

T-paidoista E-paitoihin

Äly ja elektroniikka astelevat estradille

■ **Jos muoti ja vaatteet ovat olleet pitkälti kemiaa, tulevaisuudessa ne ovat myös sähkömagnetismia ja päälle puettavia tietokoneita.**

Jarmo Wallenius

Jos vuorovaikutteiset älyvaatteet ja elektroniset eli e-tekstiilit sovelluksineen toden teolla valtaavat vaatemarkkinat, päivittäinen elämämme mullistuu.

Kun puhutaan älyvaatteista, kyseessä voivat olla pelkät älykankaan tai älykuidun omat ominaisuudet. Hyvä esimerkki on vaikkapa uimarin suorituskykyä parantava haipuku. Älyvaate ei välttämättä edellytä elektronisia komponentteja.

Elektronisella tekstiilillä taas tarkoitetaan kuituja, jotka mahdollistavat digitaalisten komponenttien, jopa pienten tietokoneiden upottamisen ja sulauttamisen kankaaseen.

E-tekstiileissä tieto- ja sähkötekniikka yhdistyvät paitsi vaatteisiin, muotiin ja sisustukseen myös hyvinvointiin ja terveyteen.

E-paidan käyttäjä voi lähettää sähköisiä tervehdyksiä paitaansa upotettujen anturien avulla.

Modernit e-tekstiilit voivat siis tulevaisuudessa muuttaa koko toimintaympäristöämme. Ne eivät silti ole niin uusi idea kuin voisi luulla.

Hopeisten ja kultaisten lankojen ja folioiden nivominen tavallisiin kangaskuituihin on peräisin muinaisilta egyptiläisiltä artesaaneilta. Sähkökin alettiin liittää vaatetukseen jo

1800-luvun lopulla.

Ensimmäisten älyvaatteiden eli avaruuslentäjien pukujen esiinmarssi käynnistyi 1960-luvun alussa. Nasa on kehittänyt muun muassa olomuotoaan muuttavia materiaaleja, joilla voidaan ulkoisten olosuhteiden mukaan säädellä puvun ja siten myös astronautin kehon lämpötilaa.

Vuonna 1968 New Yorkissa herätti huomiota suunnittelija **Diana Dewin** sähköluminesenssinen mekko sireeniäänisine yöineen. Uutuus sopi hyvin ajan discopukeutumiseen.

Ensimmäinen elektroninen vaate valmistui tasan 30 vuotta sitten Massachusettsin teknillisen yliopiston MIT:n medialaboratoriossa. Se oli musiikkitakki, johon oli asennettu kosketusherkkä Midi-soitin. Teräksistä tehtyjen palasten avulla kosket-

timisto saatiin sähköä johtavaksi.

Akulla toimineen musiikkitakin kovaääniset oli sijoitettu sen taskuihin. Farkkuvalmistaja Levi's ja elektroniikkajätti Philips kehittivät myöhemmin takista myös kaupallisen version.

Vuonna 1997 päivänvalon näki ensimmäinen tietokoneistetulla nu-

meerisella ohjauksella varustettu ”kutomakone”, joka kykeni liittämään optista materiaalia joustaviin materiaaleihin. Keksinnön ansiosta huvipuisto Disney Worldia varten alettiin valmistaa valasevia puseroita.

Tämänkin innovaation juuret juontavat kauas taaksepäin.

”Lordi **Byronin** tytär, matemaatikko **Ada Lovelace**, etsi jo 1800-luvun alussa **Charles Babbagen** analyttiseen koneeseen ohjelmistoratkaisuja silloisten kangaspuiden informaatioteknologiasta eli reikäkorteista”, muistuttaa tutkija **Rebecca Stewart** Lontoon Queen Mary -yliopistosta.

Stewart luennoi elektronisten tekstiilien historiasta ja tulevaisuudesta Britannian tiedeviikoilla, jotka järjestettiin Swanseassa viime syksynä.

Kymmenen vuotta sitten Washington DC:ssä esiteltiin farkkutakkiin upotettu, useita pesukertoja kestävä tietokonenäyttö. Varsinaisten tietokonevaatteiden kaupallinen läpimurto odottaa silti vielä tuloaan.

E-tekstiilien rakennussarjoihin erikoistunut Arduino on kuitenkin jo tuonut markkinoille vaatteisiin istutettavat mikrosäätimet. Samaten muutamat muotitalot, kuten CuteCircuit, hyödyntävät aktiivisesti e-tekstiilien mahdollisuuksia. E-paidan käyttäjä voi esimerkiksi lähettää sähkö-



Huippumoderni elektroninen ilta-puku tuo juhlatilaisuuteen uudenlaista säihkettä.

CuteCircuit

köisiä tervehdyksiä paitaansa upotettujen anturien avulla.

Vuonna 2012 alan guruihin lukeutuva keksijä **Harry Wainwright** esitelti Melbournessa asusteen, jonka väriä pystyi vaihtamaan älykännykällä. Asuste tunnisti kännykkäpuhelun

soittajan ilman digitaalista näyttöä ja sisälsi myös wifi-hälytysjärjestelmän taskuvarkaiden varalta.

Esteettisiä ja suorittavia

Elektroniset tekstiilit voidaan jakaa

esteettisiin kankaisiin ja suorittaviin tekstiileihin. Esimerkki ensimmäisistä ovat led-valaistut vaatteet. Jälkimmäisiä ovat vaikkapa erilaiset sormikkaat ja soitettavat pöytälinat.

Passiiviset e-tekstiilit tunnistavat ympäristössään tapahtuvia muutok-





1960-luvun discoissa hämmästyttivät sähkölumesenssit minimekot, joiden vyö oli äänestä mallia.



sia. Aktiiviset e-tekstiilit myös reagoivat toimintaympäristönsä ulkoisiin muutoksiin. Vaate voi taltioida, analysoida, varastoida, lähettää ja näyttää informaatiota.

Tulevaisuuden tavoitteena on, että tällaisia avatar-asuja pystytään valmistamaan erilaisilla kutomakoneilla massatuotantona hieman samalla tavalla kuin nykyisin voidaan yhdistellä paperia ja elektroniikkaa. Kuitujen ja komponenttien materiaalit voivat olla puolijohteita, eristeitä, metalleja ja muoveja aina tarpeen mukaan.

Eri puolilla maailmaa järjestetään jo runsaasti työpajoja, seminaareja ja muoti- ja teknologiatapahtumia, joissa ihmiset voivat henkilökohtaisesti tutustua e-tekstiilien suunnitteluun ja valmistukseen. Tapahtumissa akateeminen tieto lomittuu ja yhdistyy käsityötaitoon.

Rebecca Stewart pitää e-tekstiilejä erinomaisena mahdollisuutena houkutella myös nuoria, niin tyttöjä kuin poikia, luonnontieteiden, tekniikan, insinööritieteiden ja koodauksen pariin. Sukkapuikko ja virkkuukoukku voivat vaihtua juotoskolviin ja prosessoriin tai päinvastoin.

Hänen mukaansa e-tekstiileillä on tärkeä rooli teknologian edistymisessä.

”E-tekstiilien avulla teknologia integroituu saumattomammin ympä-

Suuren yleisön asenne ratkaisee

Kun vaateteollisuus alihankkijoi-
neen ja johdannaisineen pähkäilee,
kuinka äly- ja e-tekstiilien massa-
valmistus ja jokapäiväinen käyttö
toteutetaan, avainsana on käytän-
nöllisyys.

Kaikki riippuu siitä, hyväksyykö
suuri yleisö smartit kuteet pysy-
väksi osaksi arkeaan.

On nimittäin jo merkkejä siitä,
että ihmiset kyllästyvät nopeasti
esimerkiksi tarkkailemaan toimin-
tojaan ja vuorokausirytmιάän ja
mittaamaan kuntoaan rannekeil-
la ja muilla älylaitteilla.

Asiasta raportoivat tutkijat
Ranskassa tammikuussa pidetyssä
Futex-konferenssissa, jonka aihee-
na olivat interaktiiviset tekstiilit.
Heidän mukaansa moni on jo heit-
tänyt vempheet nurkkaan ja jatka-
nut kuntoiluun ilman ”älyä”.

Toiseksi kuluttajat haluavat myös
suojella yksityisyyttään. Ihmiset
tahtovat pysyä anonyymeinä ja
tietää, mihin heistä vaikkapa ran-
nekeilla kerättävää tietoa-
neisto-
toa käytetään. Tärkeänä pidetään
mahdollisuutta itse deletoida data
tarpeen tullen.

ristöömme. Näin tapahtuu jo, kun
vaikkapa älypuhelimet ja valvonta-
kamerat käyvät yhä pienemmiksi. E-
tekstiilien ansiosta tietokoneet voi-
daan sulauttaa vaatteisiimme ja hu-
onekaluuihimme”, Stewart kuvailee.

Tällä hetkellä erilaisten päällä pi-

dettävien elektronisten älylaittei-
den, kuten aktiivisuusrannekeiden
ja älysilmälasien, markkina-arvo on
vuositasolla 30 miljardia euroa. Laa-
jennetun todellisuuden esiinmarssin
myötä summan on arveltu 10 vuodes-
sa viisinkertaistuvan.



Hain ihoa jäljittelevät virtaviivaiset asut ovat älytekstiilejä, jotka antavat uimarille lisää potkua.

Elektronisten tekstiilien vuosittaiset markkinat jäävät vielä selvästi alle miljardin euron, mutta niidenkin uskotaan nousevan kolmeen miljardiin vuoteen 2026 mennessä.

E-tekstiilien menestyksen ratkaisee paljolti käytännöllisyys.

Jotta massatuotanto mahdollistuu, elektroniikka pitää saada yhdistetyksi kankaisiin jo langan kudontavaiheessa. Lisäksi elektronisia älyvaatteita tulee voida pitää ja pestä ilman, että kuosit tai ominaisuudet muuttuvat. Teknologian ei pitäisi myöskään erottua vaateuksesta.

Terveystekstiileistä taiteeseen

Äly- ja e-tekstiilien suurimmat markkinat (30 prosenttia) ovat tätä nykyä turvallisuus- ja sotilasteknologiassa. Toisena tulee kodinsisustus ja arkkitehtuuri 22 prosentin osuudellaan. Kolmannella sijalla on urheilu- ja kuntoiluteknologia (15), jota seuraavat



Lapsille tuttu esimerkki älykkäästä pukeutumisesta ovat Teletappien antennit ja vatsanseudun tv-näytöt.

kuusi (6 prosenttia), muoti (11) ja terveys (6 prosenttia).

Tulevaisuudessa terveysteknologi- an, työasusteiden, urheilun ja muo-

din osuuden veikataan kehittyvän yhtä suuriksi. Kukin nappaisi alan markkinoista liki neljäsosan.

Sisustuksen ja *life stylen* alueella e-tekstiilien uskotaan jatkossa valtaavan peräti 70 prosenttia markkinoista.

”Koska e-tekstiilit pohjautuvat samaan tekstiiliteknologiaan, jota käytetään tavallisten, sähköä johtamattomien lankojen ja kuitujen valmistukseen, ne sopivat hyvin vaikkapa tanssitaiteeseen”, Rebecca Stewart lisää.

”Modernit e-tekstiilit myötäilevät paremmin vartalon liikkeitä kuin entiset printatut virtapiirit.”

Valoa on kyetty aiemminkin yhdistämään tanssiasusteisiin ja muotiluomuksiin, mutta jatkossa käytössä on yhä monipuolisempia sensoreita, joilla voidaan tarkastella kehon kieltä ja biologiaa.

Ensimmäisen sukupolven e-tekstiileissä anturi kiinnitettiin vaatteeseen, toisen sukupolven e-tekstiileissä se voitiin upottaa itse vaatekappaleeseen.

Kolmannen sukupolven päälle puettavassa elektroniikassa anturina toimii e-tekstiili itsessään. Viimeistään silloin voidaan puhua kuituoptiikkaan vertautuvasta kuitutroniikasta, jossa metallista johdekuitua tai nanokokoisia johdepartikkeleita on sekoitettu tavallisen tekstiilikuidun sekaan. □

Grafeenimuste sopii e-tekstiilien johteeksi

Cambridgen grafeenikeskuksen ja Jiangnanin yliopiston tutkijat ovat keksineet uuden keinon valmistaa sähköä johtavaa puuvillakangasta. Kankaan johtavana ainesosana he ovat käyttäneet grafeenipohjaista mustetta.

Cambridgelaisen **Felice Torrisin** ja jiangnanilaisen **Chaoxia Wangin** johtama tutkimus *Environmentally-friendly conductive cotton fabric as flexible strain sensor based on hot press reduced graphene oxide* julkaistiin hiljattain *Carbon*-tiedelehdessä.

Tulokset osoittivat, että joustava venymäliuskeanturi toimii hyvin grafeenimustetta johteena käytävässä vaatteessa.

Tutkijat valmistivat grafiitista kemiallisesti grafeenia ja ruiskuttivat näin syntynyttä grafeenioksidia puuvillaan. Kangasta piti vielä lämmittää, jotta happi saatiin irrotettua grafeenista. Samalla kankaan sähkönjohtavuus kasvoi.

Grafeeni kiinnittyi kankaaseen samalla tavalla kuin väriaine ja kesti sekä lukuisia pesukertoja että sa- toja taivutuksia.

Aiemmin sähköä johtava muste on valmistettu hopean kaltaisista arvometalleista. Grafeeni on niitä paljon edullisempaa ja ympäristölle hellävaraisempaa. Se on myös kemiallisesti hyvin yhteensopiva puuvillan kanssa.

Grafeeni ja muut kaksiulotteisista materiaaleista valmistetut musteet voivat muodostaa kankaaseen useita nanokoon hiutaleista koostuvia sähköä johtavia tasaisia verkkoja. Ne sopivat päällä pidettävien ohuiden anturien käyttöön.



Grafeenimusteella värjätystä puuvillakangasta valmistettu e-tekstiili kestää hyvin taivutusta ja venytystä.

Kirjoittaja on vapaa tiedetoimittaja. jarmowallenius@hotmail.com