reagoivat käden lämpötilaan ja säilyttävät sopivan lämpötilan hanskojen sisällä. Jos hanskojen sisällä oleva lämpötila laskee alle tietyn ennalta asetetun arvon, lämpötilansäädin aktivoituu ja alkaa lämmittää sormia. Hanskan lämpötilansäädin perustuu Aevex® Intelligent Heat™ -teknologiaan. The Aevex® Intelligent Heat™ -järjestelmä käyttää kolmea kevyttä ja joustavaa litiumpolymeeripatteria, joista jokainen painaa 7 g. Hanskoista riittää lämpöä enintään 6 tunniksi. (Talk2myshirt 2008.)

Turvallisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota lämmitysjärjestelmiä suunniteltaessa. On tärkeää miettiä, miten yhdistää lämmityselementti ja voimalähde, sekä miettiä, miten lämmitysjärjestelmästä saa tehtyä energiatehokkaan. Jos yhteys lämmityselementin ja voimalinjan välillä irtoaa, käyttäjälle voi aiheutua poikkeaa-

van kuumuuden aiheuttamia palovammoja. Turvallisin tapa olisi suoja, joka takaa virheettömän sähköliitännän. (Cho 2010, 108.)

Faasimuutosmateriaalia käytetään useimmiten parantamaan mukavuutta lämpötilan säätelyn kautta. Tekstiileitä, joissa on faasimuutosmateriaaleja, käytetään lukuisissa tuotteissa, alusvaatteista ja sukista, kenkiin ja makuupusseihin. Faasimuutosmateriaaleja löytyy myös erikoistuotteista, kuten luodinkestävistä liiveistä sekä ammattisovelluksista. Outlast-teknologian faasimuutosmateriaalit, jotka on yhdistetty vaatteisiin, vuorovaikuttavat ihon lämpötilan kanssa ja antavat puskurin lämpötilamuutoksia vastaan. Faasimuutosmateriaalit ovat materiaaleja, jotka pystyvät absorboimaan, varastoimaan sekä vapauttamaan lämpöä muuttaessaan muotoa kiinteästä nesteeksi ja takaisin kiinteäksi. Tämä ilmiö tunnetaan faasimuutoksena. Veden muuttuessa kiinteästä (jäästä) nesteeksi on hyvä esimerkki tästä ilmiöstä. Näiden vaiheiden muutosten aikana suuri määrä lämpöä absorboidaan tai vapautetaan. (Outlast Technologies, Inc. 2010.) Kun lämpötila nousee, asteittain muuttuva materiaali sulaa ja imee lämpöä itseensä. Kun lämpötila laskee, asteittain muuttuva materiaali jähmettyy sekä luovuttaa lämpöä. (Cho 2010, 108.)

Mikrokapselointi on prosessi, jossa pieni määrä faasimuutosmateriaalia suljetaan kuoreen, jossa faasimuutosmateriaali on pysyvästi suljettuna ja suojattuna. Suojaava polymeerikuori on hyvin kestävä ja suunniteltu kestämaan tekstiilien valmistuksen aiheuttamia rasituksia, kuten kehruuta, neulontaa ja pinnoitusta. Outlast-teknologian tuotemerkki mikrokapseloiduille faasimuutosmateriaaleille on Thermocules. Näitä on mahdollista lisätä kankaisiin viimeistelyvaiheessa tai kuituihin niiden valmistusvaiheessa. (Outlast Technologies, Inc. 2010.)

### 3.3 Valoa loistavat sekä väriä muuttavat materiaalit

Valo on tunnetuin sekä ihmisiin nopeimmin vaikuttava ärsyke. Väriä muuttavat materiaalit, jotka tunnetaan myös nimellä kameleonttikuidut, muuttavat väriään kun ulkoinen ympäristö muuttuu. (Cho 2010, 108.)

Tekstiilipohjaista valon loistavuutta ja väriä muuttavaa materiaalia sovelletaan erilaisilla käyttöalueilla. Näitä alueita ovat muun muassa turvallisuus, urheilu, viihde, lääketiede sekä sisustus. Kuviossa 2 on taulukko valoa loistavista sekä väriä muuttavista materiaaleista. Taulukossa ilmaistaan ilmiö ja se, miten sitä stimuloidaan. (Cho 2010, 108.)

Fotoluminesenssi-, optiluminesenssi- sekä elektroluminesenssimateriaali ovat kolme suurinta luminesenssimateriaalia, jotka voidaan soveltaa helposti tekstiilien sekä vaatteiden valmistusprosesseissa. Fotoluminesenssi materiaali lisätään tuotteeseen useimmiten värjäysprosessissa. Se reagoi passiivisesti ympäristön valoisuuteen, sillä se vain imee itseensä fotoneita sekä säteilee niitä eteenpäin. Fotoluminesenssia materiaalia voidaan käyttää turvallisuuteen pimeissä paikoissa sekä viihdetarkoitukseen esimerkiksi juhlamekoissa. (Cho 2010, 109.)

Väriä muuttavista materiaaleista voidaan mainita esimerkkinä lämpökromismimateriaalit, joiden väri muuttuu lämpöreaktion tuloksena, erityisesti soveltamalla lämpökromismiväriaineita, joiden värit muuttuvat tietyissä lämpötiloissa. On kahdenlaisia lämpökromismijärjestelmiä, joita on käytetty menestyksekkäästi tekstiileissä, nestemäinen kristallityyppi sekä uudelleenjärjestyvä molekyylyyppi. Molemmissa tapauksissa väriaineet ovat mikrokapseleiden sisällä, sovellettuna vaateen kankaaseen pigmentin tarttumiskyvyn tavoin. (Intelligent Textiles 2011a.)

Ryhmä	Ilmiö	Ärsyke
Luminesenssi materiaali	Fotoluminesenssi	Valo
	Optiluminesenssi	Valon johtuminen
	Sähköluminesenssi	Sähkö
	Kemiluminesenssi	Kemiallinen reaktio
	Triboluminesenssi	Kitka
	Sonoluminesenssi	Ääni
	Radioluminesenssi	Ionisoiva säteily
	Kideluminesenssi	Kiteytyminen
Väriä muuttava materiaali	Fotokromismi	Valo
	Lämpökromismi	Lämpö
	Sähkökromismi	Sähkö
	Pietsokromismi	Neste tai kaasu
	Halokromismi	pH
	Tribokromismi	Kitka

KUVIO 2. Valoa loistavat sekä väriä muuttavat materiaalit

## 4 PUETTAVA TEKNOLOGIA

### 4.1 Puettavat tietokoneet

Puettava tietokone on tietokonelaite, joka on koottu niin, että se voidaan pukea tai kantaa mahdollistamalla käyttöliittymän käytön koko ajan. Rakentamalla se puettavaksi mahdollistetaan puettavan tietokoneen tietojenkäsittely tilanteissa, joissa jopa kannettava tietokone olisi liian hankalakäyttöinen avata, käynnistää ja käyttää. (McCann & Bryson 2009, 4.)

Puettava tietokone voi olla erilainen kuin pöytäkone, riippuen sen käyttäjästä ja sille tarkoitetuista tehtävistä. Käyttöliittymä voi sallia molemmat, syötön sekä ulostulon monin eri tavoin, riippuen fyysisistä ja ergonomisista tarpeista. Syöttölaitteet voi sisältää kokonaiset qwerty-näppäimistöt, erityiset näppäiltävät laitteet sekä ohjaimet yhdessä normaalien tehtäväkohtaisten painonappien kanssa. (McCann & Bryson 2009, 4.)

Jos ulostuloa tarvitaan, on olemassa useita graafisia käyttöliittymiä, esimerkiksi LCD-näytöt sekä päähän kiinnitettävät näytöt. Laite voi viestiä käyttäjälle myös äänellä tai värähtelyllä. Puettava tietokone voi pyörittää montaa eri ohjelmaa samanaikaisesti, ja tehtävät voidaan määrittää tai lopettaa toiminnan aikana. (McCann & Bryson 2009, 4–5.)

### 4.2 Puettava elektroniikka

Puettava elektroniikka on yksinkertaisempaa kuin puettavat tietokoneet. Kun puettavalla tietokoneella on molemmat syöttö- ja ulostulolaitteet ja se on kykenevä sopeutumaan useisiin tehtäviin, niin puettava elektroniikka on rakennettu täyttämään tietyn kohderyhmän yhtä tai useampia tarpeita. (McCann & Bryson 2009, 5.)

Puettava elektroniikka eroaa mobiililaitteista ulkomuodoltaan sekä olemalla täysin suunniteltu vartalolle. Jotkin puettavat laitteet vaativat, että käyttöliittymä on käytössä koko ajan, eli ne saattavat häiritä käyttäjää jatkuvalla päällä olollaan enem-

män kuin laitteet ilman sisääntuloa. Esimerkkejä puettavasta elektroniikasta ovat sykemittarin ranneyksikkö sekä rintavyö. (McCann & Bryson 2009, 5.)

#### 4.3 Puettavan elektroniikan kierrätys

Markkinoidessa puettavaa elektroniikkaa tulee ottaa huomioon puettavan elektroniikan tuotannosta aiheutuvat haitat, esimerkiksi elektroniikkaosien käsittelystä aiheutuvat jätteet sekä vaikeus hävittää puettavaa elektroniikkaa vahingoittamatta luontoa. Ongelmia tuottaa myös henkilökohtainen elektroniikka, kuten esimerkiksi kännykät, jotka myydään yleensä eri kaupoissa kuin vaatteet ja tekstiilituotteet. Älyvaatteet sekä tekstiilien elektroniikka vaativat myös, että myyjät ovat koulutettuja sekä tekstiili- että elektroniikan aloille. (McCann & Bryson 2009, 22.)

Huomioon tulee ottaa myös takuuasiat sekä asiakaspalvelu, jotka yhdistetään myös tuotteen kierrätykseen. Puettavien laitteiden tekstiili- sekä elektroniikkaosilla voi olla erilaiset kierrätysmenetelmät. Ympäristöasioiden tiedostamisen yleistyessä kallis, korkealaatuinen tuote, jonka toinen osa on kestävä ja toinen heikkolaatuinen, tulee epäilemättä aiheuttamaan kalliit kierrätyskulut monilla markkinoilla. Mahdollisesti ainoa ratkaisu on, että valmistaja vastaa itse sekä takuista että tuotteen hävittämisestä, mikä tulee erittäin kalliiksi. Erityisesti pienemmälle yhtiölle, joka haluaisi julkaista tuotteensa ja saada siitä tuottoa tuotannon aloittamisen sekä markkinointikustannusten jälkeen, houkutus kierrätyskulujen leikkaamisesta voi olla suuri. (McCann & Bryson 2009, 22.)

#### 4.4 Puettavaa teknologiaa käyttäviä sovelluksia

Puettavan teknologian sovelluksiin käytetään useita erilaisia virtalähteitä, kuten esimerkiksi akkuja, pattereita, valoa, liikettä sekä aurinkopaneeleita. Seuraavissa tuotteissa on käytetty suurimmaksi osaksi virtalähteenä akkuja.

#### 4.4.1 Philips- Levi`s ICD+ Mooring Jacket

Philips ja Levi`s ICD+:n Mooring Jacket, suomennettuna kiinnitystakki, julkaistiin vuonna 2000, ja se sai ristiriitaisen vastaanoton. Takissa käytettiin yhtenäistä liitintä/ohjainta, jotta siihen voisi yhdistää kännykän, Mini Disc -soittimen, kuulokkeet sekä mikrofoniin. Elektroniikkaosia ei ollut kokonaan yhdistetty takkiin, mutta ne oli liitetty taskuihin johdoilla, jotka oli painettu yhteen Velcro-lenkeillä. Kaikkien osien tuli olla irrotettavia takista, jotta tuote pystyttäisiin pesemään. Takki ei ollut kaupallinen menestys, osittain sen kalliin hinnan takia. Takin hinta oli 800 puntaa eli noin 910 euroa. Tästä huolimatta se on tarjonnut arvokasta tietoa älyvaatteiden sekä puettavan teknologian kehittämisessä, korostaen vaateen sekä elektroniikan yhdistämisen, pestävyyden, kestävyys, suunnittelun haastavuuden sekä älyvaatteiden kehityksen ongelmia. ICD+ -takki oli paljon edellä aikaansa vuonna 2000. Tästä huolimatta kännykkä ja Mini Disc -soitin eivät olleet vaihdettavissa uusiin malleihin, ja niistä tuli pian vanhanmallisia. ICD+ -takki oli esivaiheena monille nykyisille iPod-takeille, joita ovat valmistaneet muun muassa Burton ja O`Neill. (McCann & Bryson 2009, 27–28.)

#### 4.4.2 France Telecom-Create Wear

France Telecom on ranskalainen telekommunikaatioyritys, joka vuonna 2004 julkaisi vaatemerkin Create Wear. France Telecom työskenteli ranskalaisen muotisuunnittelija Elisabeth de Sennevilleen kanssa useiden puettavien kommunikaatiovaatteiden parissa. Vaatteisiin oli rakennettu sisään joustavia näyttöjä, joihin oli käytetty pieniä LCD-matriiseja, jotka tarjosivat visuaalisen viestinnän käytettäessä kännykkää. Kännykkä yhdisti vaateen päätietoliikennepalvelimeen, josta pystyy lataamaan kuvia, animaatioita sekä viestejä. Pukija voi sen jälkeen päättää, mitä näytöstä näkyisi. (McCann & Bryson 2009, 28).

#### 4.4.3 Philips Lumalive

Lumalive-tekstiilit ovat Philipsin kehittämiä kankaita joihin on lisätty värillisiä LEDejä. Tämä mahdollistaa liikkuvan kuvan esittämisen kankaan pinnalla. Philip-

sin tutkijat ovat saaneet aikaan valtavaa edistystä yhdistämällä Lumalive-tekstiilit vaatteisiin tinkimättä pehmeystä tai joustavuudesta. Lumalive-tekstiilejä voi käyttää esimerkiksi verhoihin, tyynyihin tai sohvan päällysteisiin ja saada ne muuttamaan kuviointiaan. Tällä saadaan aikaan positiivinen vaikutus käyttäjän mielialaan sekä käytökseen. (Newlaunches.com 2006.)

#### 4.4.4 Burton-AMP

Vuonna 2003 Burton ja Apple esittelivät rajoitetun erän Burton AMP Jacketin, ensimmäisen ja silloin ainoan puettavan elektronisen takin, jossa on iPodin hallintaohjelma. Takit käyttivät kangasliittimiä sekä kangasohjausta, jotka oli asennettu hihaan. Takki oli ostettavissa ainoastaan Applen verkkokaupasta hintaan 499 dollaria, eli noin 350 euroa. Burton jatkoi iPod-takkien laajaa tuottamista Audex-merkin alla. (McCann & Bryson 2009, 28.)

#### 4.4.5 Rosner-Mp3blue Jacket

Vuonna 2004 Rosner toi markkinoille Mp3blue Jacket:n. Rosner esitteli takkiin asennetun mp3-soittimen, joka käyttää kankaan hallintaohjelmaa. Mp3-soitin tuli edelleen poistaa takista ennen pesua. Mp3blue-takkia myytiin verkkosivuilla 599 dollarin eli noin 425 euron hintaan. Takin pystyi vuonna 2007 ostamaan joiltakin jälleenmyyjien verkkosivuilta noin 199 dollarin eli noin 140 euron hintaan. (McCann & Bryson 2009, 28.)

#### 4.4.6 Aurinkolaukut ja reput

Vuoden 2007 aikana integroitujen, joustavien aurinkopaneelien käyttö laukuissa lisääntyi huomattavasti. Laukkuja ja reppuja valmistavat nykyään muun muassa O'Neill, V-Dimension, Sunload sekä Reware. Voltaic Systems valmisti ”Generator” kannettavan tietokoneen laukun, jossa on aurinkopaneeli jonka avulla kannettavan tietokoneen akkua pystyy lataamaan päivän aikana. Sen hinta vuonna 2011 on 499 dollaria eli noin 350 euroa. (McCann & Bryson 2009, 38–39.)



#### 4.4.7 The Zegna -aurinkoenergiatakki

Vuonna 2007 ilmestyi markkinoille Ermenegildo Zegnan ja Interactivewearin kehittämä The Zegna -aurinkoenergiatakki, joka käyttää irrotettavaa, taipuisaa aurinkopaneelia, joka on asennettu kaulukseen. Tämän avulla pystyy lataamaan esimerkiksi kännykän tai musiikkisoittimen. (McCann & Bryson 2009, 38.)

Vuonna 2009 markkinoille ilmestyi tuotteesta toinen, kehittyneempi versio, jossa aurinkopaneeli oli siirretty hihaan ja esimerkiksi päällikankaassa sekä teippauksissa oli käytetty kierrätettyä muovia. Saks Fifth Avenue myi tuotetta vuonna 2009 750 dollarilla eli noin 520 eurolla. (Ecouterre 2009.)

#### 4.4.8 Tekstiilipainatuksinen laukku

Tietotekniikan käyttömahdollisuuksia tekstiileissä ja vaatetuksessa ovat tutkineet muun muassa Hanna Landin ja Linda Worbin Chalmersin teknillisen korkeakoulun suunnitteluhankkeessa. He yhdistivät tekstiilipainatuksiin informaatioteknologiaa, ja näin yhdistyivät sekä kommunikaatio että esteettisyys. Tuotteeksi valittiin laukku, jossa on painatus, ja laukkuun sijoitettiin kännykkä. Painatuksessa on käytetty sekä normaaleja pigmenttivärejä että termokromaattisia värejä. Painatuksesta tulee muuntuva näyttö laukussa olevan lämmityselementin avulla. Eri soitto- sekä viestiiänien soidessa painatukseen muodostuu erilaisia kuvioita. Näin pystyy havaitsemaan tulevat puhelut sekä viestit. Kokeilulla pyrittiin selvittämään mahdollisuuksia korvata kännykän signaalit dynaamisesti tekstiilipainatuksella, ja tätä kautta muokata kännykän käyttöä. (Boncamper 2005.)

#### 4.4.9 Hövding-turvatyyny

Anna Haupt ja Terese Altin ovat kehittäneet Hövding-turvatyynyn, jota käytetään pyörällä ajaessa. Normaalissa ajossa se on asetettu kaulan ympärille, mutta jos sattuu törmäys, se muuttuu kypäräksi siihen liitettyjen antureiden sekä heliumsäiliön avulla. Turvatyynyn akkua pystyy lataamaan USB-liitännällä. Tuote on toiminut testikäytössä hyvin ja se ilmestyy kauppoihin kesän 2011 aikana. (Turvatyyny turhamaisille polkupyöräilijöille 2011.)

## 5 AURINKOPANEELI

Aurinkopaneelit ovat ympäristöystävällisiä sähköntuottajia, sillä tuottaessaan sähköä auringonvalosta aurinkopaneelit eivät käytännössä aiheuta yhtään saasteita, kun taas fossiiliset polttoaineet päästävät suuria määriä myrkyllisiä kaasuja ilmaan. Aurinkopaneelin avulla kuluttaja ei ole riippuvainen julkisesta sähköyhtiöstä sekä monopolistisista energiantoimittajista. Aurinkopaneelin avulla kuluttaja voi saada ilmaiset sähköt vuosiksi. (Solarpanelinfo 2011c.)

Nykypäivänä vihreän energian kysynnän kasvun- sekä fossiilisten polttoaineiden hinnannousun vuoksi aurinkoenergian kysyntä on kasvussa. Fossiiliset polttoaineet tulevat loppumaan lähitulevaisuudessa ja kysyntä energiasta kasvaa maailmanlaajuisesti, joten on löydettävä ja kehitettävä vaihtoehtoisia energianlähteitä. Tästä näkökulmasta aurinkoenergia on ensimmäinen pitkäkestoinen energialähde, ja aurinkokennoja pidetään hyvänä ehdokkaana tämän energian keräämiseen. (Cho 2010, 250–251.)

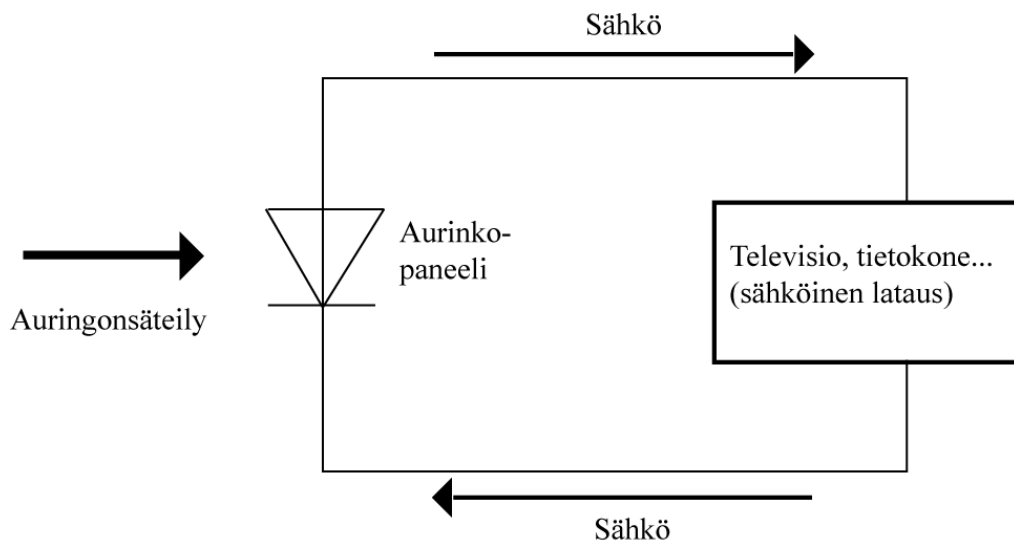
Vaikka aurinkoenergia on puhtaampaa kuin fossiiliset polttoaineet, sekä hieman puhtaampaa kuin ydinvoiman tuotanto, aurinkopaneelit ovat erittäin kalliita ja niiden kysyntä tulee ylittämään tarjonnan. Aurinkokennoista tulee tehottomampia ajan kuluessa, ja ylimääräinen energia vapautuu lämpösäteilynä ympäristöön. (Solarpanelinfo 2011c.)

### 5.1 Yleistä tietoa aurinkopaneeleista

Aurinkokenno on energiantuottaja, joka muuntaa aurinkoenergiaa sähköiseksi energiaksi. Aurinkopaneeli koostuu aurinkokennoista. (Cho 2010, 249–250.) Mitä enemmän aurinkopaneelissa on aurinkokennoja, sitä enemmän aurinkopaneeli pystyy tuottamaan sähköä. Myös aurinkokennojen laatu vaikuttaa sähköntuottoon. Energia, joka syntyy fotonien osuessa aurinkopaneelin pintaan, työntää elektronin pois radaltaan, minkä jälkeen sähköiset kentät aurinkopaneelissa ottavat elektronin ja syöttävät sen metallijohtimiin synnyttäen näin sähkövirran. (Solarpanelinfo

2011b.) Aurinkokennoa kutsutaan myös valojännitekennoksi, koska se tuottaa sähköä suoraan valosta (Cho 2010, 249–250).

Koska aurinkopaneelit ovat sähköntuottajia, ei ole vaikeaa soveltaa näitä laitteita normaalissa elämässä. Ne voidaan yhdistää suoraan mihin tahansa kodinelektronikkaan, kuten esimerkiksi televisioihin tai tietokoneisiin kuten kuvista 3 käy ilmi. (Cho 2010, 258.) Aurinkopaneeleita käytetään virtalähteenä monissa erilaisissa elektroniikkalaitteissa, auringonvalolla toimivasta taskulaskimesta kaukasiin aurinkoenergialla toimiviin anturijärjestelmiin poijuissa sekä jopa kokeellisiin ajoneuvoihin ja veneisiin. (Solarpanelinfo 2011c.)



KUVIO 3. Aurinkopaneelisovellus

## 5.2 Pii-pohjaisen aurinkopaneelin valmistus

Aurinkopaneelien luominen sisältää piin leikkaamisen pieniin levyihin, jotka ovat alle 1 cm:n paksuisia. Tämän jälkeen levyt hiotaan ja käsitellään, jotta pienikin leikkauksen aikana syntynyt vahinko pystytään korjaamaan ja kiillottamaan. Hionnan jälkeen metallijohtimet levitetään ympäriinsä jokaisella levyllä. Johtimet ovat linjassa ohuessa, ruudukkotyyppisessä matriisissa aurinkopaneelin päällä ja

ne on levitettyä tasainen, ohut puoli maahan päin asetettuna. (Solarpanelinfo 2011a.)

Aurinkopaneelien suojelemista varten käsittelyn jälkeen liimataan ohut kerros suojalasias aurinkojännitteisen kennon päälle. Suojalasin liimauksen jälkeen lähes valmis paneeli kiinnitetään alustaan kalliilla, lämpöjohtavalla sementillä. Sementin lämpöä johtava ominaisuus estää aurinkopaneelia ylikuumenemasta, sillä kaikki ylijäänyt energia, jota aurinkopaneeli ei pysty muuntamaan sähköksi ylikuumentaisi muuten laitteen ja vähentäisi aurinkokennojen tehokkuutta. (Solarpanelinfo 2011a.)

### 5.3 Historia ja kehitys

Aurinkokennojen kehitys sai alkunsa ranskalaisen fyysikon Antoine-Cesar Becquerelin toimesta vuonna 1839. Hän keksi valojänniteilmiön, kun hän teki kokeita kiinteällä elektrodilla elektrolyyttiliuoksessa. Hän näki, kuinka jännite syntyi, kun valo osui elektrodiin. Se oli ensimmäinen havainto valojänniteilmiöstä. (Cho 2010, 250.)

Vuonna 1883 amerikkalainen tutkija Charles Fritts kehitti ensimmäisen toimivan aurinkokennon yhdistämällä puolijohdemateriaalia, seleeniä sekä erittäin ohuen kerroksen kultaa. Tämän aurinkokennon hyötysuhde oli kuitenkin vain 1 %. Toinen amerikkalainen tutkija Russell Ohl teki ensimmäisen pii-aurinkokennon, mutta ei silti pystynyt nostamaan energiatehokkuutta yli yhden prosentin silloisen huonon puolijohdeosaamisen vuoksi. (Cho 2010, 250.)

Vuonna 1954 kolme amerikkalaista tutkijaa Gerald Pearson, Calvin Fuller sekä Daryl Chapin, kehittivät pii-pohjaisen aurinkokennon, joka saavutti 6 % hyötysuhteen sekä antoi uusia mahdollisuuksia aurinkokennojen teknologian kehitykseen. Tänä päivänä parhaat pii-aurinkokennot ovat hyötysuhteeltaan 20 % luokkaa, ja kaupallisten aurinkokennojen hyötysuhde on noin 15 %. (Cho 2010, 250.) Tällä hetkellä aurinkokennoja tutkitaan ja kehitetään polymeerimateriaaleista. Tämän teknologian uskotaan madaltavan aurinkokennolaitteiden valmistuskustan-

nuksia huomattavasti, vaikkei teknologia olekaan vielä kovin kehittynyttä. (Cho 2010, 250.)

Suuria aurinkovoimaloita ollaan rakentamassa, ja ne tuottavat satoja megawatteja. Tämän lisäksi monenlaisia aurinkokennoja käytetään esimerkiksi eri laitteissa, rakennusmateriaaleissa, lentokoneissa, autoissa sekä vaatteissa. (Cho 2010, 251.)

#### 5.4 Valojännitteiset tekstiilit

Jos riittävä tutkimus aurinkokennoista tehdään nopeasti sekä onnistuneesti vuoteen 2025 mennessä, suurimmassa osassa maista käytetään aurinkoenergialla toimivia laitteita niin arki- kuin ammattikäytössä. Kyseinen tilanne on erittäin toivottava, koska kestävä kehitys on suuri huolenaihe ympäri maailmaa, ja koska kehitysvivistä ympäristöistä tulee mahdottomia hallita jos ihmisten täytyy ladata tai vaihtaa patterit käsin kaikkiin tuotteisiin. (Cho 2010, 260.)

Rakennuksia pystyy helposti sähköistämään aurinkopaneelien avulla, koska niillä on suhteellisen suuri pinta, mutta sisällä olevilla tuotteilla, kuten esimerkiksi leluilla sekä kännyköillä tilanne on eri. Työn alla on kehittää taipuisia kennoja erilaisin menetelmin, kuten väriherkkiä tai polymeeripohjaisia aurinkokennoja. Mutta myös muita ominaisuuksia kaivataan. Yhtenä vaihtoehtoisena keinona voisi olla aurinkoenergian talteenotto valojännitteisillä kankailla, eli kankailla jotka muuttavat auringonvaloa sähköksi. (Cho 2010, 261–262.)

Tällaisia kankaita voisi käyttää monissa eri tilanteissa, kuten kauko-ohjattavien autojen päällystämiseen, joustavien antureiden luomiseen, joihin voi kytkeä kämmentietokoneen latausta varten sekä älyvaatteiden koontiin. Tätä varten tekstiilimateriaalien pitäisi olla paljon joustavampia sekä kestää enemmän vääntelyä ja vetoa kuin olemassa olevat aurinkokennot. (Cho 2010, 261.)

Seikkailija Robert Swan toimi aurinkoteknologian käytön edelläkävijänä osallistuessaan vuonna 2008 Nantucketin purjehdusviikoille purjeveneellä, jonka purjeet olivat päällystetty aurinkopaneeleilla. Swan käytti purjeissaan G24 Innovationsin valmistamia väriaineherkistettyjä aurinkopaneeleita. Paneeleita oli asetettu kaksi-

toista molemmille puolille purjetta, ja nämä paneelit lataavat veneen 90 kg:n akkua, josta veneen moottori saa energiansa. (G24 Innovations 2008.)

Valojännitteiset tekstiilit perustuvat aurinkojännitteisiin kuituihin. Niistä on valmistettu lankoja erilaisin menetelmin. Näistä langoista voi muodostaa kangasta kutomalla, neulomalla, laminoimalla, huovuttamalla sekä muilla keinoilla, joista jokaisella on erilaiset ominaisuudet ja hyötysuhteet. Toisin kuin aurinkopaneelit, kankaat voivat ottaa talteen aurinkoenergiaa monesta eri suunnasta ja jopa parantaa hyötysuhdetta monikerroksisissa rakenteissa. (Cho 2010, 263.)

Tiettävästi ensimmäinen ja ainoa projekti valojännitteisistä tekstiileistä on sveitsiläinen ”Photovoltaic Fibers and Textiles Project”, joka toteutettiin vuosien 2004 ja 2008 välillä. Projekti keskittyi parantamaan fotojännitteisten kuitujen fyysisiä sekä mekaanisia ominaisuuksia sulauttamalla niitä kudottuihin kankaisiin sekä etsimällä sopivia yhdistämiskeinoja käytännöllisten laitteiden valmistusta varten. Valitettavasti tämä projekti johti ainoastaan ehdotuksiin keinoista, eikä oikeiden kankaiden löytämiseen. Luodessa passiivisia sekä aktiivisia elektronisia tekstiilejä, voimme odottaa valojännitteisten kankaiden tulevan merkittäväksi teknologiseksi lähteeksi. (Cho 2010, 264–265.)

Valojännitteisiä kankaita tullaan näkemään useissa eri ympäristöissä, sillä niitä voi käyttää niin siviili- kuin ammattikäytössäkin. Valojännitteisiä kankaita voi käyttää rakennuksissa, huonekaluissa, erilaisissa asusteissa tai jopa kulkuneuvoissa. Valojännitteisten kankaiden käyttö mahdollistaa energian talteenoton liikkueissa ja näin ollen madaltaa energiansiirrosta aiheutuvaa taakkaa. (Cho 2010, 265.)

## 6 OMA PROJEKTI

Uusiutuvat energialähteet ovat olleet esillä mediassa muiden ympäristöasioiden ohessa, ja koska ympäristöasiat erityisesti tulevaisuutta ajatellen kiinnostavat minua, halusin keskittyä opinnäytetyössäni tulevaisuuden energialähteeseen, eli aurinkopaneeleihin, ja erityisesti niiden käyttöön tekstiileissä. Elektroniikkalaitteet ovat lisääntyneet valtavasti viime vuosikymmenien aikana, ja ne ovat arkipäivää jokaisen ihmisen elämässä muun muassa kännyköiden sekä musiikkisoittimien muodossa. Halusin yhdistää aurinkopaneelin sekä elektroniikan ja pohdinnan jälkeen päätin suunnitella ja valmistaa aurinkopaneelin avulla toimivan akkulaturin.

Aurinkopaneelit ovat virtalähteenä parempia kuin monet muut, esimerkiksi akku tai patteri, koska aurinkopaneelit eivät tarvitse toimiakseen sähköä tai virtaa. Niistä ei myöskään kerry vuosittain suurta määrää jätettä, kun taas akkuja ja pattereita joutuu vaihtamaan tietyin aikavälein.

Tuotteen kohderyhmänä voisi olla nuoret tai muuten paljon liikkuvat ihmiset, jotka tarvitsevat laukun tavaroille sekä elektroniikkalaitteille laturin. Erityisesti laukun ulkonäkö voisi kiinnostaa nuoria, sillä se on nykyaikainen ja persoonallinen. Myös ulkona liikkujalle kännykän, musiikkisoittimen tai vaikka kameran latausmahdollisuus on hyödyllinen.

Aurinkopaneeli painaa 50 g, ja laukun paino aurinkopaneelin ollessa paikallaan on 150 g. Aurinkopaneelin ja johtojen irrotettavuuden vuoksi laukku voidaan pestä. Aurinkopaneelilla on pitkä käyttöikä, jopa 10 vuotta. Laukku on valmistettu kestävästä materiaaleista. Tuotteen hinnaksi tulisi noin 50 euroa.

### 6.1 Aurinkopaneelin avulla toimiva akkulaturi

Olen ollut jo pidemmän aikaa kiinnostunut älyvaatteista, ja tutkittuani aihetta tarkemmin päätin, että tässä on opinnäytetyöni aihe. Älyvaatteista sekä erityisesti aurinkopaneeleiden käytöstä vaatetuksessa on tehty erilaisia tutkimuksia ja sovelluksia, ja päätin myös itse valmistaa tuotteen, jossa käytetään aurinkopaneelia.

Suunnittelin ja valmistin laukkuun sijoitettavan aurinkopaneelin avulla ladattavan akkulaturin. Kuviossa 4 on esitetty kaavio työvaiheista. Työhön pystyy liittämään minkä tahansa USB-liittimellä varustetun laitteen. Työssäni ladattava kännykkä on Samsung Soul SGH-U900.



KUVIO 4. Tuotteen työvaihekaavio

## 6.2 Tuotteen suunnittelu

Tärkein asia suunnittelussa on miettiä kohderyhmä sekä kuunnella mahdollisen asiakkaan toiveita. Omaa prototuotetta suunnitellessani keskityin enemmän siihen, että minkä mallisen laukun aion valmistaa. Päätin, että omasta laukustani tulisi keskikokoinen, läpällinen laukku, ja laukusta olisi mahdollista irrottaa aurinkopaneeli laukun pesun ajaksi. Suunnittelussa ehdottomasti vaikeinta oli miettiä, miten aurinkopaneelin ja tarvittavat johdot ja lisäosat tulisi asettaa laukkuun niin, että ne olisi helppo poistaa ja että ne eivät vahingoittuisi käytössä.



Käytin suunnittelussa Illustrator-piirustusohjelmaa, joka on vektorigrafiikan työväline, ja piirsin tuotteesta monta mahdollisimman tarkkaa ja yksityiskohtaista kuvaa laukun eri osista. Tuotekuvat helpottivat suunnittelua ja niistä oli suuri apu aloittaessani piirtämään kaavoja. Piirretyt kuvat löytyvät liitteistä numeroilla 1–6. Aurinkopaneelin muoto ja koko määrittivät suurimmaksi osaksi laukun mallin ja koon. Suunnitteluvaiheessa kiinnitin erityistä huomiota laturijohtoon, sillä se piti saada piilotettua siististi ja niin, ettei se vahingoitu läppää taittaessa. Vuoren tuli olla jostain kohtaa aukaistava, ja se tuli myös ottaa huomioon miettiessä valmistusta. Samanlainen ratkaisu oli myös läpän sisäpuolella. Kännykkätaskun koko ja paikka tuli miettiä tarkkaan sekä se, miten akkulaturin pään saisi siististi vuoren läpi taskuun.

### 6.3 Materiaalit ja tarvikkeet

Päällikankaaksi valitsin Canvas Max -kankaan, joka on 75 % puuvillaa ja 25 % polyamidia. Tiesin kankaan olevan kestävää materiaalia ja käyttötarkoitukseen sopivaa. Vuorikankaaksi valitsin Condor D -kankaan, joka on 100 % polyesteria. Kangas sopii myös käyttötarkoitukseen. Taulukossa 1 on esitetty käytetyt kangasmateriaalit. Lisäksi käytin tarranauhoja kansiläpässä, läpän vastakappaleessa sekä vuorikankaassa. Tarranauha oli ylijäämäkappale, jonka löysin vanhojen kangaiden seasta. Päällikangas oli leveydeltään 160 cm, kangasmenekki (leveys x korkeus) oli noin 160 cm x 100 cm. Vuorikangas oli leveydeltään 150 cm, kangasmenekki (leveys x korkeus) oli noin 150 cm x 30 cm.

Aurinkopaneelin kokoamista varten haastattelin Lahden ammattikorkeakoulun tietokone-elektroniikan opiskelijaa ja sain häneltä tietoa tarvittavista osista sekä liitännöistä, joita tarvitsen. Hän myös tarkisti laitteen lopullisen rakenteen ennen kuin koekäytin tuotetta. Elektronisia osia, joita tarvitsin aurinkopaneelin lisäksi, olivat USB-liitin, kaksi johtoa, kondensaattori sekä kaksi 200 mA:n diodia. Taulukossa 2 on taulukoitu tarvittavat elektroniikkaosat.

TAULUKKO 1. Taulukko kangasmateriaaleista

Kangas	Hinta /metri	Hankintapaikka
Canvas Max	6,60 €	Bond
Condor D	0,83 €	Bond

TAULUKKO 2. Taulukko elektroniikkaosista

Tuote	Hinta /kpl	Hankintapaikka
Aurinkopaneeli	12,50 €	Ebay
USB-liitin	4,80 €	DigiKey
Kondensaattori 0,22 $\mu$ F	0,27 €	DigiKey
Diodi 200 mA	0,15 €	DigiKey

#### 6.4 Kaavoitus ja kankaiden leikkuu

Tuotteen kaavoitus oli projektin helpoin vaihe. Koska olin jo piirtänyt tuotteesta kuvia sekä lisännyt tarvittavat mitat, pystyin näillä tiedoilla piirtämään kaavat. Kun olin saanut kaavat valmiiksi, pystyin aloittamaan kankaiden leikkuun.

Kaavoittaessa olin merkinnyt kaavoihin tarkasti, mihin kohtaa aurinkopaneeli sijoitetaan sekä mihin kohtaan läpän tarrakiinnitys tulee. Näin minun oli helppo merkitä samat kohdat kankaisiin. Leikatessa sekä kaavoja piirtäessä tarkkana oleminen oli tärkeää, sillä pienetkin virheet saattoivat pilata koko tuotteen. Ratkaisevin vaihe leikatessa oli aurinkopaneelille tarkoitettu aukko läpässä, sillä jos se olisi mennyt vinoon tai aukosta olisi tullut liian suuri, niin tuote ei olisi onnistunut toivomallani tavalla. Kankaiden leikkuun jälkeen oli ompeluosuuden vuoro.

## 6.5 Tuotteen ompelu

Ompelin laukun Brother X-5 -kotiompelukoneella, jossa oli Eurokankaasta ostettua mustaa Moon-lankaa. Tikinpituus oli 8. Aloitin tuotteen ompelun molempiin, sekä etu- että takakappaleeseen kiinnitettävästä sivupalasta. Kulmien ompeleminen siististi oli hieman haastavaa, mutta se onnistui lopulta hyvin. Seuraavaksi siirryin vuorikappaleiden ompeluun.

Vuorikappaleet ompelin samalla tavalla kuin päällikappaleetkin, eli yhdistin sivupalaan etu- sekä takakappaleen. Vuoren etukappaleeseen kiinnitin kännykkätaskun. Kännykkätaskun ompelin vähän vinoon, sillä se näytti mielestäni hyvältä, ja toi laukkuun vähän mielenkiintoista ilmettä. Kuviossa 5 on esitetty tasku kiinnitetynä vuorikankaaseen. Tämän jälkeen oli vuoren ja päällikappaleen kiinnityksen vuoro.



KUVIO 5. Tasku ommeltuna vuorikankaaseen

Vuoren ja päällikankaan toisiinsa kiinnittäminen osoittautui ajateltua haastavammaksi, sillä se oli aikaa vievää tarkan asettelun ja ompelun vuoksi. Vuori ei aluksi meinannut millään sopia päällikankaaseen, mutta maltilla ja sorminäppäryydellä selvisin tilanteesta ja jälki näytti siistiltä. Jätin toisen puolen vuoresta auki, sillä sieltä laitetaan laitteen johdot laukun pohjalle. Tämän jälkeen ompelin tarrakiinnikkeet läppään sekä laukun alareunaan. Seuraavaksi oli vuorossa läppä ja läppään ommeltava muovi.

Läppään tarvittavan muovipalan leikkasin omaan työhöni muovitaskusta, joten se ei oikein sovellu laukkuun, mutta päätin kokeilla sitä vähien resurssien vuoksi. Kiinnitin sen aurinkopaneelille tarkoitettuun aukkoon, että se suojaisi aurinkopaneelia naarmuilta ja kolhuilta. Tämän jälkeen leikkasin aurinkopaneelille kannen päällikankaasta, jonka alle aurinkopaneeli sujutetaan, kun se laitetaan paikoilleen. Kansi suljetaan tarrakiinnityksellä, jotka ompelin kiinnittäessäni kantta. Kansi kiinnitettiin läpän nurjalle puolelle kuumaliimalla, ettei laukun läppään tulisi rumia ompeleita. Kuumaliima liimautui hyvin päällimateriaaliin. Liimauksen jälkeen ompelin tarrakiinnikkeet irralliseen vuorikankaaseen, jonka voi aukaista kun poistaa elektroniikkaosat laukusta esimerkiksi pesua varten. Kuvioista 6 ja 7 näkee, kuinka aurinkopaneelin kansi on kiinnitetty läpän nurjalle puolelle.



KUVIO 6. Aurinkopaneelin kansi



KUVIO 7. Aurinkopaneelia suojaava kansi ja tarroilla kiinnitettävä läppä

Näiden työvaiheiden jälkeen rakensin aurinkopaneelin ohjeiden avulla kuntoon. Sen jälkeen sijoitin aurinkopaneelin sekä muut osat omille paikoilleen ja mittasin, mahtuiko leikkaamani läpän toinen puoli paikalleen. Tämän jälkeen irrotin osat ja ompelin läpän kiinni. Viimeisenä ompeluvaiheena oli hihnan ompelu ja kiinnitys.

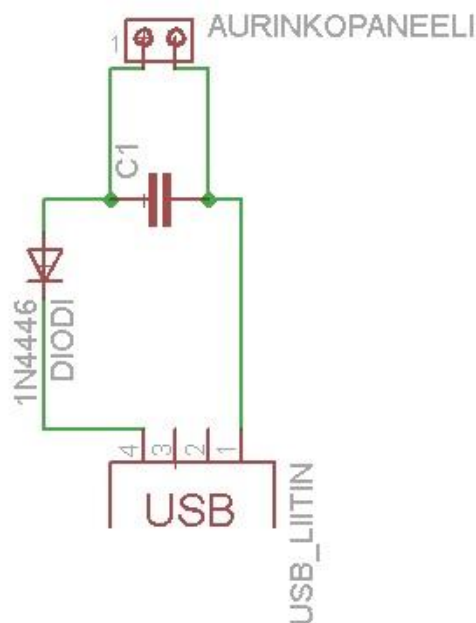
#### 6.6 Aurinkopaneelilla toimivan akkulaturin kokoaminen

Ensiksi kiinnitin 0,22 mikrofaradin kondensaattorin aurinkopaneelin plus- ja miinusnapojen välille. Kondensaattorin tehtävänä on suodattaa virtapiikkejä, eli liika virta ei riko laitetta vaan se suodattuu pois. (Lunkka 2011.) Seuraavaksi oli diodin kiinnityksen vuoro.

Diodit kiinnitettiin aurinkopaneelin sekä positiivisen johtimen väliin. Diodien tehtävänä on estää virtaa kulkemasta väärään suuntaan. Sijoitin laitteeseen kaksi 200 milliampeerin diodia rinnankytkettynä, koska aurinkopaneeli tuottaa hyvissä olosuhteissa yli 300 milliampeeria jatkuvaa virtaa ja sitä ei yksi 200 milliampeerin

diodi kestä. Minulla ei ollut käytössä suurempaa kuin 200 milliampeerin diodeja, ja kun diodeja kytketään rinnan, niiden virrankestot lasketaan yhteen. Näin ollen sain diodeilla 400 milliampeerin virrankeston. (Lunkka 2011.)

USB-johtimesta löytyy usein värikoodatut johtimet, joista kiinnitetään musta johdin miinusnapaan ja punainen johdin diodeihin. USB-johtimesta löytyy myös kaksi muuta johdinta, jotka on tarkoitettu tiedonsiirtoon. Niitä ei tämänlaisessa laturisovelluksessa tarvita, joten ne voidaan jättää kytkemättä. Kuviosta 8 näkyy, kuinka osat on kytketty keskenään. C1 on kondensaattori. Aurinkopaneelin kohdalla olevat kaksi ympyrää ovat plus- ja miinusnavat. (Lunkka 2011.) Kuviot 9 ja 10 ovat etu- ja takakuvat valmiista aurinkopaneelistä.

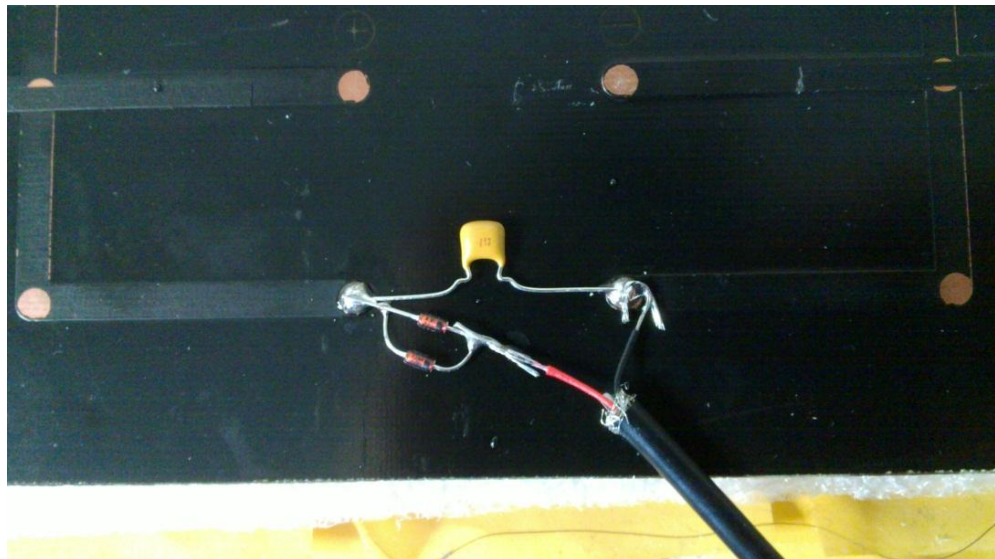


KUVIO 8. Aurinkopaneelin kytkentäkaavio





KUVIO 9. Valmis aurinkopaneeli edestäpäin kuvattuna



KUVIO 10. Valmis aurinkopaneeli takaapäin kuvattuna

Tuote toimi hyvin heti ensimmäisellä käyttökerralla. Aurinkopaneeli toimii myös voimakkaassa valossa, joten aurinkopaneelin voi laittaa myös lampun alle jollei aurinko esimerkiksi paista, tällöin latausaika tosin pitenee. Muovilla ei ollut suurta vaikutusta aurinkopaneelin jännitteen suuruuteen käytettäessä tuotetta auringonvalossa. Akkulaturilla ladatessa kännykkä latautui 2 tunnissa, aurinkopaneelilaturi latasi 5 tuntia puolipilvisessä säässä. Aurinkoisessa säässä aika olisi noin 4,5 tuntia.



## 7 YHTEENVETO

Älyvaatteet ovat tulevaisuutta, ja uusia käyttöalueita ja käyttötarkoituksia löytyy koko ajan lisää. Myös puettava elektroniikka muuttuu ja kehittyy, ja tämän myötä tulee myös lisää valinnan varaa siihen, mitä vaatteeseen liittää. Älyvaatteiden hinnat ovat tällä hetkellä vielä korkeita, mutta tuotteiden lisääntyessä uskon, että markkinoille tulee edullisempiakin tuotteita. Kun näin tapahtuu, uskon, että älyvaatteista tulee uusi trendivillitys. Älymateriaalit ovat hiljalleen tulleet käyttäjien tietoisuuteen niiden monipuolisuuden sekä hyödyllisyyden vuoksi.

Japanin suuronnettomuus sekä kasvihuoneilmiö ovat muokanneet ihmisten mielenpiteitä vihreästä energiasta ja tekemään taloudellisia uhrauksia edistääkseen vihreän energian teknologioita. Aurinkopaneeleita on käytetty suurimmaksi osaksi katkorakenteissa, vaikka niiden mahdollisuudet tekstiili- ja vaateusteollisuudessa ovat myös hyvät. Aurinkopaneelilla toimivia tuotteita ei ole vaikea valmistaa, eivätkä kustannuksetkaan kasva valtaviksi, riippuen tietenkin tuotteista. Ihmettelin tuotteen valmiiksi saannin jälkeen, kuinka yksinkertaista laukun valmistus, sekä aurinkopaneelin ja tarvittavien osien yhdistäminen oli. Alkaessani miettiä ja suunnitella laukkua olin varma, että valmistus tuottaisi ongelmia ja pääänvaivaa niin monen eri työvaiheen vuoksi, mutta näin ei kuitenkaan käynyt. Koska tuote on protokappale, sen siisteyteen ja materiaaleihin ei ole panostettu niin hyvin kuin olisi voinut.

Kangasmateriaalit olivat erinomaiset, mutta pari asiaa olisi voinut tehdä toisin. Läpän aukkoon kiinnitetyn muovisuojan olisi pitänyt olla kunnon muovia, joka olisi testattu ja olisi sopiva käyttötarkoitukseen. Käyttämäni muovitaskun pala on aika heikkoa, se on epäsiistin näköinen ja siinä näkyy jo ompelussa tulleita lomoja. Myös aurinkopaneelista löytyy yksi vika. Markkinoilla on myynnissä taipuisia aurinkopaneeleja, jotka soveltuvat paremmin esimerkiksi tekstiileihin ja vaatteisiin. Kustannussyistä sekä huonon saatavuuden vuoksi hankin kuitenkin normaalin, ei-taipuisan aurinkopaneelin. Suomessa aurinkopaneeleja ei juurikaan valmisteta, joten valikoima on huonompi kuin esimerkiksi Kiinassa, josta tilasin oman aurinkopaneelini. Protokappaleen käyttötarkoitukseen aurinkopaneeli sopii hyvin, sillä laukun läpässä aurinkopaneelin ei tarvitse olla taipuisa.

Kokonaisuutena projektini onnistui mielestäni hyvin. Tärkein tavoite tuotteen valmistuksessa oli, että se toimisi ja lataisi kännykkäni akun, ja niin se teki. Myös laukun ulkonäöstä tuli ihan hyvä. Työ vei suuren osan opinnäytetyöhön käyttämästäni ajasta, mutta näin olin suunnitellutkin. Yritin kuvailla mahdollisimman tarkasti eri työvaiheita ja otin niistä kuvia, jotta opinnäytetyöni lukijat saisivat tarkemman kuvan siitä mitä olin tehnyt ja miltä tuote tulisi näyttämään.

Tuotetta voisi kehittää tekemällä tarkan suunnitelman työjärjestyksestä, lisäämällä yksityiskohtia, esimerkiksi lisää taskuja sekä hihnaan olisi hyvä lisätä lenkki, joka säätelee pituutta, kiinnitys voisi toimia mahdollisesti myös muilla kiinnikkeillä kuin tarroilla, sekä tärkein muutos olisi, että kiinnittäisi läppään muovin, joka on tarkoitettu paremmin tarkoitukseen kuin muovitaskun muovi. Arvioidessani opinnäytetyötäni kokonaisuutena olen tyytyväinen aikaansaannokseeni. Opin paljon uusia asioita etsiessäni tietoa ja tutkiessani erilaisia tuotteita. Tiedoista ja kuvista sain inspiraatioita, joita aion tulevaisuudessa hyödyntää. Älyvaatteisiin kuuluu olennaisena osana keräämäni tieto, ja tavoitteenani oli kertoa eri aiheista monipuolisesti, tutkimatta niitä kuitenkaan liian tarkasti. Kuviossa 11 on kuva valmiista laukusta, johon on kiinnitetty aurinkopaneeli akun latausta varten.



KUVIO 11. Kuva valmiista tuotteesta

## LÄHTEET

Ahokas, A. 2005. Polymeerit uudistavat tekstiilejä. Tekniikka & Talous 9/2005, 34.

Boncamper, I. 2000. TTKK:n älyvaatetutkimus alkoi Cyberia-projektista. Tekstiililehti 6/2000, 8–9.

Boncamper, I. 2005. Älytekstiilejä ja hyvinvointia. Tekstiililehti 5/2005, 19.

Boncamper, I. 2010. Älytekstiilitieto keskitettyyn tietokantaan. Tekstiililehti 3/2010, 17.

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

Clothing+. 2010. Rediscovering textiles [viitattu 14.3.2011]. Saatavissa: <http://www.clothingplus.fi/index.php?s=company>

Cooper-Hewitt, National Design Museum. 2011. Extreme Textiles: Designing for High Performance [viitattu 17.4.2011]. Saatavissa: [http://www.cooperhewitt.org/exhibitions/extreme\\_textiles/index.asp](http://www.cooperhewitt.org/exhibitions/extreme_textiles/index.asp)

Crunchwear. 2011. VIKING Turnout Gear High tech Firefighter Safety Clothing [viitattu 17.4.2011]. Saatavissa: <http://www.crunchwear.com/viking-turnout-gear-high-tech-firefighter-safety-clothing/>

Ecouterre. 2009. Wearable technology [viitattu 16.4.2011]. Saatavissa: <http://www.ecouterre.com/new-zegna-sports-ecotech-solar-jacket-made-from-recycled-plastic/>

G24 Innovations. 2008. 2041 and G24i Debut First Solar Sail [viitattu 16.4.2011]. Saatavissa: <http://www.g24i.com/press,2041-and-g24i-debut-first-solar-sail,129.html>

Gizmag. 2005. Adidas and Polar introduce the world's first completely integrated training system [viitattu 16.4.2011]. Saatavissa: <http://www.gizmag.com/go/4402/>

Hellman, L. 2011. Älykkäät hyvinvointivaatteet [viitattu 6.4.2011]. Saatavissa: <http://www.hiit.fi/~oulasvir/58307110/alyvaatteet.pdf>

Intelligent Textiles. 2011a. Chromic Materials [viitattu 17.4.2011]. Saatavissa: <http://www.tut.fi/units/ms/teva/projects/intelligenttextiles/index5.htm>

Intelligent Textiles. 2011b. Shape Memory Materials [viitattu 17.4.2011]. Saatavissa: <http://www.tut.fi/units/ms/teva/projects/intelligenttextiles/index4.htm>

Lunkka, K. 2011. Tietokone-elektroniikan opiskelija. Lahden ammattikorkeakoulu. Haastattelu 2.3.2011.

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

Newlaunches.com 2006. Philips Lumalive textile garments [viitattu 14.3.2011]. Saatavissa: [http://www.newlaunches.com/archives/philips\\_lumalive\\_textile\\_garments.php](http://www.newlaunches.com/archives/philips_lumalive_textile_garments.php)

Outlast Technologies, Inc. 2010. PCM technology for highest demands [viitattu 16.4.2011]. Saatavissa: [http://www.outlast.com/index.php?id=95&L=11%2Fphpwcms%2Finclude%2Finc\\_ext%2Fspaw%2Fdialogs%2Ftable.php%3Fspaw\\_root%3D](http://www.outlast.com/index.php?id=95&L=11%2Fphpwcms%2Finclude%2Finc_ext%2Fspaw%2Fdialogs%2Ftable.php%3Fspaw_root%3D)

Polar Electro. 2011. [viitattu 6.4.2011]. Saatavissa: <http://www.polar.fi/fi>

Reima. 2010. Konserni Reima Oy [viitattu 14.3.2011]. Saatavissa: <http://www.reima.fi/fi/konserni/>

Solarpanelinfo. 2011a. How are solar panels made? [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa: <http://www.solarpanelinfo.com/solar-panels/how-are-solar-panels-made.php>

Solarpanelinfo. 2011b. How do solar panels work? [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa: <http://www.solarpanelinfo.com/solar-panels/how-solar-panels-work.php>

Solarpanelinfo. 2011c. Why are solar panels necessary? [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa: <http://www.solarpanelinfo.com/solar-panels/purpose-of-solar-panels.php>

Suomen Akatemia. 2007. Älyvaatteet voivat parantaa työturvallisuutta [viitattu 12.3.2011]. Saatavissa: <http://193.167.96.163/fi/A/Suomen-Akatemia/Mediapalvelut/Tiedotteet/Tiedotteet-2005/10214/>

Talk2myshirt. 2008. Smart, Heated Glove- Red Savina from Mountain Hardware [viitattu 17.4.2011]. Saatavissa: <http://www.talk2myshirt.com/blog/archives/899>

Tao X. 2001. Smart fibres, fabrics and clothing. Woodhead Publishing Limited.

Shishoo Consulting AB. 1999. NEST- Roadshow, Techtextil Symposium. Luentomateriaali.

The Hong Kong Research Institute of Textiles and Apparel. 2006. Development of Shape Memory Fabrics/Garments [viitattu 15.3.2011]. Saatavissa: <http://www.hkrita.com/newsletter/issue4/rnd.htm>

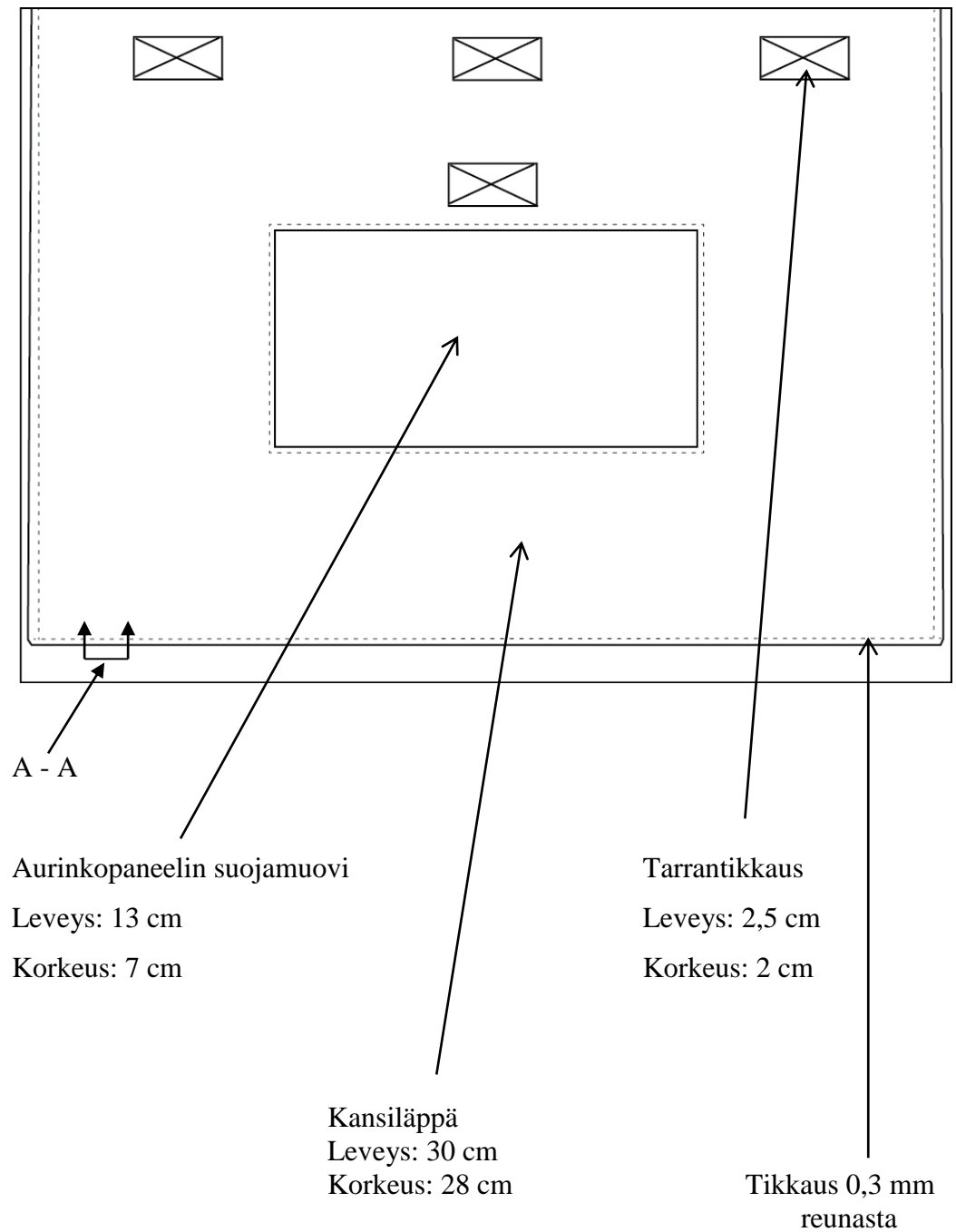
Turvatyyny turhamaisille polkupyöräilijöille. 3/2011. Tieteen Kuvalehti. [viitattu 6.4.2011]. Saatavissa: <http://tieku.fi/keksinnoet/turvatyyny-turhamaisille-polkupyoraailijoille>

Weckman, M. 1999. Älyvaatteet tulevat vuoden kuluttua kaappoihin. Etelä-Suomen Sanomat 26.11.1999, 21.

**LIITTEET**

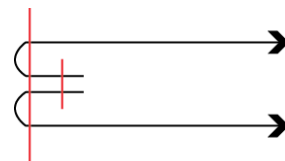
<b>LIITE 1</b>	<b>SUUNNITELMA LAUKUN ETUPUOLESTA</b>
<b>LIITE 2</b>	<b>SUUNNITELMA LAUKUN PANEELIN LÄPÄSTÄ</b>
<b>LIITE 3</b>	<b>SUUNNITELMA LAUKUN SISÄPUOLELTA</b>
<b>LIITE 4</b>	<b>SUUNNITELMA LAUKUN SIVUSTA</b>
<b>LIITE 5</b>	<b>SUUNNITELMA LAUKUN TASKUSTA</b>
<b>LIITE 6</b>	<b>SUUNNITELMA LAUKUN TAKAPUOLESTA</b>

LIITE 1. Suunnitelma laukun etupuolesta



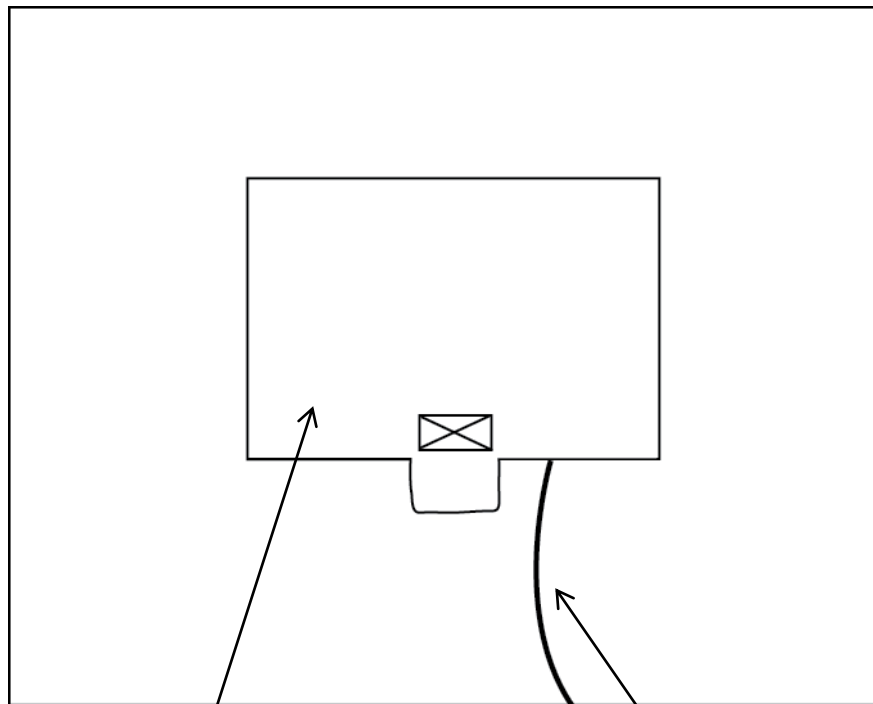
Aurinkopaneelin mitat  
Leveys: 15 cm  
Korkeus: 8,5 cm  
Paksuus: 0,2 cm

Rakennekuva A - A





LIITE 2. Suunnitelma laukun paneelin läpistä



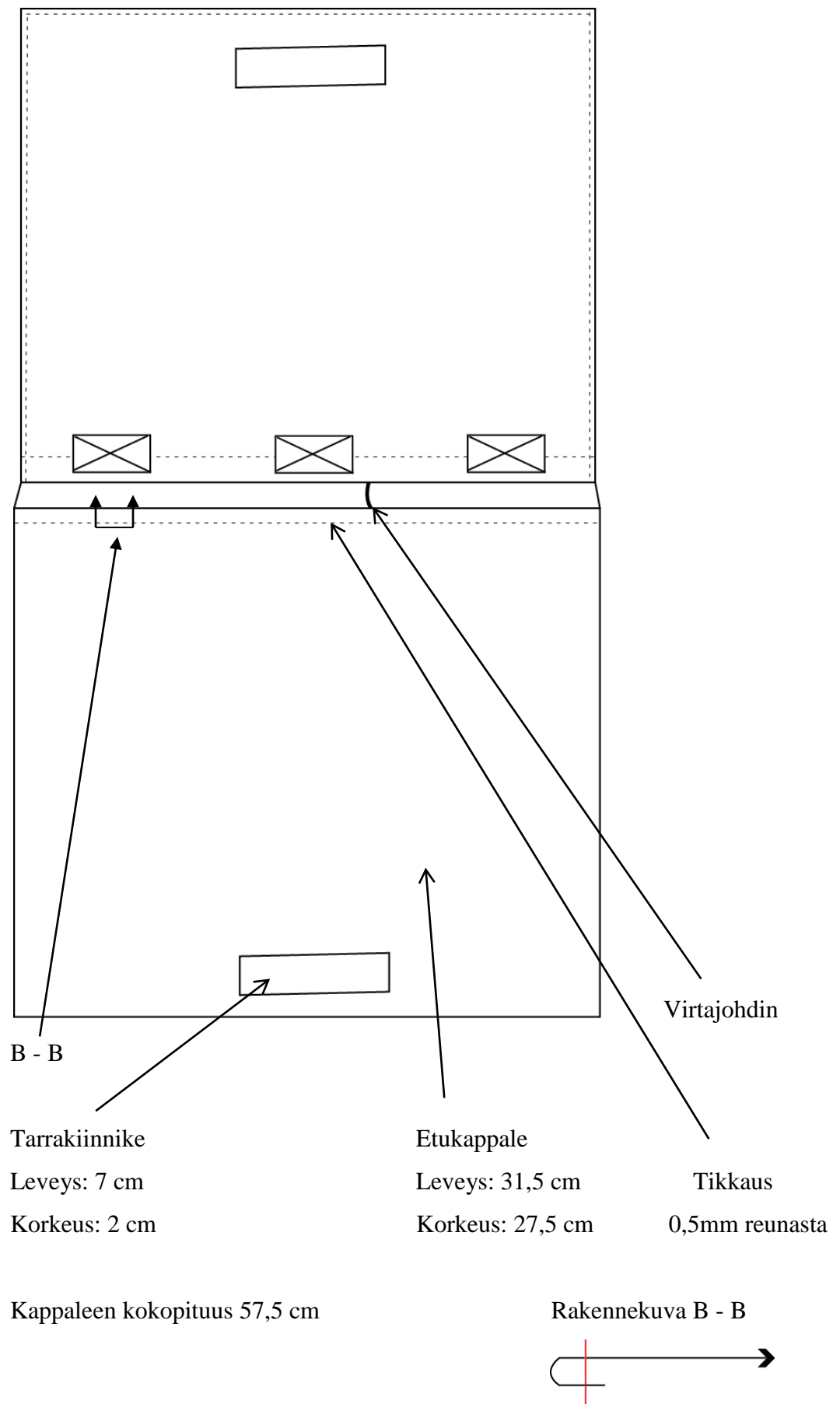
Aurinkopaneelin kansi

Leveys: 18,5 cm

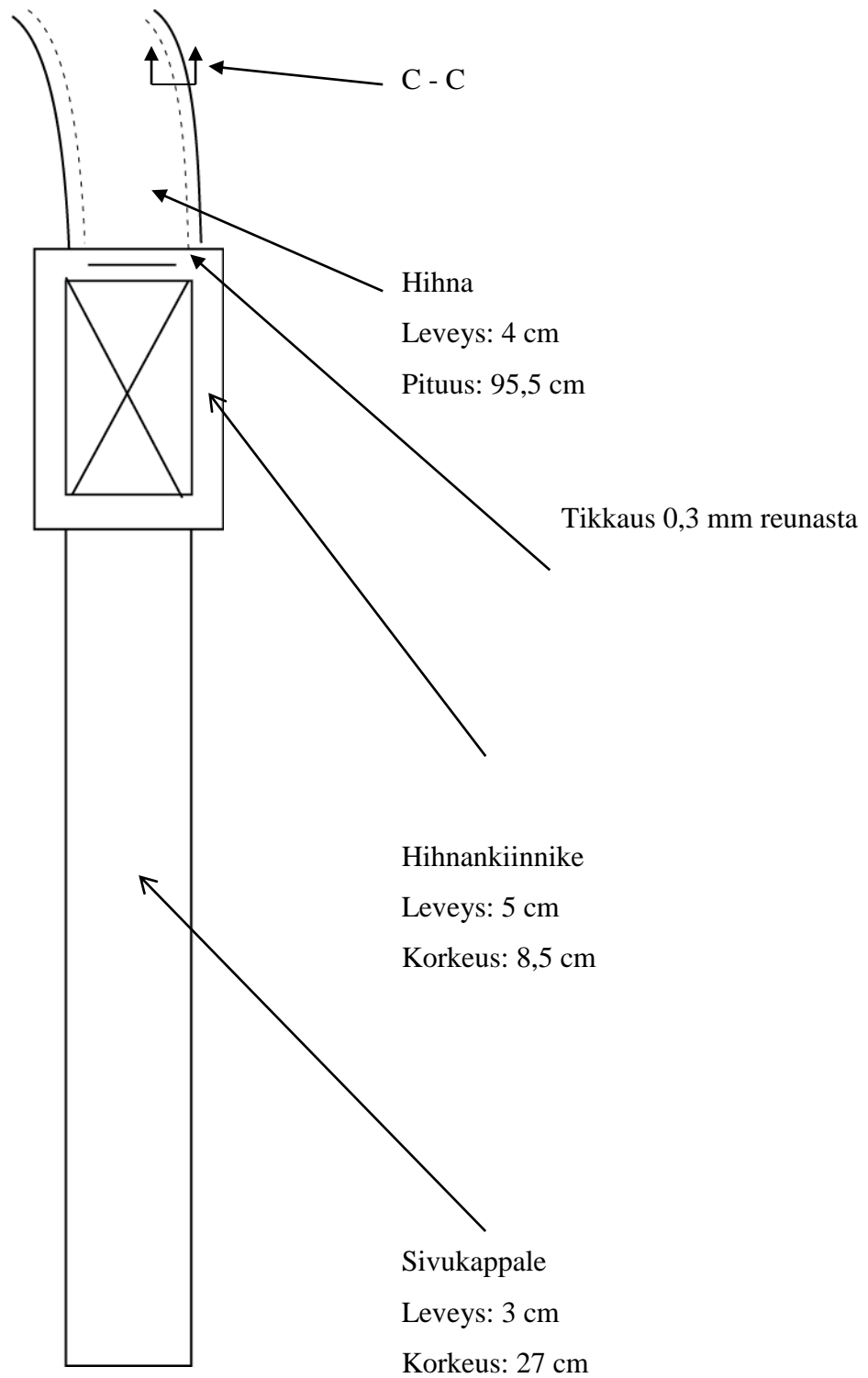
Korkeus: 13 cm

Virtajohdin

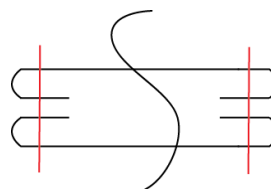
## LIITE 3. Suunnitelma laukun sisäpuolelta



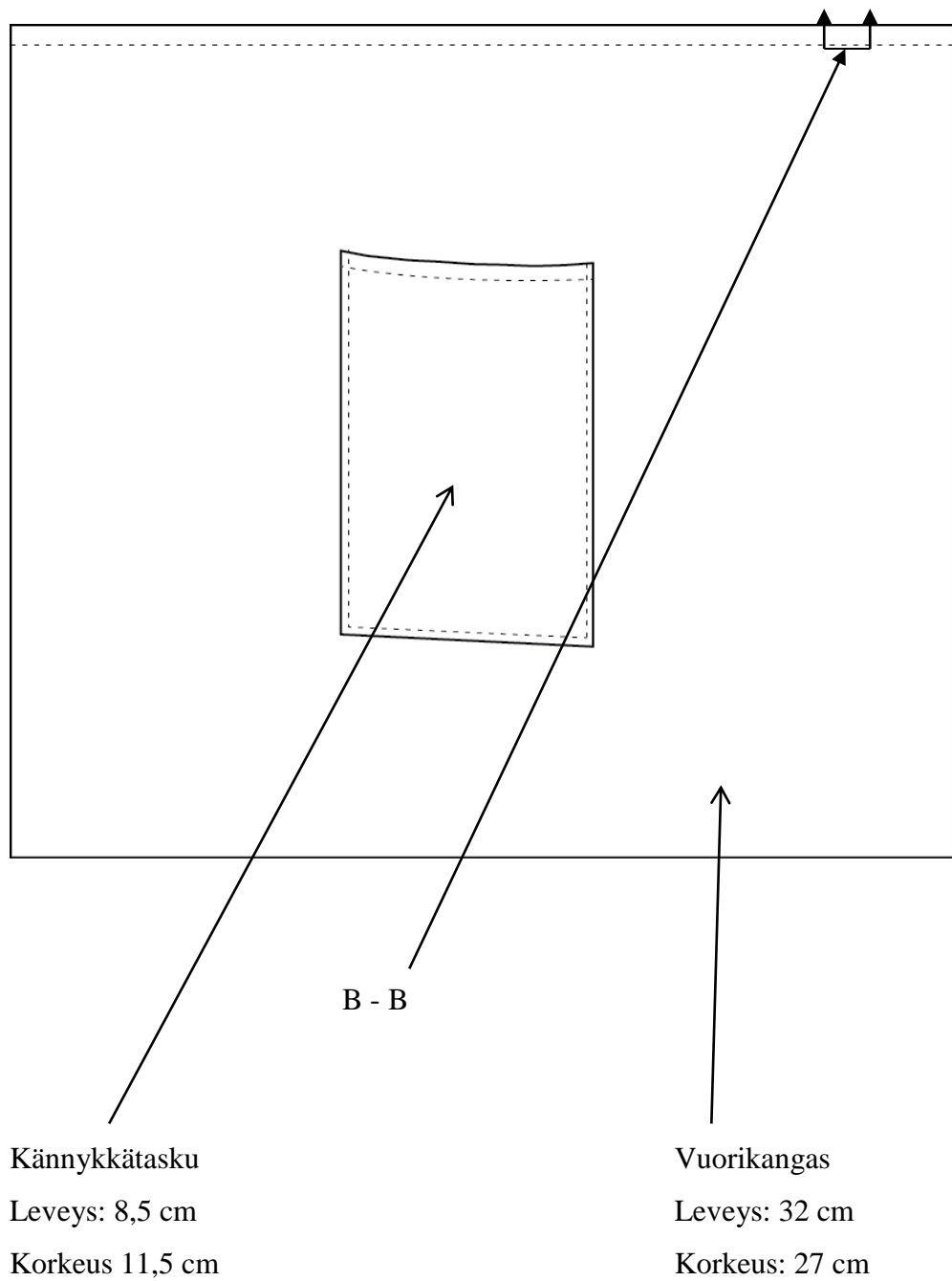
LIITE 4. Suunnitelma laukun sivusta



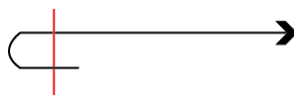
Rakennekuva C-C



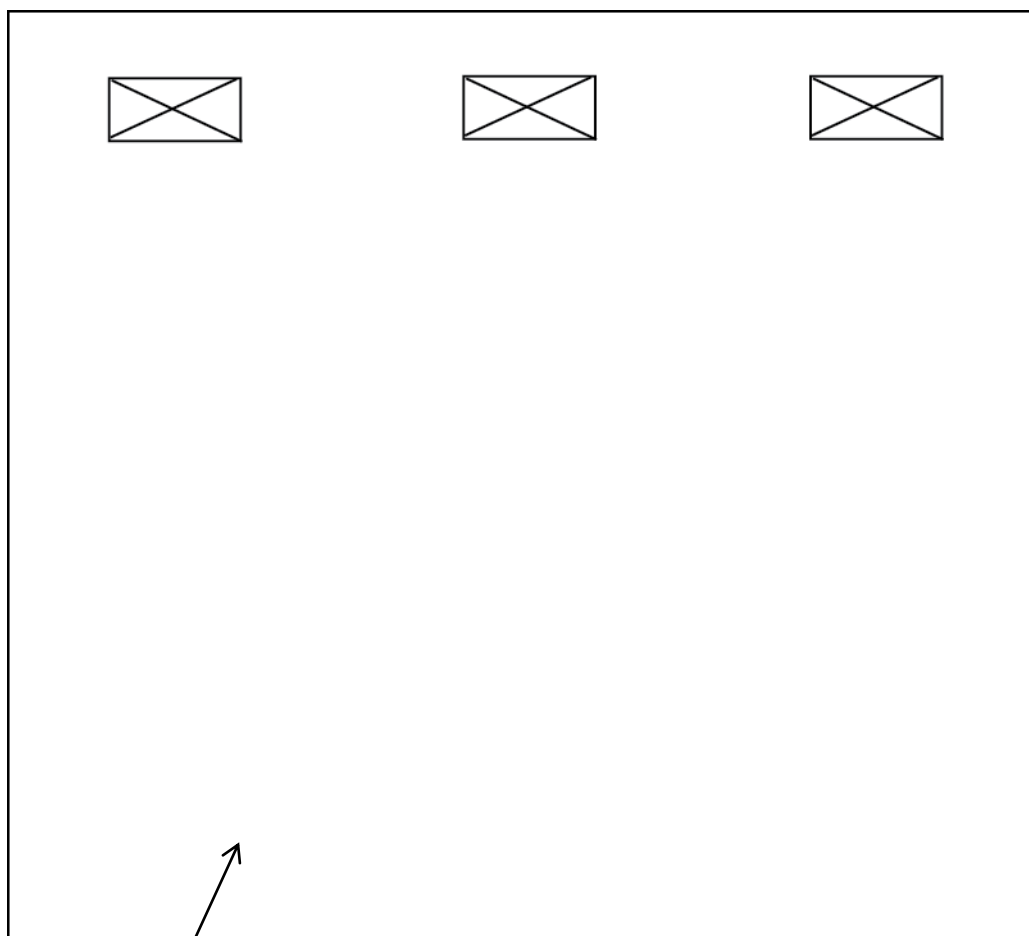
LIITE 5. Suunnitelma laukun taskusta



Rakennekuva B - B



LIITE 6. Suunnitelma laukun takakappaleesta



Takakappale

Leveys: 31 cm

Korkeus: 28 cm