

Please note! This is a self-archived version of the original article.

Huom! Tämä on rinnakkaistallenne.

To cite this Article / Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Kerkola, H., Jumisko-Pyykkö, S., Varheenmaa, M., Rissanen, M. & Hännikäinen, J. (2023)  
Älykkäitä ja kestäviä tekstiilejä digitaalisuutta hyödyntäen. *Tekstiililehti*, 2023:3, s. 33-37.

# ÄLYKKÄITÄ JA KESTÄVIÄ TEKSTIILEJÄ **DIGITAALI- SUUTTA HYÖDYNTÄEN**

TEKSTI: HEIDI KERKOLA ja SATU JUMISKO-PYYKKÖ, HAMK Smart -tutkimusyksikkö  
MINNA VARHEENMAA, MARJA RISSANEN ja JAANA HÄNNIKÄINEN, TAMK

Tampereen (TAMK) ja Hämeen ammattikorkeakoulujen (HAMK) yhteisessä ”Pirkanmaan kestävien ja älykkäiden tekstiilien osaamis- ja innovaatioekosysteemi” -hankkeessa kehitettiin kahden vuoden ajan kestävien ja älykkäiden tekstiilien ekosysteemiä. Hanke toi yhteen osajia IT-, komponentti-, tekstiili- ja suunnittelualoilta uusien innovaatioiden synnyttämiseksi ja olemassa olevien tuotteiden sekä ideoiden jalostamiseksi.

Ekosysteemiä tukemaan hankkeessa järjestettiin erilaisia tapahtumia, kuten työpajoja. Työpajoihin osallistui 23 innokasta yritystä ja toimijaa, jotka asiantuntijoiden alustusten pohjalta pohtivat oman toimintansa kannalta mielenkiintoisia ja hyödyllisiä tuote- ja palveluinnovaatioita. Ideoinneista syntyi kaksi pilottia kestäviin ja älykkäisiin tekstiileihin liittyen.

Muotoilutyökalujen käytön edistäminen ekosysteemissä sekä teknologian integroiminen osaksi tekstiilimateriaaleja olivat hankkeen tavoitteita. Nämä toteutettiin hankkeen ensimmäisessä pilotissa, jossa innovoitiin älyvaate ja toteutettiin prosessi ihmiskeskeistä suunnittelua käyttäen. Toisessa pilotissa tuotiin kestävyuden, vastuullisuuden ja tuotantoketjun läpinäkyvyyden näkökulmaa kokeilemalla datankeruuta digitaaliseen tuotepassiin yritysten aloitteesta.

## **PILOTTI 1 - Levollisuuden tunnetta lisäävä älyvaate e-urheilujoukkueelle**

HAMK Smart -tutkimusyksikön vetämässä pilotissa suunniteltiin, toteutettiin ja testattiin älyvaateprototyyppi monialaisesti yhteistyössä yritysten kanssa. Älyvaateprototyypin kohderyhmä, e-urheilijat, kokevat usein korkeaa kuormittumista, jännittyneisyyttä ja toisaalta liian korkeaa innostuneisuutta ennen peliä ja sen aikana. Nämä vaikuttavat negatiivisesti tiimihenkeen ja suoriutumiseen.

Pilotin lopputuloksena syntyi Ripple -älyhiha, joka auttaa e-urheilujoukkuetta rauhoittamaan hengitysrytmiä. Toispuoleinen älyhiha silittää väreilevän lempeästi pelaaj-



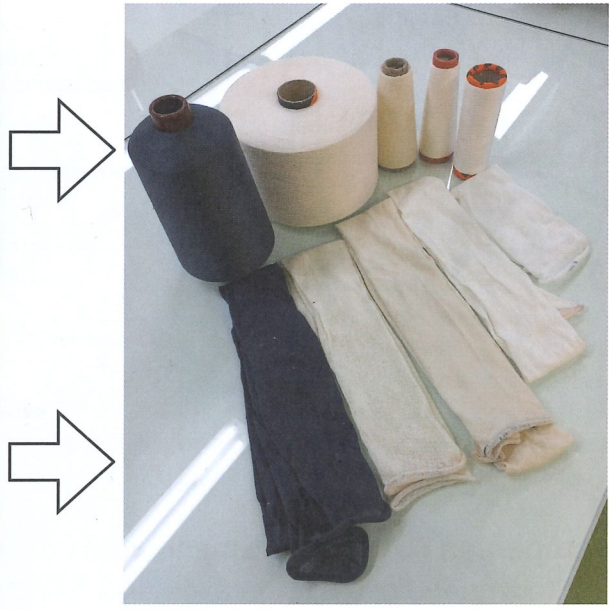
jan olkavartta ennen peliä tai pelitauoilla, kun valmentaja on käynnistänyt sen sovelluksesta. Kun ”rippleetään”, koko joukkue seuraa hengityksellään kosketusta samassa rytmissä. Tämä samanaikainen hengitys vähentää kuormittuneisuutta ja voi vahvistaa pelaajien välistä yhteyden kokemusta ja itse pelisuoritusta. Pilotissa toteutettu prototyyppi koostuu älyhihasta ja kommunikoinnista huolehtivasta sovelluksesta.

## *Ihmiskeskeistä muotoilua ja monialaista osaamista*

Ihmiskeskeisessä muotoilussa tulevat tuotteen käyttäjät ovat tuotekehityksen keskiössä. He ovat aktiivisesti mukana kehityksessä aina tarpeiden ja käyttötilanteiden ymmärtämisestä tuotteen osien ja kokonaisen tuotteen testaamiseen. Lopputuloksena syntyy tarpeita vastaavia, kiinnostavia ja hyödyllisiä tuotteita ja palveluita.

Konseptoinnissa haastateltiin e-urheilijoita, valmentajia ja muita sidosryhmiä tuotetarpeiden, vaatimusten ja käy-





Pilotti ykkösen tuotekehityksessä testattiin kestäviä ja vastuullisia materiaaleja. Materiaalikuva vasemmalla: Shutterstock. Kuva oikealla: Minna Varheenmaa.

tön ymmärtämiseksi. Näiden perusteella tehtiin ensimmäisiä alustavia tuotekonsepteja, luonnoksia ja käyttötilanteita kuvaavia skenaarioita, joissa huomioitiin myös tutkimus- ja asiantuntijatieto, materiaalien yhteissuunnittelutyöpajan tulokset ja markkinoilla olevat tuotteet. Alustavat konseptit testattiin e-urheilujoukkueilla ja tulosten perusteella laadittiin viimeistelty konsepti.

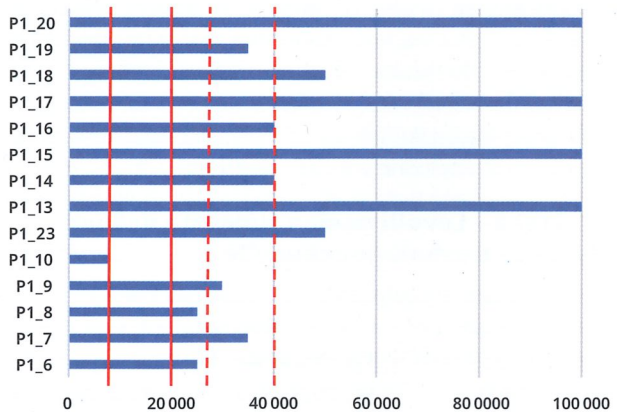
**“Alustavat konseptit testattiin e-urheilujoukkueilla--”**

Varsinainen prototyyppi syntyi ketteränä usean osa-alueen rinnakkaisena kehityksenä noin viidessä kuukaudessa. Tuotekehitykseen osallistui muotisuunnittelijoita, materiaali-asiantuntijoita sekä käyttäjäkokemuksen, elektroniikan ja ohjelmistokehityksen asiantuntijoita. TAMK toi tekstiilimateriaali-asiantuntemusta kestävyuden, vastuullisuuden ja käyttöominaisuuksien näkökulmasta. Tampereen yliopisto toi pilottiin joustavan elektroniikan osaamista ja pilottiin osallistuneet yritykset tuotekehitysosaamista ja -sparrausta.

Kestävyuden ja vastuullisuuden näkökulmasta testeihin valittiin saatavilla olevia tekstiilikuitumateriaaleja, jotka olivat monomateriaaleja, kierrätettäviä, peräisin uusiutuviesta raaka-aineista, kierrätetyistä raaka-aineista, biopohjaisia, valmistusmenetelmiltään tai kemikaaleiltaan vähemmän saastuttavia tai kestäviä aiotussa käyttötarkoituksessa mahdollisimman pitkään. EU:n tekstiilistrategian viitoittamana

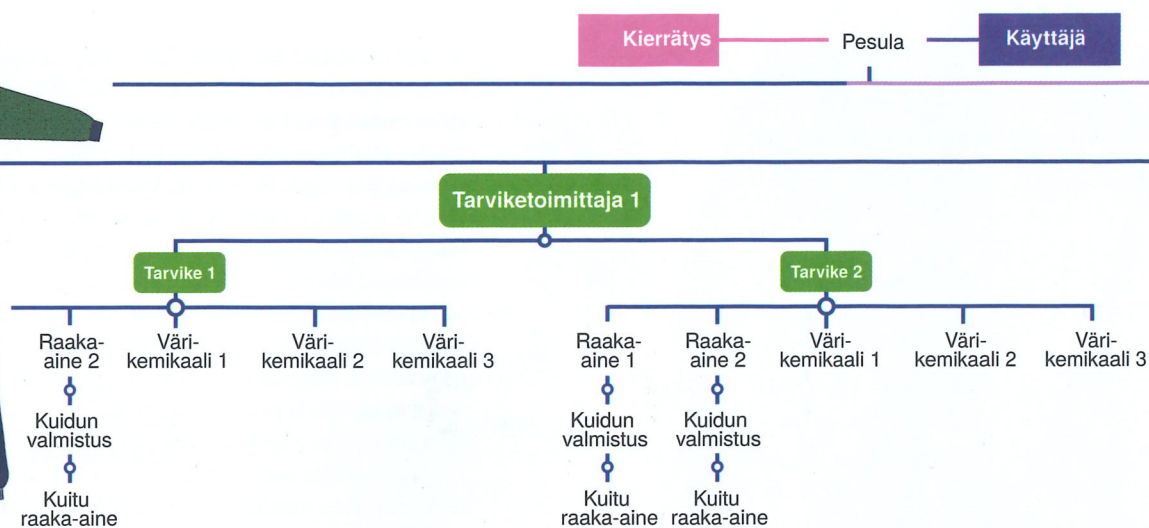
määritettiin materiaaleista niiden kestävyttä käytössä ja pesuissa. Tekstiilien kierrätys koskee myös älytekstiilejä, jolloin materiaaliratkaisut ovat entistä tärkeämpiä. Testattavat materiaalit olivat lankoja, neuloksia sekä kankaita, myös pinnoitettuja tai laminoituja rakenteita.

Testimenetelmiksi valittiin mm. lujuuden, mitta- ja ulkonäkömuutosten määrittäminen pesuissa, nyppyyntymisen ja nöyhtäytymisalttiuden, hankauksenkestävyyden, ilman-



Esimerkki materiaalien hankauskestävyyden eroista määritettynä Martindale-menetelmällä (12kPa) raakaneuloksista ja referenssinäytteistä, ekodesign-kriteerien suosittelimat mini- ja premium -arvot 8000/26000 neuloksille ja 20000/40000 housukankaille (9kPa). (hankauskierrosten lukumäärä, SFS-EN ISO 12947-2).





Demoasun avulla kerättiin dataa mahdollisimman pitkälle taakse päin globaalissa tuotantoketjussa. Piirroskuva Image Wear Oy, tuotantoketjun osan kuvaus Mari Kuukkula.

läpäisevyyden sekä värien pesun- ja hankauksenkeston määrittäminen. Testaukset tehtiin TAMKin tekstiilitestauslaboratoriossa. Rinnakkaistestien määrää jouduttiin vähentämään materiaalien niukkuuden vuoksi. Ekodesign-kriteerien suosittelemia tuotekohtaisia minimi- ja premium -arvoja käytettiin tulosten tarkastelussa. Kriteerien mukaan työvaatekankaille minimi- ja premium -arvot ovat 30000 ja 50000 hankauskierrosta, kun käytetään 12 kPa:n hankauskuormitusta. Materiaalitestaukset antoivat tietoa materiaalien kestävydestä käytössä. Kun testatuloksia verrataan materiaalien ympäristövaikutuksiin, niin voidaan päätellä kokonaisvastaullisuutta tuotteen elinkaaren aikana.

#### Prototyyppi älyhihasta

Älyhihaprototyypin (kuva kannessa) toteutuksessa materiaalit valittiin ensivaiheessa toiminnallisuuden ja käyttömukavuuden perusteella. Materiaalitesteissä oli mukana potentiaalisia kestäviä ja vastuullisia kuitumateriaaleja, joita voidaan käyttää kestävä ja vastuullinen älyhihan valmistuksessa.

Älyhihaprototyypin keskeisenä tavoitteena oli miellyttävä tuntu, e-urheilumaisuus, keveys, viileys, yksinkertaisuus ja huomaamattomuus. Lopullinen hiha toteutettiin laserleikatuna polyamidi- ja elastaani-sekoitteisesta materiaalista, pääosin laminointitekniikkaa hyödyntäen. T-paidan alle puettavan älyhihan elektroniikkakokonaisuudet sijoitettiin taskurakenteisiin, jotta ne on helppo irrottaa tekstiilistä mm. pesun ajaksi. TAMKin testauslaboratoriossa tehdyissä pesu- ja venytyskokeissa laminoidut kerrokset eivät irronneet toisistaan.

Käyttäjäkokeilu suunniteltu pureutui hihassa olevan kosketuksen tunnun suunnitteluun ja testaamiseen peliajien kanssa sekä sovelluksen käyttöliittymäkehitykseen.

Elektroniikka koostui koteloidun prosessorin ja akun kokonaisuudesta, silityksen moottoreista ja merkkivaloalueesta sekä näitä yhdistävästä taipuisasta elektroniikasta. Ohjelmistokehitys vastasi älyvaatteen ja sovellusten välisestä kommunikoinnista Bluetooth-yhteyden avulla. Lisäksi ohjelmistokehityksessä keskeisenä osana oli vaatteista lähtevän datan kokoaminen pilvipalveluun esimerkiksi hyödynnettäväksi valmistuksessa. Vaikka pilotissa toteutettu prototyyppi on suunnattu e-urheilutiimeille, voidaan samaa tuoteideaa ja teknologiaratkaisua hyödyntää myös muille kohderyhmille.

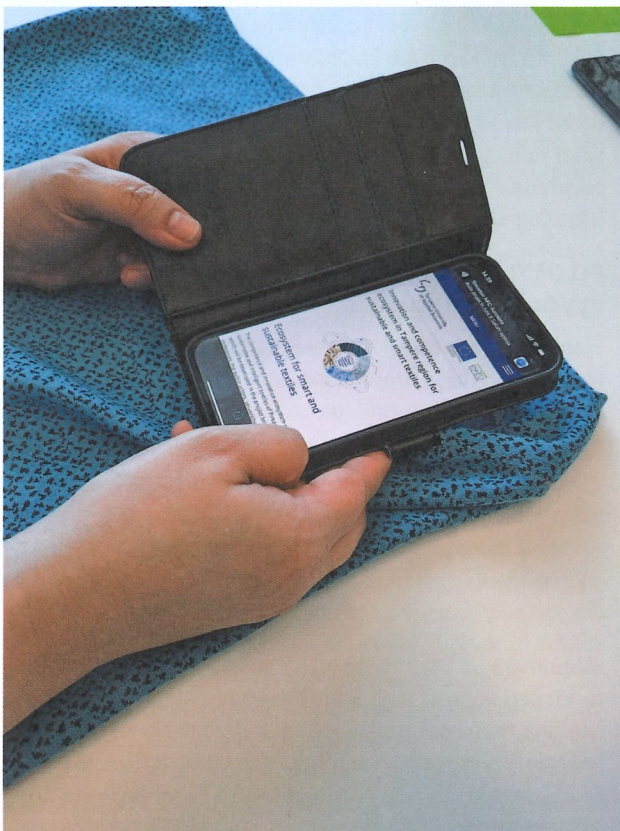
#### PILOTTI 2 - Digitaalinen tuotepassi kestävyden ja vastuullisuuden näkökulmasta

Hankkeen toisessa pilotissa selvitettiin, miten vastuullisuutta, kestävyttä ja tuotantoketjun läpinäkyvyyttä voidaan edistää digitaalisen tuotepassin avulla. Datankeruuta digitaaliseen tuotepassiin kokeiltiin yhdessä yritysten, muiden

**“Tavoitteena oli kerätä dataa mahdollisimman pitkälle taakse päin--”**

toimijoiden ja käyttäjäryhmän edustajien kanssa. Tavoitteena oli kerätä dataa mahdollisimman pitkälle taakse päin globaalissa tuotantoketjussa valitulla demovaatteella, joka oli julkisen terveydenhuollon vanhusten sairaalapalvelun oloasu. Lisäksi hankkeessa testattiin erilaisilla teknologioilla toteutettujen tunnisteen toimivuutta ja käytettävyyttä vaatteen toimintaympäristössä ja yhdistettynä tekstiileihin. Vaatteisiin ja tekstiileihin lisättiin tunnisteita, joita voidaan jäljittää,





NFC-tunnisteiden sisältämä tieto, kuten verkkosivuosioite, voidaan lukea älypuhelimella. Kuva: Olamide Badara.

ja joihin voidaan tallentaa dataa. Radiotaajuisia UHF (ultra high frequency) - ja NFC (near-field communication) -tunnisteita lisättiin demovaatteeseen ja niiden käytettävyyttä testattiin oikeissa olosuhteissa teollisessa pesulassa ja asiakaskierrossa. Tämän lisäksi näiden tunnisteen sekä eri teknologioin toteutettujen QR-koodien toimivuutta tekstiileissä ja vaateen käyttöolosuhteissa testattiin TAMK:n testauslaboratoriossa.

Hankkeessa oli yhteistyökumppanina pesula, joka toteutti kaupallisten UHF-tunnisteiden testauksen demovaateen aidossa käyttöympäristössä. Vaateen kulua asiakkaalle ja pesulaan seurattiin tunnisteen avulla. Tämä on jo käytössä oleva tekniikka, jonka avulla voidaan seurata suuria määriä tuotteita automaattisesti. Vaatteeseen tuotiin UHF-tunnisteiden rinnalle NFC-tunnisteet, joiden sisältämä data on myös kuluttajien saatavilla. Näihin tunnisteesiin tallennettiin pesuohjeita tai verkkosivun osoite. NFC-tunnisteiden sisältämä tieto voidaan lukea älypuhelimella.

Laboratorio-olosuhteissa testattiin kahta erilaista kaupallista UHF-tunnistetta. Tunnisteet pestiin ja kuivattiin tekstiilien mukana ja pesun jälkeen toiminta testattiin lukemalla tunnisteen oma ID-numero UHF-tunnisteiden lukijalla. Pesukertoja toteutettiin kaikkiaan kymmenen ja myös kaikki tunnisteen olivat odotetusti toimivia pesukertojen jälkeen.

Kaupallisista NFC-tunnisteista testattiin kahta erilaista versiota. Toinen tunniste oli valmiiksi kotoitettu ja toinen tunniste oli paljas tarra, jossa tunnisteen siru ja antenni on nähtävissä. Tämä paljas tunniste pestiin kangaspussissa sekä tuettuna kankaan avulla että ilman tukea. Tunnisteet luettiin älypuhelimella ja ne olivat kaikki toimivia kymmenen pesu-kuivaus-syklin jälkeen. Tämänkin tulos oli odotettu, sillä tuotteet olivat kaupallisia. Tulokset ovat tässä vaiheessa myös lupaavia, sillä paljaita tunnisteita ei oltu suunniteltu vaatimaan vaateen käyttöympäristöön.

### QR-koodi tiedon välittäjänä

Hankkeen aikana testattiin painettuja, lasermerkattuja, brodeerattuja, kudottuja ja 3D-tulostettuja QR-koodeja. Nämä tekniikat ovat enemmän kokeiluasteella ja vaativat vielä paljon lisätutkimusta. Eri menetelmillä toteutettuja QR-koodeja pestiin ja niiden toimivuus testattiin pesun jälkeen lukemalla koodi älypuhelimella. QR-koodin sisältämä tieto oli lyhyt pesuohje, pitkä verkkosivuosioite tai lyhyt verkkosivuosioite. Osalla näytteistä simuloitiin kulutuksenkestoa nyppyyntymisestä (pilling) avulla hankaamalla näytettä villakangasta vasten ja testaamalla QR-koodin toimivuutta testin lopussa.

Brodeeratut ja painetut QR-koodit pestiin ja kuivatettiin myös kymmenen kertaa ja ne olivat toimivia pesujen



jälkeen. Näistä erityisesti painotekniikka vaikuttaa lu-  
paavalta ja sitä käytetäänkin jo vaatteissa hoito-ohje-  
merkinnöissä ja etiketeissä. Lasermerkatut QR-koodit  
olivat vielä kokeiluasteella ja merkkauksia tehtiin eri-  
laisille tekstiilimateriaaleille. Koodeja pestiin ja kuivat-  
tiin viiteen pesukertaan saakka. QR-koodit tunnistet-  
tiin vaihtelevasti. Yleisesti helpoin tunnistaa oli lyhyt  
verkkosivuosoitte. Myös tekstiilimateriaali vaikutti la-  
sermerkattujen tunnistettavuuteen.

**“Yleisesti helpoin  
tunnistaa oli lyhyt  
verkkosivuosoitte.”**

### Miten työtä jatketaan?

Hankkeen ekosysteemiä tukemaan toteutettu Future We-  
arables Lab -sivusto kokoaa hankkeen tulokset yhteen.  
Sivustolla on myös muuta yrityksille hyödyllistä materia-  
alia mm. materiaalitietoutta, älyvaatteiden tutkimuksia  
sekä tietoutta alustataloudesta ja massakustomoinnista.  
Uusien hankkeiden myötä tätä sivustoa ylläpidetään ja  
tuotetaan uutta sisältöä jatkossakin. Ekosysteemissä syn-  
tyi myös kumppanuuksia ja kehittämistä jatkettaneen  
yrityksien välisenä yhteistyönä.

TAMKissa ja HAMKissa tarjotaan osaamista edis-  
tävää koulutusta, joissa hyödynnetään hankkeen aika-  
na opittua ja saavutettuja tuloksia. TAMKissa on käyn-  
nistynyt kansainvälinen tekstiili-insinöörien koulutus  
(Textile and Material Engineering) ja lisäksi tarjolla on  
useita eri laboratoriotoimintoja laitteineen. HAMKissa  
Future Wearables Lab tarjoaa erilaisia puettavan älykky-  
yden ratkaisuja kokeiltavaksi ja kehitteillä oleva Smart and  
Sustainable Design koulutusohjelma tarjoaa tulevaisuu-  
den muotoilijoille ylemmän amk:n koulutusta.

Älykkäät ja kestävät tekstiilit ovat ajankohtainen aihe  
ja sen tulevaisuuden potentiaali liiketoiminnan kannalta  
on ymmärretty. Hankkeeseen osallistuneet Pirkanmaan  
alueen yritykset halusivat aidosti olla kehittämässä yh-  
dessä puettavaa älykkyyttä sekä kestäviä tekstiilejä hyö-  
dyntäen digitaalisuutta ja olla näin edelläkävijöitä.

EU:n tekstiilistrategian innoittamana tekstiilit koke-  
vat monia muutoksia tulevaisuudessa, joilla tähdätään  
kestävämpään tulevaisuuteen ja käyttäjien tarpeisiin.  
Yritykset ovat kokeneet, että nyt on oikea aika panostaa,  
oppia ja pysyä muutoksessa ja markkinoilla mukana. ■

Lisää tietoa hankkeesta ja sen tuloksista Future Wearables  
Lab -sivustolla [www.futurewearableslab.fi](http://www.futurewearableslab.fi) sekä hankkeen  
kotisivuilla ja LinkedIn-sivuilla.



QR-koodeja tuotettiin eri menetelmin kankaalle, ja  
tehtiin materiaaleille muun muassa pesutestejä.  
Kuva: Olamide Badara.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hanke rahoitetaan REACT-  
EU-välinen määrärahoista  
osana Euroopan unionin COVID-  
19-pandemian johdosta toteut-  
tamia toimia.

