ÄLYKKÄITÄ JA KESTÄVIÄ TEKSTIILEJÄ **DIGITAALISUUTTA 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 osaajia 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 kestävyyden, vastuullisuuden ja tuotantoketjun läpinäkyvyyden näkökulmaa kokeilemalla datankeruuta digitaaliseen tuotepassiin yritysten aloitteesta.

PILOTTI 1 – Levollisuuden tunnetta lisäävä älyvaate e-urheilujoukkueelle

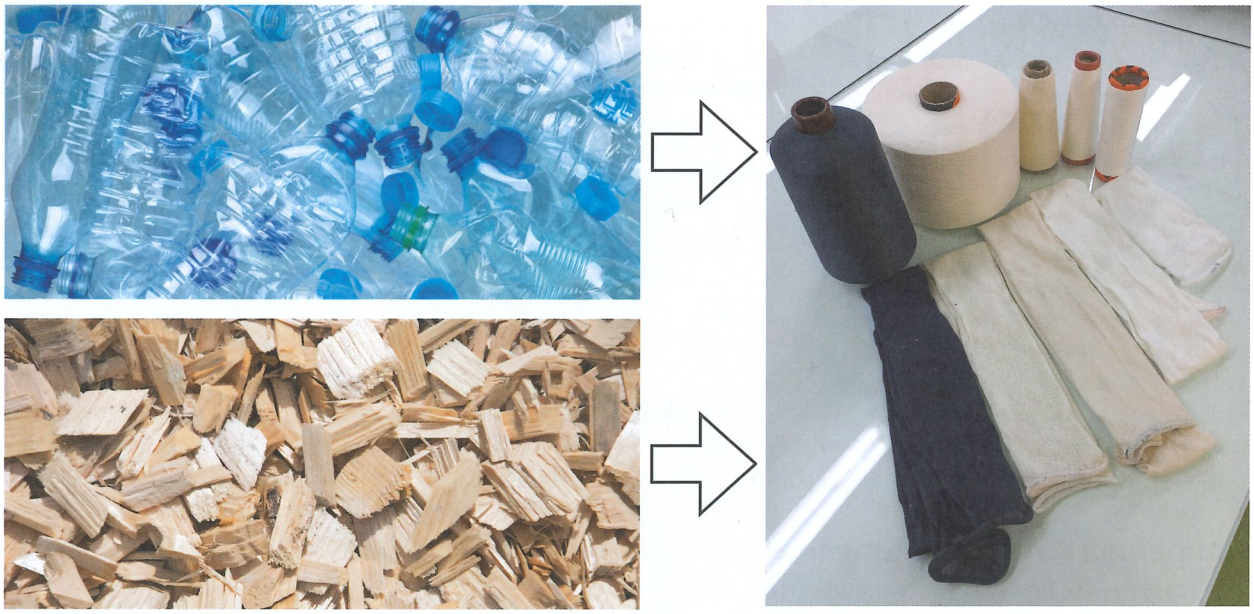
HAMK Smart -tutkimusyksikön vetämässä pilotissa suunniteltiin, toteutettiin ja testattiin älyvaateprototyyppi monialaisesti yhteistyössä yritysten kanssa. Älyvaateprototyypin kohderyhmä, e-urheilijat, kokevat usein korkeaa kuormittumista, jännittyneisyyttä ja toisaalta liian korkeaa innostuneisuutta 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 pelaajan olkavartta ennen peliä tai pelitauoilla, kun valmentaja on käynnistänyt sen sovelluksesta. Kun "rippletetään", 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. Materaalikuvat vasemmalla: Shutterstock. Kuva oikealla: Minna Varheenmaa.

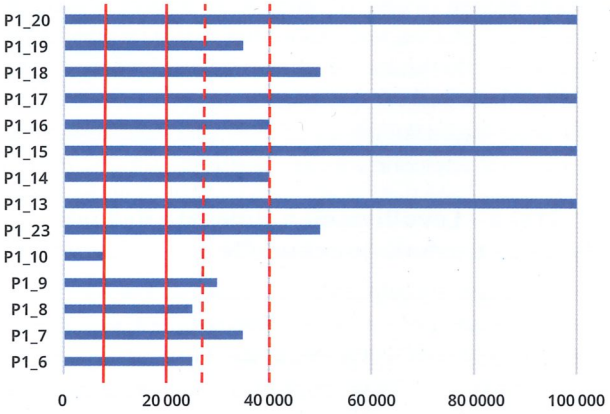
tön ymmärtämiseksi. Näiden perusteella tehtiin ensimmäisiä alustavia tuotekonsepteja, luonnoksia ja käyttötilanteita kuvaavia skenaarioita, joissa huomioitiin myös tutkimus- ja asiantuntijatieto, materiaalien yhteissuunnittelutyöpajan tulokset ja markkinoilla olevat tuotteet. Alustavat konseptit testattiin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

> *"Alustavat konseptit testattiin e-urheilujoukkueilla--"*

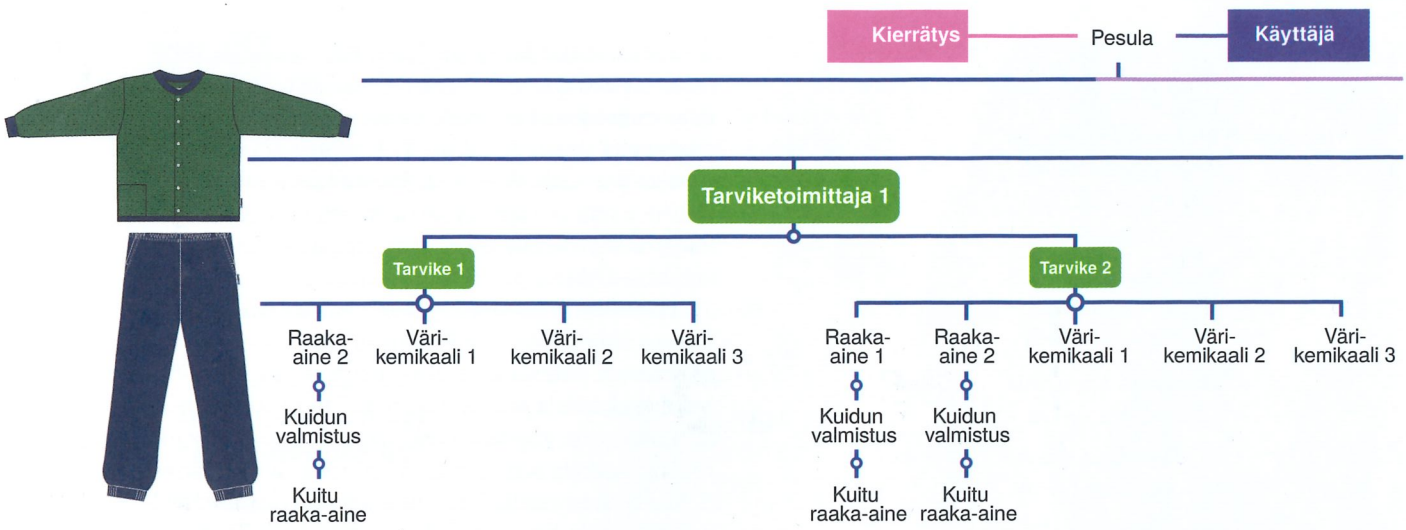
Varsinainen prototyyppi syntyi ketteränä usean osa-alueen rinnakkaisena kehityksenä noin viidessä kuukaudessa. Tuotekehitykseen osallistui muotisuunnittelijoita, materiaaliasiantuntijoita sekä käyttäjäkokemuksen, elektroniikan ja ohjelmistokehityksen asiantuntijoita. TAMK toi tekstiilimateriaaliasiantuntemusta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

Kestävyyden ja vastuullisuuden näkökulmasta testeihin valittiin saatavilla olevia tekstiilikuitumateriaaleja, jotka olivat monomateriaaleja, kierrätettäviä, peräisin uusiutuvista raaka-aineista, kierrätetyistä raaka-aineista, biopohjaisia, valmistusmenetelmiltään tai kemikaaleiltaan vähemmän saastuttavia tai kestäviä aiotussa käyttötarkoituksessa mahdollisimman pitkään. EU:n tekstiilistrategian viitoittamana määritettiin materiaaleista niiden kestävyyttä 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, nyppyyntymis- ja nöyhtääntymisalttiuden, hankauksenkestävyyden, ilman-



Esimerkki materiaalien hankauksenkestävyyden eroista määritettynä Martindale-menetelmällä (12kPa) raakaneuloksista ja referenssinäytteistä, ekodesign-kriteerien suosittelemat minimi- 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 kestävyydestä käytössä. Kun testaustuloksia verrataan materiaalien ympäristövaikutuksiin, niin voidaan päätellä kokonaisvastuullisuutta 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 kestävän ja vastuullisen älyhihan valmistuksessa.

Älyhihaprototyypin keskeisenä tavoitteena oli miellyttävä tuntu, e-urheilumaisuus, keveys, viileys, yksinkertaisuus ja huomaamattomuus. Lopullinen hiha toteutettiin laserleikattuna 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.

Käyttäjäkokemussuunnittelu pureutui hihassa olevan kosketuksen tunnun suunnitteluun ja testaamiseen pelaajien 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 valmennuksessa. Vaikka pilotissa toteutettu prototyyppi on suunnattu e-urheilutiimeille, voidaan samaa tuoteideaa ja teknologiaratkaisua hyödyntää myös muille kohderyhmille.

PILOTTI 2 – Digitaalinen tuotepassi kestävyyden ja vastuullisuuden näkökulmasta

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

> ***"Tavoitteena oli kerätä dataa mahdollisimman pitkälle taakse päin--"***

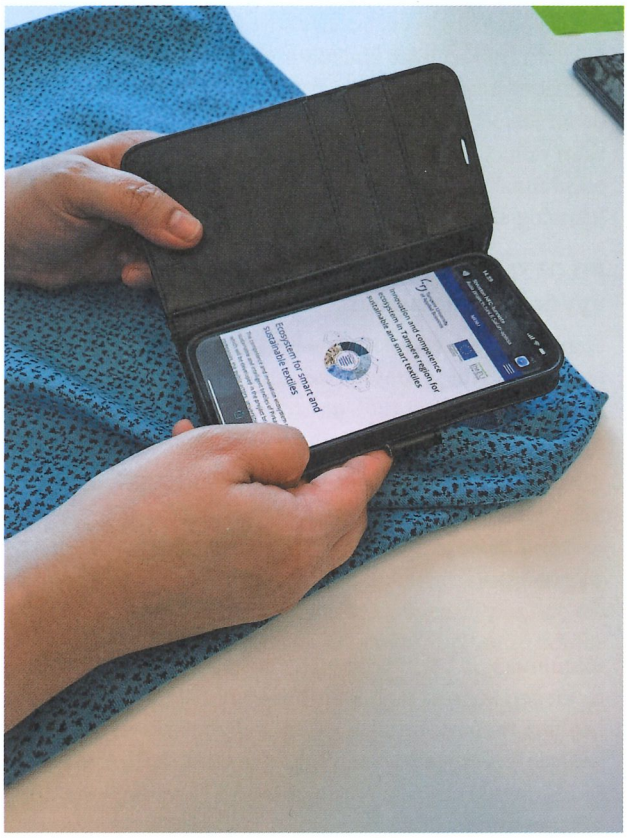
toimijoiden ja käyttäjäryhmän edustajien kanssa. Tavoitteena oli kerätä dataa mahdollisimman pitkälle taakse päin globaalissa tuotantoketjussa valitulla demovaatteella, joka oli julkisen terveydenhuollon vanhusten sairaalapalvelun oloasu. Lisäksi hankkeessa testattiin erilaisilla teknologioilla toteutettujen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

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 tunnisteiden sekä eri teknologioin toteutettujen QR-koodien toimivuutta tekstiileissä ja vaatteen käyttöolosuhteissa testattiin TAMKin testauslaboratoriossa.

Hankkeessa oli yhteistyökumppanina pesula, joka toteutti kaupallisten UHF-tunnisteiden testauksen demovaatteen aidossa käyttöympäristössä. Vaatteen kulkua asiakkaalle ja pesulaan seurattiin tunnisteiden 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 tunnisteisiin 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 tunnisteet olivat odotetusti toimivia pesukertojen jälkeen.

Kaupallisista NFC-tunnisteista testattiin kahta erilaista versiota. Toinen tunniste oli valmiiksi koteloitu 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. Tämäkin tulos oli odotettu, sillä tuotteet olivat kaupallisia. Tulokset ovat tässä vaiheessa myös lupaavia, sillä paljaita tunnisteita ei oltu suunniteltu vaativaan vaatteen käyttöympäristöön.



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

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 verkkosivuosoite tai lyhyt verkkosivuosoite. Osalla näytteistä simuloitiin kulutuksenkestoa nyppyyntymistestin (pilling) avulla hankaamalla näytettä villakangasta vasten ja testaamalla QR-koodin toimivuutta testin lopussa.

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

jälkeen. Näistä erityisesti painotekniikka vaikuttaa lupaavalta ja sitä käytetäänkin jo vaatteissa hoito-ohjemerkinnöissä ja etiketeissä. Lasermerkatut QR-koodit olivat vielä kokeiluasteella ja merkkauksia tehtiin erilaisille tekstiilimateriaaleille. Koodeja pestiin ja kuivattiin viiteen pesukertaan saakka. QR-koodit tunnistettiin vaihtelevasti. Yleisesti helpoin tunnistaa oli lyhyt verkkosivuosoite. Myös tekstiilimateriaali vaikutti lasermerkattujen tunnisteiden tunnistettavuuteen.

> *"Yleisesti helpoin tunnistaa oli lyhyt verkkosivuosoite."*

Miten työtä jatketaan?

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

TAMKissa ja HAMKissa tarjotaan osaamista edistävää koulutusta, joissa hyödynnetään hankkeen aikana opittua ja saavutettuja tuloksia. TAMKissa on käynnistynyt kansainvälinen tekstiili-insinöörien koulutus (Textile and Material Engineering) ja lisäksi tarjolla on useita eri laboratoriotoimintoja laitteineen. HAMKissa Future Wearables Lab tarjoaa erilaisia puettavan älykkyyden ratkaisuja kokeiltavaksi ja kehitteillä oleva Smart and Sustainable Design koulutusohjelma tarjoaa tulevaisuuden 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 yhdessä puettavaa älykkyyttä sekä kestäviä tekstiilejä hyödyntäen digitaalisuutta ja olla näin edelläkävijöitä.

EU:n tekstiilistrategian innoittamana tekstiilit kokevat 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 sekä hankkeen kotisivuilla ja LinkedIn-sivuilla.

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

Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020

Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Tampereen ammattikorkeakoulu

HAMK Hämeen ammattikorkeakoulu

PIRKANMAA COUNCIL OF TAMPERE REGION