

Emmi Harjuniemi ja Piia Pырstöjärvi

ARKTISET E-TEKSTIILIT

JOHDATUS ELEKTRONISTEN TEKSTILIEN SUUNNITTELUUN JA VALMISTUSPROSESSIIN

Lapin yliopiston taiteiden tiedekunnan julkaisu
Sarja D. Opintojulkaisuja no. 30

Emmi Harjuniemi ja Piia Pырstöjärvi

ARKTISET E-TEKSTIILIT

JOHDATUS ELEKTRONISTEN TEKSTIILIEN SUUNNITTELUUN JA VALMISTUSPROSESSIIN

Lapin yliopisto, taiteiden tiedekunta
Rovaniemi, 2020

© Emmi Harjuniemi ja Piia Pyrstöjärvi, 2020

Taitto ja kansi: Emmi Harjuniemi

Graafinen suunnittelu ja kuvitukset: Emmi Harjuniemi

Tehtävät: riipus ja laukku, Emmi Harjuniemi

Tehtävät: somiste ja tyynty, Piia Pyrstöjärvi

Popa Oy, Rovaniemi, 2020

Painettu:

ISBN 978-952-337-214-6

ISSN 1238-3147

Lapin yliopiston taiteiden tiedekunnan julkaisu

Sarja D. Opintojulkaisuja no. 30

PDF:

ISBN 978-952-337-215-3

ISSN 1238-3147

Lapin yliopiston taiteiden tiedekunnan julkaisu

Sarja D. Opintojulkaisuja no. 30

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-337-215-3>

SUOMEN
TEKSTIILI
& MUOTI



LAPIN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF LAPLAND

PROFI 2
Arktinen taide ja
muotoilu -hanke



SISÄLLYS

Saatteeksi ja kiitokset	5
Johdanto	6
Virtapiiri	7
Tarvikkeet	8
Vinkkejä ompeluun	11
Vianetsintä	12
Turvallisuus	13
Kestävyys ja eettisyys	13
Tunnelmataulu	14
Kuurankukka	16
Hopeareunus	18
Tilkkutyötekniikka	20
Sisustustyyny	21
Sydän	22
Syys	24
E-tekstiilejä opintojaksoilta	26
Lähteet	32

SAATTEEKSI

Tässä teoksessa johdatamme arktisten e-tekstiilien suunnittelu- ja valmistusprosessiin. Tarjoamme virikkeitä suunnittelun lähtökohdiksi sekä esimerkkejä, joiden mukaan voi ilman aiempaa kokemusta aloittaa omien projektien tekemisen. Mallien inspiraationa on ollut arktisuus ja olemme hyödyntäneet niiden toteutuksessa erilaisia tekstiilitekniikoita ja -materiaaleja.

KIITOS

Kiitämme Suomen Tekstiili- ja Muoti ry:tä heidän myöntämästään stipendistä e-tekstiilien oppimateriaalin kehittämistyöhön, sekä Lapin yliopiston PROFI 2, Arktinen taide ja muotoilu -hanketta painokustannusten kattamisesta.

Kiitokset myös Lapin yliopiston sisustus- ja tekstiilimuotoilun opiskelijoille, jotka ovat olleet mukana opintojaksoillamme ja testanneet käytännössä opetusmateriaalien toimivuutta. Menneiden vuosien aikana on syntynyt upeita töitä ja muutamia niistä olemme koonneet julkaisun loppuun.

INSPIROIVIA HETKIÄ E-TEKSTILIEN PARISSA!

Toivottavat Emmi ja Piia

JOHDANTO

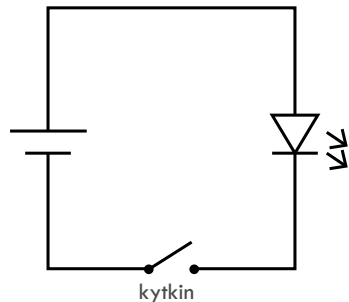
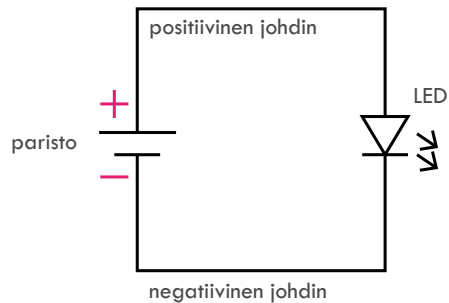
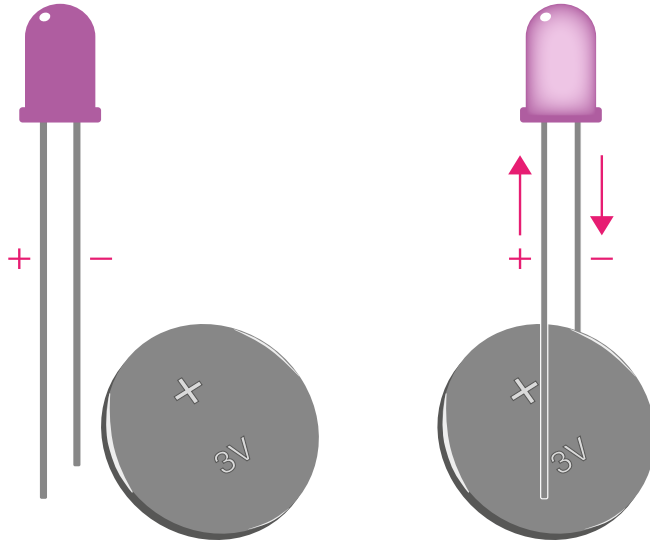
E-tekstiili, eli elektroninen tekstiili, on tuote tai teos, jossa on yhdistetty elektroniikkaa ja tekstiilimateriaaleja. Yksinkertaisimmillaan sellaisen voi valmistaa tekstiilistä, sähköä johtavasta ompelulangasta, led-valosta ja virtalähteestä kuten paristosta. Vuorovaikutteisia niistä saadaan katkaisemalla virtapiiri jostain kohtaa kytkimellä. Monimutkaisempia toimintoja, kuten valoon ja lämpötilaan reagointia, saadaan aikaan ohjelmoitavien mikrokontrollereiden eli pienten tietokoneiden avulla.

Uudenlaiset materiaalit ja teknologiat laajentavat tekstiilin ja vaatetuksen suunnittelu- ja käyttömahdollisuuksia. Tutut materiaalit ja tarvikkeet saavat uudenlaisia toimintoja: sähkö johtuu kankaita ja lankoja pitkin ja kytkiminä voidaan käyttää vaikkapa vetoketjua tai painonappeja. E-tekstiilit ja puettavat teknologiat ovat älykkäitä ratkaisuja mm. sisustuselementeissä, vaatteissa ja asusteissa. Onnistuneiden tuotteiden tekemisessä tarvitaan suunnittelijoita, jotka osaavat työskennellä muotoilun ja teknologian rajapinnassa sekä tuoda prosessiin esteettisyyden ja käyttäjälähtöisyyden näkökulmat.

Elektronisten tekstiilien suunnittelu, arktisuudesta inspiroituen luo mielenkiintoisia kontrasteja teoksiin. Kokemus arktisuudesta on usein hyvin kokonaisvaltainen ja tuotteissa onkin nähtävissä luonnon muotokieli ja luonnonilmiöt kuten kaamos ja revontulet sekä kuultavissa esimerkiksi talvisen metsän äänimaisemia. Paikallisten ja perinteisten tekstiiliteknikoiden ja materiaalien käyttäminen sekä kulttuuristen merkitysten pohtiminen edesauttavat uniikkien ja puhuttelevien teosten luomisessa. Arktinen muotoilu kiinnostaa kansainvälisesti sillä se kiinnittyy megatrendeihin kuten kiireettömyyteen, kestävään kehitykseen, kulutuksen vähentämiseen ja yksinkertaiseen elämäntapaan. Muotokieli perustuu selkeään ja minimalistiseen ilmaisuun, joka vetoaa ihmisiin informaatio- ja tavaratulvan keskellä (Seipell, 2012.)

Teknologia kehittyä huimaa vauhtia eteenpäin ja se mahdollistaa täysin uudenlaisten tuotteiden suunnittelun, kuten vuorovaikutteisten tekstiilien, jotka voivat vaikkapa kommunikoida, varoittaa tai muistuttaa, lievittää ikävää tai ilahduttaa käyttäjää. E-tekstiilien suunnittelun ja valmistamisen avulla voidaan madaltaa teknologiaoppimisen kynnyksiä, jolloin voidaan vaikuttaa ja hallita teknologiaa, ei vain jäädä sen ympäröimäksi. Tämän teoksen esimerkit johdattavat e-tekstiilien tekemisen perusasioihin kuten virtapiiriin ompeluun ja yksinkertaisten kytkimien käyttöön. Malleja voi myös soveltaa omiin tuotteisiin tai kehittää jotain aivan uutta!

VIRTAPIIRI



Suljetun virtapiirin muodostavat virtalähde, johtimet ja elektroniikka-komponentit. Virta kulkee pariston navalta toiselle. Ledin saa syttymään yhdistämällä plusjalan (anodi) pariston positiiviseen napaan ja miinusjalan (katodi) pariston negatiiviseen napaan. Ylimmässä kuvassa led on yhdistettynä paristoon. Keskimmäisessä kuvassa sama on esitetty kytkentäkaaviona. Virtapiiri on yksinkertainen, jos virralla on vain yksi kulkureitti, eikä useampia haarautuvia reittejä.

Virtalähteen voi viedä kauemmas ledistä erilaisilla sähköä johtavilla materiaaleilla kuten johdolla, langalla, kankaalla, kupariteipillä tai foliolla. Materiaalit johtavat sähköä eri tavoin. Puhutaan sähkön johtimista ja eristeistä. Metallit johtavat sähköä hyvin ja luonnon materiaalit, kuten puu, taasen huonosti. Eristeet pysäyttävät sähkön kulun ja vastukset hidastavat virtausta. Sähkö virtaa sieltä, missä on helpoin ja lyhyin reitti.

Avoin virtapiiri syntyy, kun piiri on jostain kohtaa poikki ja virta ei kulje. Katkaisu voidaan tehdä tarkoituksella erilaisilla kytkimillä. Alimman kuvan kytkentäkaaviossa johtimeen on liitetty kytkin, jolla voidaan hallita ledin syttymistä ja sammumista.

TARVIKKEET



TARVIKKEIDEN HANKINTA

E-tekstiileihin soveltuvia tarvikkeita myydään useissa elektroniikka- ja askartelukaupoissa, joista monet toimivat internetissä. Kotimaisia toimijoita löytyy yhä enemmän ja valikoimatkin ovat viime aikoina laajentuneet.

Saatavilla on monenlaisia sähköä johtavia pehmeitä materiaaleja, kuten kankaita ja lankoja. Lisäksi tarjolla on sähköä johtavia painovärejä ja -musteita. Erilaisia mikrokontrollereita on kymmeniä ja komponentteja satoja. Verkkokaupat tarjoavat usein myös ohjeita ja videotutoriaaleja, joita voi hyödyntää omien projektien tekemisessä.

SÄHKÖÄ JOHTAVAT LANGAT

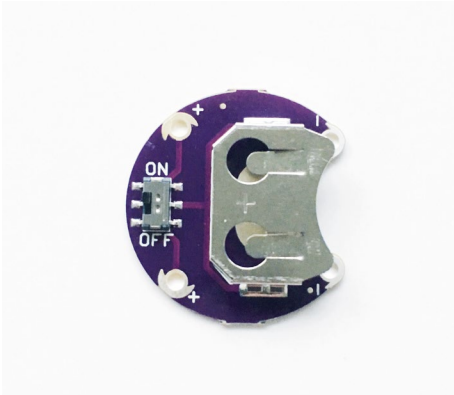
Virtapiiri ommellaan tekstiiliin sähköä johtavalla langalla (engl. conductive thread). Markkinoilla on erilaisia lankoja, joiden ominaisuudet (ommeltavuus ja sähkönjohtavuus) vaihtelevat. Hopealla päällystettyä polyamidilankaa on helpompi käsitellä. Ruostumattomasta teräksestä valmistettua lankaa taas on haastavampaa ommella, mutta sillä on parempi johtavuus. Johtavuuteen vaikuttaa myös montako säiettä langassa on. Sähkön johtavuutta eri materiaaleista voi testata yleismittarilla.

Huomioitavaa sähköä johtavissa pehmeissä materiaaleissa on se, että niissä ei ole eristävää ulkokerrosta.

SÄHKÖÄ JOHTAVIA KANGASMATERIAALEJA

E-tekstiileissä voi hyödyntää monenlaisia sähköä johtavia materiaaleja. Saatavilla on monenlaisia kankaita ja neuloksia (engl. conductive fabrics) erilaisin ominaisuuksin, kuten joustavia tai kiiltäviä. Tämän lisäksi on mm. nyörejä, huovutusvillaa ja tarranauhaa.

Materiaaleja voi löytää myös tavallisesta kangaskaupasta tai kangasmateriaaleista, jotka eivät ensisijaisesti ole tarkoitettu tekstiili- tai vaatetusprojekteihin.



PARISTOPIDIKKEET

Ommeltavia paristopidikkeitä on saatavilla eri valmistajilta erilaisille paristoille. Pidikkeissä olevat kytkenärenkaat on merkitty virtapiiriin ompelua varten plus- ja miinusmerkein. Kuvassa olevassa LilyPad Coin Cell Battery Holder:ssa on lisäksi myös sisäänrakennettu on/off -kytkin

Paristopidikkeen voi tehdä myös itse esim. kangastaskusta, jossa sisäpuolella on molemmilla sivuilla palat sähköä johtavaa materiaalia.

Tämän julkaisun esimerkeissä on käytetty LilyPad-sarjan komponentteja, jotka professori Leah Buechley on kehittänyt e-tekstiilien tekemiseen. Tästä voi hakea lisätietoa lopussa olevasta lähteistä: Buechley, Eisenberg, Catchen & Crockett, 2008 ja Buechley, 2020.



OMMELTAVAT LEDIT

LED (engl. light emitting diode) eli hohtodiodia käytetään e-tekstiileissä valaisevana komponenttina. Ommeltavia ledejä on saatavilla useaa mallia ja väriä. Virtapiiriin ompelua varten kytkenärenkaat on merkitty plus- ja miinusmerkein.

Yhdellä 3V paristolla voidaan valaista enintään viisi lediä. Mitä enemmän ledejä on, sitä himmeämpi ja lyhytkestoisempi on valaistus. Yhdellä ledillä 3V paristo kestää 10-12 h. Kuvan LilyPad-sarjan ledeissä on sisäänrakennettu vastus, kuten usein ommeltavissa ledeissä on.

Lisäksi saatavilla on myös RGB-ledejä, joissa yksi led pystyy tuottamaan kolmea eri väriä: punainen, vihreä ja sininen. Ohjelmoimalla voidaan saada aikaan näiden värien eri yhdistelmiä.



OMMELTAVUUDEN MUOKKAAMINEN

Komponentteja voi myös itse muuttaa ommeltavaan muotoon. Perinteisen ledin voi muuttaa taivuttamalla sen jalat pihtien avulla, kuten yllä olevassa kuvassa. Pidemmän eli positiivisen jalan voi merkitä värillä tai taittaa jalat eritavoin, jotta sen tunnistaa myöhemmin. Pidempi jalka on aina plus ja lyhyempi miinus.

Tavallisissa ledeissä ei yleensä ole vastusta. Tällöin käytetään erillistä vastusta (engl. resistor), jolloin paristosta virtaa sähköä hitaammin ja ledin käyttöikä pitenee. Vastuksen valinta riippuu virran määrästä.



KYTKIMET

Erilaiset kytkimet ja sensorit aktivoivat virtapiirin toiminnot esim. ledit. Kytkimiä on monenlaisia ja niitä voi valmistaa myös itse. Sijoittamisessa tulee muistaa etenkin toiminnallisuus.

Kytкимиä ovat esimerkiksi

- Painokytкин (button), joka aktivoituu kytkintä painettaessa
- Liukukytкин (slide switch), jossa valittavana on on/off -asennot
- Magneettikytкин (reed switch), joka aktivoituu, kun magneetti tuodaan kytkimen lähelle

Ohjelmoitavia kytкимиä ovat mm.

- Hämäräkytkin (light sensor), joka aktivoi virtapiirin ympäristön valon vähentyessä
- Lämpötilakytкин (temp sensor), joka aktivoi virtapiirin ympäristön lämpötilan muuttuessa
- Kallistuskytkin (accelerometer), joka aktivoituu määritellyssä asennossa



HAUENLEUAT

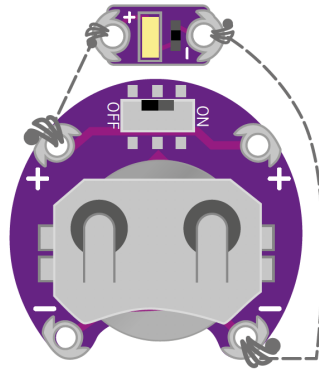
Hauenleuat ovat käteviä protokappaleiden rakentamisessa ja kytkentöjen testauksessa. Nimensä ne ovat saaneet ulkomuodostaan, sillä liittimen puristinosa muistuttaa hampaita. Englanniksi ne tunnetaan nimillä crocodile clips ja alligator clips.



YLEISMITTARI

Yleismittari (engl. multimeter) on mittalaite, jolla sähkötekniikassa mitataan mm. virtaa, jännitettä ja resistanssia. Sen avulla voi tarkistaa kytkentöjen toimivuuden ja sähkönjohtavuuden komponentista toiseen tai testata yksittäisen materiaalin sähkönjohtavuuden.

VINKKEJÄ OMPELUUN



Tärkeintä on, että plus- ja miinusompeleet eivät kosketa toisiaan missään kohtaa – tai siitä syntyy oikosulku.

Työskentelyä helpottaa, kun

- testataan ensin virtapiirin toimivuus käyttäen hauenleukoja
- piirretään ommeltava virtapiiri valmiiksi kankaalle
- asetellaan ommeltavat komponentit paikoilleen harsimalla tavallisella langalla tai liimaamalla

Yhdellä langalla ommellaan yksi kytkentä = yhdellä langalla liitetään kaksi komponenttia. Jos samalla langalla katkaisematta ommellaan kaikki, virta kulkee komponentin (esim. ledin) ohi, eikä sen läpi ja näin ollen led ei syty.

Mikäli lankaa on vaikea ommella, sitä voi vahata esim. mehiläisvahalla. Langan päättelyssä tulee tehdä hyvät solmut, katkaista lanka heti solmun vierestä ja viimeistellä liimalla tai kynsilakalla. Langalla tule ommella aina ensin muutama kierros kytkentärenkaan ympäri (esim. kolme kertaa tiukasti renkaan ympäri), jotta kosketuspinta-ala on tarpeeksi langan ja renkaan suhteen. Langan voi laittaa myös ompelukoneeseen tai sen voi kiinnittää päälletikkaamalla siksak-ompeleella.

On tärkeää kiinnittää huomiota siihen, että plus- ja miinuskytkennät on tehty oikein. Löysällä olevat langat aiheuttavat kosketushäiriöitä, jotka ilmenevät epätasaisena toimivuutena valmiissa työssä, joten niitä tulee välttää. Mikäli langat kulkevat lähekkäin tai päällekkäin ne voidaan eristää toisistaan kankaalla tai muulla sähköä johtamattomalla materiaalilla.

Paristopidikkeet kannattaa sijoittaa siten, että pariston vaihtaminen ja poistaminen onnistuvat helposti.

VIANETSINTÄ

Mitä tehdä, jos projekti ei toimi?

Vaativimmissakin töissä tulee tarkistaa aina ensin elektroniikka ja sitten vasta koodi.

Elektroniikkaongelma:

LED ei syty ollenkaan

1. Katsotaan kytkennät
 - mm. onhan plus- ja miinusnavat kytketty oikein ja langat kiinnitetty hyvin
2. Tarkistetaan onko paristossa virtaa
 - esim. 3V paristo voi loppua yllättävänkin nopeasti

LED syttyy ajoittain tai vilkkuu

Tällöin vika liittyy yleisimmin sähköä johtavaan lankaan. Tarkistetaan, että:

1. Langanpäät eivät ole päättelyn solmukohdissa liian pitkät
 - solmut voi viimeistellä pikaliimalla tai kynsilakalla, jotta ne eivät purkaannu
2. Ompeleet eivät ole päällekkäin ja langat vastaa toisiaan
3. Ei ole lankalenkkejä
4. Lanka on aina katkaistu komponentin kytkentärenkaaseen, eikä ommeltu esimerkiksi komponentin yli tai ali
5. Mistään ei ole purkaantunut tai löystynyt sähköäjohtavaa lankaa
6. Sähköäjohtavalla langalla on tarpeeksi osumispinta-alaa kytkentärenkasiin, jotta sähkö pääsee johtumaan
7. Työssä ei ole muita sähköäjohtavia materiaaleja, jotka voivat vastata virtapiiriin

Hyvin usein projekti ei toimi heti, mutta useimmiten kaikki projektit saadaan lopulta toimimaan!

TURVALLISUUS

Elektronisten tekstiilien toteuttamisessa työskennellään sähkön kanssa, joten erityistä huomiota tulee kiinnittää sähkölaitteiden huolelliseen käsittelyyn. Virta on kytkettävä pois päältä teoksista aina, kun niitä rakennetaan tai ohjelmoidaan, sekä silloin kun ne eivät ole käytössä. Noudata aina laitevalmistajien ohjeita.

Pidemmässä säilytyksessä teoksista tulee poistaa paristot ja asetella teos siten, että oikosulun mahdollisuutta ei ole. Oikosulut voivat aiheuttaa laitteiden rikkoutumisen tai pahimmillaan tulipalon. Oikosulussa pariston navat yhdistyvät suoraan toisiinsa ja se voi kuumentua. Paristojen napojen päälle voi laittaa palan teippiä säilytyksessä. E-tekstiileissä käytetään usein sähköä johtavaa lankaa, jossa ei lähtökohtaisesti ole eristävää kerrosta päällä. Tällöin pariston navat yhdistyvät haitallisesti, jos langat koskettavat toisiaan. E-tekstiilien rakentamiseen tarkoitettut komponentit voivat olla myös pesunkestäviä. Tämä tarkoittaa, että paristo tulee poistaa aina ennen pesua ja noudattaa muutoinkin laitevalmistajan antamia pesuohjeita.

Tämän oppimateriaalin tarkoitus on johdattaa elektronisten tekstiilien tekemiseen ja ohjeet on tarkoitettu väli aikaisten kytkentöjen tekemiseen ja protojen toteuttamiseen. Lukiija toteuttaa kytkennät aina omalla vastuullaan. Kirjoittajat eivät ota vastuuta mahdollisista vahingoista.

Kokeilut tulee tehdä aina huolella. Mikäli kytkennässä ilmenee jotain epäilyttävää, kuten ylikuumentumista, tulee paristo poistaa välittömästi ja kytkennät purkaa.

KESTÄVYYS JA EETTISYYS

Olipa projekti miten yksinkertainen tahansa, suunnittelussa on huomioitava tuotteen kierrätettävyys. Paristojen kierrätyksen lisäksi näistä hybridituotteista on irrotettava sähköä johtava, metallista valmistettu lanka ja muut elektroniset komponentit ennen kuin ne voidaan kierrättää tekstiilimateriaalina.

E-tekstiileihin ja puettavaan teknologiaan liittyy, kuten kaikkiin tuotteisiin, elinkaariajattelu. Tämä sisältää mm. kestävä kehityksen mukaisen tuotannon ja kierrätettävyyden. Ympäristönäkökulman lisäksi elektroniikan integroiminen tuotteisiin nostaa esiin eettisiä ja yhteiskunnallisia kysymyksiä liittyen mm. tiedonkeräykseen, yksityisyyden suojaan, työllistämiseen, hankintaketjuun jne. Aihe on hyvin ajankohtainen teknologian kehittyessä huimaa vauhtia eteenpäin. Näitä asioita on pohdittu mm. Euroopan Unionin rahoittamassa WEAR Sustain -hankkeessa, jossa selvitettiin ja pyrittiin muuttamaan elektroniikka- ja teknologiateollisuuden sekä tekstiili- ja vaatetusteollisuuden toimintaa kestävämmäksi (WEAR Sustain, 2020).

TUNNELMATAULU - työskentelyn lähtökohdaksi

Tunnelmatauluksi eli moodboardiksi kutsutaan kollaasia, joka voi koostua kuvista, teksteistä ja erilaista materiaaleista. Se on tehokas tapa tuoda esille eli visualisoida ajatuksia. Kuvallinen työskentely auttaa keskittymään olennaiseen ja moodboardin kokoaminen tutustuttaa valittuun aiheeseen. Se voi toimia suunnittelun työvälineenä kuten inspiraatio- ja mielikuvataulunä, johon on kerätty materiaalia tietystä aiheesta sen ymmärtämiseksi ja halutun tunnelman saavuttamiseksi.

Moodboard antaa tavoitteet työskentelylle, tyylille ja viitoittaa suunnittelun suuntaa sekä määrittää rajauksia ja jäsentää toteutuksen visuaalista ilmettä. E-tekstiilien suunnitteluprosessissa moodboardiin voi kerätä ideakuvia, värejä ja materiaaleja esimerkiksi siitä, millaisen työn haluaa toteuttaa. Viereisen sivun moodboard on laadittu inspiraation lähteeksi Kuurankukka -valaisevalle somisteelle.



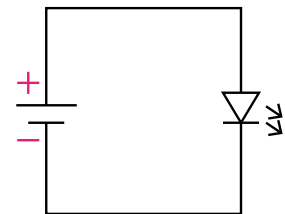
KUURANKUKKA



MATERIAALIT

- ommeltava led
- paristopidike
- 3V paristo
- sähköä johtavaa lankaa
- läpikuultavaa organza-kangasta
- 3 mm askarteluhoopaa
- helmiä
- tavallista ompelulankaa ja neula
- pikaliimaa tai kynsilakkaa
- hakaneula, koruneula, magneetti tai nauha kiinnittämistä varten

Kuurankukka-somisteen idea sai alkunsa kuuraisista pinnoista, jotka syntyvät veden jäätyessä pieniksi jääkiteiksi. Kiteet taivattavat niihin osuvaa valoa, joten Kuurankukka-somisteessa kiiltävällä, läpikuultavalla organza-kankaalla sekä ledillä on haettu samaa tunnelmaa. Somistetta voi käyttää eritavoin esimerkiksi rintakoruna tai hiuseristeena. Tässä projektissa on käytetty yksinkertaista, suljettua virtapiiriä.

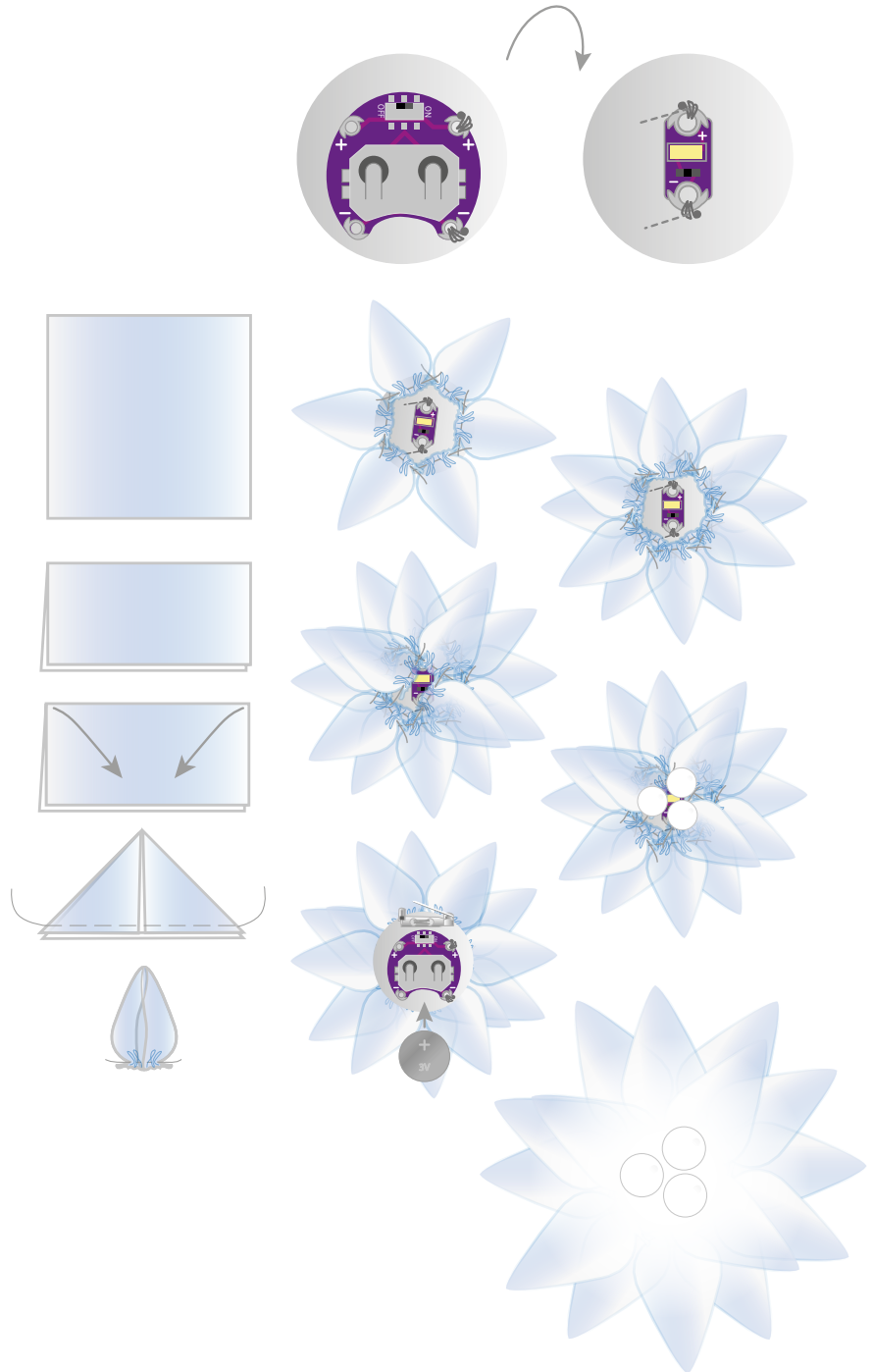


TYÖVAIHEET:

1) Organzasta leikataan noin 10x10 cm neliö jokaista terälehteä varten (15 kpl). Neliö taitetaan puoliksi ja taitepuolen kulmat käännetään alareunan keskelle. Alareuna ommellaan harvoin pistoin siten, että sen saa kiristettyä ompeleella ja rypyttettyä terälehten alaosaaksi.

2) Huovasta leikattuun ympyrään (halkaisia noin 5 cm) ommellaan tavallisella langalla paristopidike kiinni kytkentärenkaista, jotka eivät tule käyttöön. Sähköä johtavalla langalla ommellaan paristopidikkeen pluskytkentärengas kiinni kankaaseen ja ompelua jatketaan ledin pluskytkentärenkaaseen. Lanka katkaistaan ja typistetään solmujen vierestä sekä viimeistellään pikaliimalla tai kynsilakalla. Sama toistetaan miinuksella merkittyihin kytkentärenkaisiin.

3) Terälehdet ommellaan kiinni toiseen huopaympyrään kolmessa kerroksessa. Kuurankukan keskelle ommellaan helmet ja tarvittaessa tehdään huopaan reikä ledin kohdalle valon voimakkuuden lisäämiseksi. Työ viimeistellään ompelemalla haluttu kiinnitysratkaisu esim. koruneula ja yhdistämällä huopapalat toisiinsa. Paristo liitetään pidikkeeseen kaikkien ompeluvaiheiden jälkeen. Paristo poistetaan pidikkeestä käytön jälkeen ja varastoidaan asianmukaisesti.



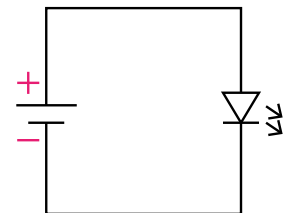
HOPEAREUNUS



MATERIAALIT

- kirkas, ommeltava led
- paristopidike
- 3 V paristo
- sähköä johtavaa lankaa
- 3 mm askarteluhuopaa
- läpikuultavaa sifonki-kangasta
- koruketju
- tavallista ompelulankaa ja neula
- pikaliimaa tai kynsilakkaa
- valkoinen puuvärikynä tai kangasliitu

Hopeareunus-riipuksen suunnittelu sai inspiraationsa elokuisista ukkospilvistä. Myrskyn jälkeen aurinko värjäsi hopeisiksi mustien ukkospilvien reunat. Riipuksessa mustan huopakankaan taustalla kirkas ledi valaisee himmeästi sifonkikankaan läpi. Tässä projektissa on käytetty yksinkertaista, suljettua virtapiiriä.



TYÖVAIHEET

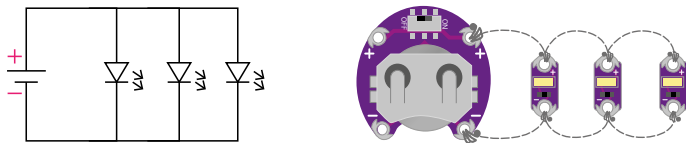
1) Huovasta leikataan pilvikuvio, 7,5x4,5 cm ja sifongista neliö 6x9 cm. Sifonki taitetaan kaksinkerroin ja ommellaan reunoilta kiristäen pussiksi.

2) Led ja paristopidike asetellaan huovalle ja siihen piirretään sähköä johtavan langan reitit. Ledin valoa voi suunnata ylöspäin tukemalla sen alle pienen palan huopaa. Led harsitaan ensin kiinni huopaan ja tämän jälkeen ledin kytkentärenkaista aloitetaan reitit sähköä johtavalla langalla. Lankojen päät jätetään pitkiksi, kuten kuvassa. Huomioi, että ompeleet tulee viedä huovan sisään siten, että ne eivät tule näkyviin oikealle puolelle.

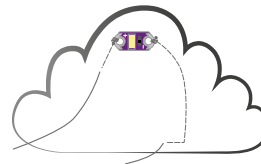
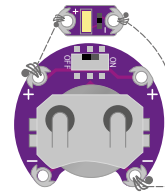
3) Sifonki ja koruketju kiinnitetään tavallisella ompelulangalla huovalle.

4) Paristopidike harsitaan kiinni työhön ja sen jälkeen ledin pluskytkentärenkaasta tuleva lanka paristopidikkeen plusrenkaaseen ja ledin miinuskytkentärenkaasta tuleva lanka paristopidikkeen miinusrenkaaseen. Molemmat reitit tarvitsevat oman langan. Paristo asetetaan paikoilleen.

Tässä esimerkissä led paristopidikkeineen on ommeltu riipukseen, mutta samaa tekniikkaa voi soveltaa muihinkin tuotteisiin. Mikäli ledien määrää halutaan lisätä, voi niitä kytkeä rinnan enintään kolme. Tällöin kytkentäkaavio ja projekti näyttävät tältä:

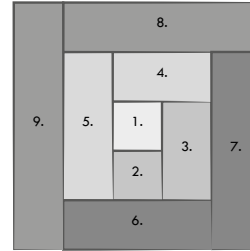


Paristo poistetaan pidikkeestä käytön jälkeen ja varastoidaan asianmukaisesti.

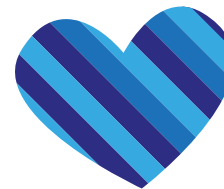
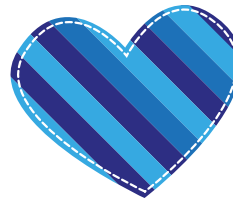
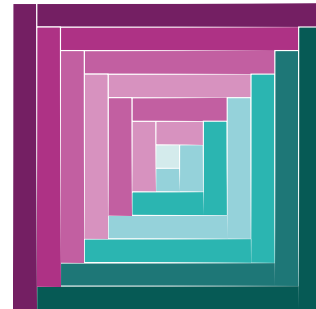


TILKKUTYÖTEKNIikka

Tilkkuompelulla on pitkät perinteet. Erilaiset tekniikat ja mallit ovat muokkautuneet ajan ja töiden tekijöiden myötä. Tilkkutyömallit rakentuvat kuviokokonaisuuksista eli blokeista, joiden geometriset muodot toistuvat työssä. Niitä on helppo suunnitella myös itse ruutupaperille. Värien käytöllä voi luoda vaikutelman kolmiulotteisuudesta esimerkiksi vieressä esitettyyn, perinteiseen hirsimökki-malliin. Vastavärit tilkuissa täydentävät toisiaan. Käyttötekstiileissä on syytä käyttää samoja tilkkumateriaaleja, jotta työ ei muutu pesussa.



Sisustustyynyissä sydänkuvio on toteutettu tilkkutyötekniikalla. Erilaiset kankaat on ensin leikattu sopivan kokoisiksi suikaleiksi ja tämän jälkeen ommeltu yhteen. Kun tilkut on ommeltu yhteen, työ kannattaa silittää ja kääntää saumanvarat joko auki tai kaikki samaan suuntaan. Sydänkuvio saumavaroineen on leikattu valmiista tilkkutyöstä. Saumanvarat voi silittää valmiiksi ennen ompelua.



SISUSTUSTYYNYT



Sisustustyynyillä voi helposti vaihtaa tunnelmaa ja tuoda väriä tilaan. Huoneen hallitseviin elementteihin, kuten olohuoneen sohvalle tai makuuhuoneen sängylle saadaan päivitettyä uutta ilmettä sisustustyynyjä vaihtamalla. Tyynyissä voidaan käyttää erilaisia materiaaleja, kuvioita ja värejä. Erilaiset materiaalit ja kuviot tuovat tilaan kontrastia ja persoonallista ilmettä. Tyynyissä käytettäviä värejä voidaan poimia myös tilan muusta sisustuksesta, sillä värien toistuminen tuo tilaan ryhtiä ja yhtenäistää sisustusta. Kuva: Jonna Ylilehto, 2017.

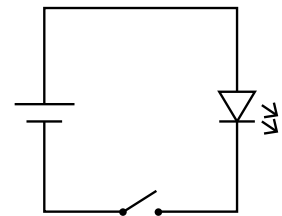
SYDÄN



MATERIAALIT

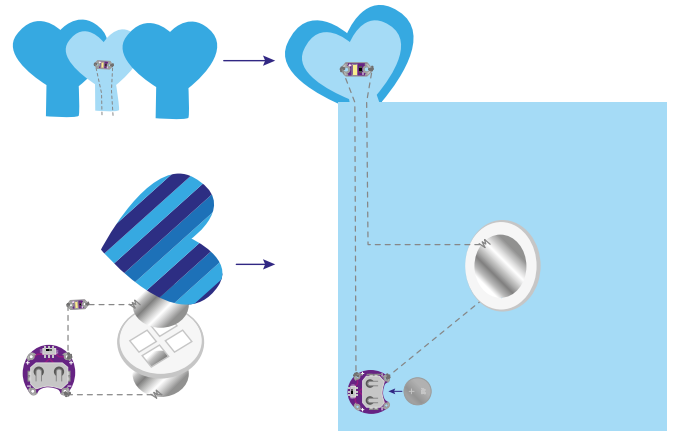
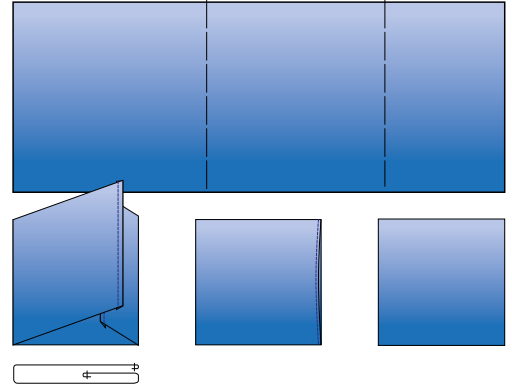
- kirkas, ommeltava led
- paristopidike
- 3V paristo
- sähköä johtavaa lankaa
- foliota tai sähköä johtavaa kangasta
- ohutta solumuovia
- yksiväristä kangasta 50 cm
- tilkkukankaita
- vuorikangas
- vanu
- tavallista ompelulankaa
- pikaliimaa tai kysilakkaa
- tyynty 45x45 cm

Sydän-sisustustyynyn keskelle on ommeltu perinteisellä tilkkutyötekniikalla koristekuvio, jota painamalla valo syttyy kulmassa olevaan sydämeen. Tilkkutyöhön kannattaa valita materiaaleja, jotka houkuttelevat koskemaan kohtaan, jossa on piilossa oleva kytkin. Tässä työssä käytetään itseohjautuvaa kytkintä: virtapiiri sulkeutuu, kun se painetaan pohjaan. Kuva: Jonna Ylilehto, 2017.



TYÖVAIHEET

- 1) Yksivärisestä kankaasta leikataan tyynynpäällinen. Sisustustyynyn koko yleisin on 45x45 cm. Tähän lisätään sauma- ja käänösvarat, jolloin koko on 47x115 cm.
- 2) Tilkkukankaasta leikataan suikaleita, jotka ommellaan vierekkäin 20x20 cm kokoseksi palaksi. Tilkkutyö silitetään ja siitä leikataan sydämen muotoinen, jonka käänteet silitetään.
- 3) Tyynyliinan kulmavaloksi leikataan 6 cm kokoinen sydän saumavaroineen. Se ommellaan oikeat puolet vastakkain ja jätetään alaosaan aukko käänntämistä, vanulla täyttämistä ja ledin sijoittamista varten.
- 4) Tyynynpäällisen molempiin päihin silitetään ja ommellaan 1 cm + 1 cm päärmeet. Tyynynpäällisen oikealle puolelle ommellaan tilkkusydän. Kulmavallo täytetään kevyesti vanulla ja harsitaan kiinni tyynynpäällisen nurkkaan.
- 5) Virtapiiri ommellaan erilliselle vuorikankaalle, jolloin sähköä johtavan langan pistot eivät näy tyynynpäällisessä.
- 6) Kytkin valmistetaan foliosta leikkaamalla kaksi palaa, jotka harsitaan kiinni vuorikankaaseen ja niiden väliin sijoitetaan isompi pala solumuovia, johon on leikattu reikiä. Solumuovi sijoitetaan niin, että foliot eivät kosketa toisiaan muualta kuin solumuovin rei'istä.
- 7) Kytkimen kaikki osat harsitaan kiinni vuorikankaaseen tavallisella ompelulangalla.
- 8) Paristopidike ommellaan tavallisella langalla kiinni vuorikankaaseen. Paristopidikkeen pluskytkentärenkaasta ommellaan sähköä johtavalla langalla ledin pluskytkentärenkaaseen ja miinusrenkaasta kytkimen alimmaiseen folioon.
- 9) Ledin miinuskytkentärenkaasta ommellaan sähköä johtavalla langalla päällimmäiseen folioon. Vuorikangas harsitaan kiinni tyynynpäälliseen ja kulmavallo ledi sijoitetaan sydämen sisälle.
- 10) Tyynyosa taitetaan kankaasta kaksinkerroin oikeat puolet vastakkain. Kangas käännetään pussin verran kaksinkerroin nurjat puolet vastakkain ja pitkät sivut ommellaan yhteen ja tyynyliina käännetään oikein päin.

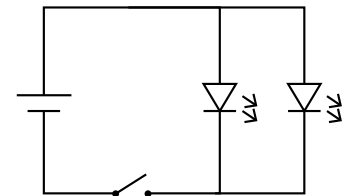


MATERIAALIT

- 2 kpl ommeltavia ledejä
- paristopidike ja 3V paristo
- sähköä johtavaa lankaa
- magneettikytkin (Reed Switch)
- magneetti, jossa on reikä keskellä
- avainrenkas
- 3mm ja 1mm -paksuista askarteluhuopaa tai villahuopaa
- huovutettavaa villaa
- huovutusneula
- tavallista ompelulankaa
- neula ja sakset
- pikaliimaa tai kysilakkaa



Syys-laukun suunnittelu lähti käytännön ongelmasta: avaimet tulisi aina muistaa ottaa mukaan. Syntyi idea, että olisipa kätevää, jos laukku kertoisi niiden olevan jo siellä. Tässä laukussa valot syttyvät, kun avainrenkaassa oleva magneetti osuu sisätaskun magneettikytkimeen. Valot toimivat myös valaisevina elementteinä syksyn pimenevissä illoissa. Laukun väri- ja muotoinspiraatioina olivat ruskan keltaiset koivun lehdet. Laukun materiaalina on pehmeä ja lämmin huopa, joka toimii hyvin e-tekstiileissä sillä se on hyvä eriste ja siitä voi nopeasti protoilla tuotteita eivätkä reunat purkannu. Lisäksi neulahuovuttamalla voi luoda monimutkaisia ja yksityiskohtaisia elementtejä. Tätä laukkuja on myös käyttäjättestattu ja siitä voi lukea lisää lähteestä: Harjuniemi & Häkkinä, 2018.



Tässä työssä on käytetty yksinkertaista virtapiiriä, jossa on rinnankytketty kaksi ommeltavaa lediä. Virtapiiristä on tehty avoin kytkimen avulla.

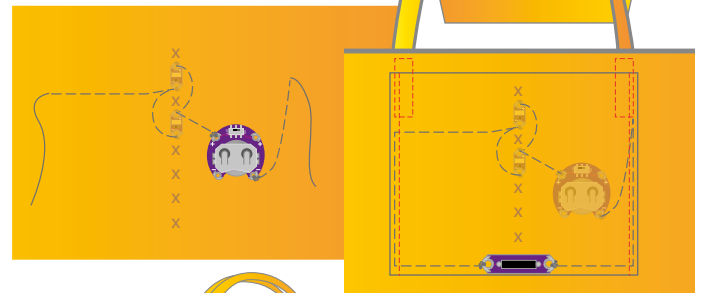
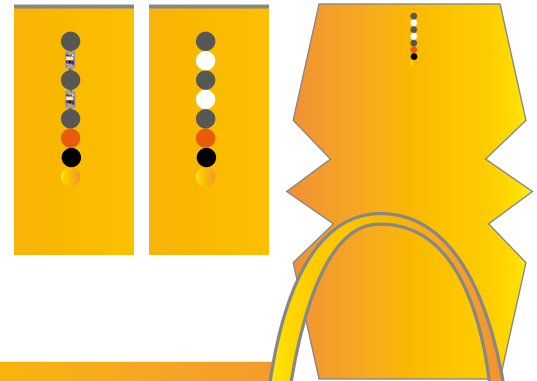
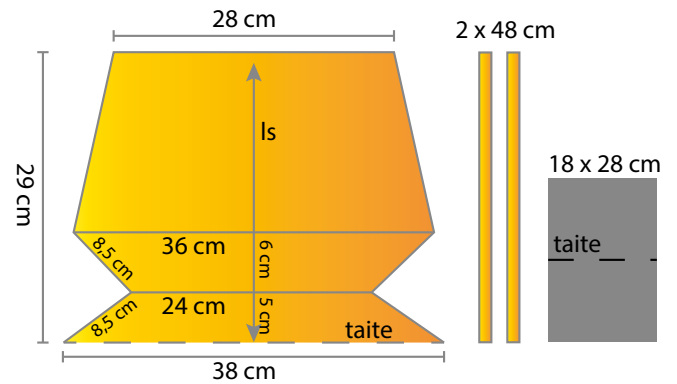
TYÖVAIHEET

1) Piirretään kaava mittojen mukaan (sis. sivusaumanvarat) ja leikataan 3 mm huovasta laukku, kaksi olkainhihnaa ja 1mm huovasta taskukappale. Villasta neulahuovutetaan 1 cm:n kokoisia palloja. Merkitään pallojen paikat, harsitaan ne ja ledit kiinni tavallisella ompelulangalla. Paristopidikke harsitaan kiinni nurjalle puolelle.

3) Nurjalle puolelle piirretään virtapiiriin reitti. Sähköä johtavalla langalla yhdistetään paristopidikkeen pluskytkentärenkas ledin plusrenkaaseen ja samalla langalla jatketaan toisen ledin plusrenkaaseen. Otetaan uusi lanka ja ommellaan reitti ledin miinusrenkaasta toisen ledin miinusrenkaaseen ja siitä jatketaan taskun vasemman puoleiseen reunaan asti - jätetään lanka odottamaan. Seuraavaksi ommellaan reitti paristopidikkeen miinusrenkaasta taskun oikean reunan kohdalle - jätetään lanka odottamaan.

4) Kiinnitetään ompelemalla olkaimet laukkuun. Osat kannattaa harsia kiinni ennen koneella ompelua tai ommella käsin, jos ompelukone ei pysty paksuun huopaan. Olkaimet menevät noin 5 cm:n matkalta laukkuosan päälle. Taitetaan taskupala ja ommellaan sivusaumat. Tasku ommellaan käsin kiinni laukkuun yläreunasta ja vähän matkaa sivulta. Käsinompeleiden ei tulisi näkyä laukun oikelle puolelle.

5) Harsitaan magneettikytkin taskun sisäpohjalle. Odottamaan jääneet langat ommellaan taskun sivusaumoja ja taskun pohjaa pitkin magneettikytkimen kytkentärenkaisiin. Jos sähköä johtavaa lankaa jää näkyviin, ompele tai liimaa päälle eristävä kangas. Langat eivät saa vastata laukkuun tai taskuun tuleviin tavaroihin. Ommellaan laukun sivusaumat, liitetään magneetti avainmenperään tai avainrenkaaseen ja asetetaan paristo pidikkeeseen. Valot syttyvät, kun magneetti osuu taskussa olevaan kytkimeen.



E-TEKSTIILEJÄ OPINTOJAKSOILTA

Olemme ohjanneet E-tekstiilien opintojaksoa Lapin yliopistossa, taiteiden tiedekunnassa vuodesta 2015. Opintojakson teema on vuosittain liittynyt arktisuuteen ja tavoitteena on ollut suunnitella ja valmistaa vuorovaikutteisia prototyyppejä. Elektronisten tekstiilien tuotekehitys vaatii monialaista osaamista ja yhteisopettajuuden hyödyntäminen on mahdollistanut innovatiivisten ja monimutkaistenkin teosten toteuttamisen (Harjuniemi, Johansson & Pyrstöjärvi, 2019.) Olemme koonneet tähän muutamia opintojaksolla toteutettuja töitä ja lisää löytyy Instagramista: @e_tekstiilit.

E-TEKSTIILIEN SUUNNITTELU- JA VALMISTUSPROSESSI

Kuten aiemmista esimerkeistä ja seuraavaksi esiteltävistä töistä on havaittavissa, inspiraatio ja lähtökohdat e-tekstiilien tekemiseen voivat syntyä mistä vain. Arktisuus on inspiroinut tekijöitä muun muassa luonnonilmiöillään, äänimaailmallaan, valollaan ja muotokielellään. Suunnitteluprosessi on usein iteratiivinen, tarkoittaen sitä, että prosessin eri vaiheita toistetaan, kunnes saavutetaan haluttu lopputulos. Toisinaan taas tuote kehittyy sitä tehdessä ja prosessi on hyvin suoraviivainen. Alussa voi olla selkeä suunnitelma tai voi lähteä vain kokeilemaan millaisia ideoita teknologiaan tutustuminen tuo tullessaan.

Suunnittelu- ja valmistusprosessi sisältää usein seuraavia vaiheita

- ideointi ja inspiroituminen
- taustatutkimuksen tekeminen
- tuotteen tai teoksen suunnittelu ja kaavoitus
- suunnitelma virtapiirien ja komponenttien sijoittumisesta tuotteeseen
- testaus paperiprototyypillä
- elektroniikan testaus koekytkenöillä
- tuotteen valmistus tekstiilistä ja elektroniikan ja/tai virtapiirin lisäämien tekovaiheessa
- virtapiirin viimeistely ja elektronisten komponenttien lisääminen
- yksityiskohtien lisääminen ja viimeistely



Salaviesti

Eveliina Muotkavaara, 2019

Teknologia: Bare Conductive Light Up Boardit

Ohjaus: Emmi Harjuniemi, Piia Pyrstöjärvi & Ting Pradthana Jarusriboonchai

Kuva: Eveliina Muotkavaara, 2019

Salaviesti on suunniteltu lievittämään ikävää ja tuottamaan iloa. Ne ovat tarkoitettu mukana kannettaviksi ja kiveltä toiselle voi lähettää salaisen viestin. Pintaa koskettamalla toisen kiven valo syttyy ja paljastaa viestin "hei ihana" tai "olet rakas". Inspiraatio teokseen on syntynyt uskomuksista, joiden mukaan kivissä on erilaisia energioita. Lähtökohtana oli myös teknologian ja luonnon elementtien sekä kylmien kivien ja pehmeän villan yhdistäminen.



Thankful napkin

Susanna Sivonen, 2020

Teknologia: Bare Conductive Touch Board ja kaiutin

Ohjaus: Emmi Harjuniemi & Piia Pyrstöjärvi

Kuva: Aukusti Mäenpää, 2020

Kiitollinen lautasliina on kattauksen vuorovaikutteinen elementti. Koskettamalla kirjaimia, se toistaa tallennettuja kiitosviestejä eri kielillä. Jokaisessa kirjaimessa on oma viesti, jossa ruoasta kiitetään mm. englanniksi, ruotsiksi ja espanjaksi. Tuote voi toimia keskustelun herättäjänä päivällispöydässä ja yllättää vieraan.



Riekko

Reetta Forsman, 2015

Teknologia: LilyPad Twinkle ja ledit

Ohjaus: Emmi Harjuniemi & Piia Pyrstöjärvi

Kuva: Emmi Harjuniemi

Tämän kaulakorun tekijää ovat inspiroineet kertomukset voimaeläimistä: "Mie viehätyn riekosta ku sehä nimittäin muuttaa ulkomuotoaan vuodenaikojen mukkaan. Kuulemma shamanismissa esiintyy semmosia voimauttavia eläinhahmoja, joihin tyypillisesti kitteytyy eläimen henki ja niille ominaiset luonteenpiirteet. Ylleisesti voimaeläimiä pidetään suhteellisen pysyvänä auttaja ja sellasena kumppanina jokapäiväisessä elämässä. Siispä antakoon tämä koru riekkomaista voimaa sille joka sen päällensä pukkee!"



Come well

Piritta Mettovaara, 2019

Teknologia: Bare Conductive Touch Board ja kaiutin

Ohjaus: Emmi Harjuniemi & Piia Pырstöjärvi

Kuva: Emmi Harjuniemi, 2019

Come well on vuorovaikutteinen seinätekstiili, joka toivottaa tervetulleeksi kotiin saapujan. Teoksessa on pimeässä hohtavia yksityiskohtia, joilla se erottuu hämärässä eteisessä. Pintoja koskettaessa se toistaa musiikkia ja tervehdyksiä perheenjäseniltä. Käyttäjä voi tallentaa itselleen mieluisan äänimaailman, sisältäen vaikkapa lempimusiikkia tai luonnon ääniä. Tämä kommunikoiva seinätekstiili on suunniteltu lisäämään hyvinvointia ja onnellisuutta lievittämällä yksinäisyyttä. Teos toimii myös sisustuksessa yksityiskohtana sekä akustisena elementtinä.



Kelo

Kati Walkeajärvi, 2019

Teknologia: Bare Conductive Touch Board ja kaiutin

Ohjaus: Emmi Harjuniemi & Piia Pырstöjärvi

Kuva: Emmi Harjuniemi, 2019

Kelo tuo arktisen luontokokemuksen sisätiloihin äänimaailmallaan. Tämän vuorovaikutteisen seinäteoksen lähtökohtina ovat olleet tutkimukset erilaisista rauhoittavista äänimaailmoista ja luonnon virkistävästä vaikutuksesta. Teos on suunniteltu piristämään ja ilahduttamaan kiireiseen työympäristöön, jossa sen äärelle voi pysähtyä vaikkapa taukotilassa. Puuta ja villasta nyplättyjä pitsisiä yksityiskohtia koskettaessa Kelo toistaa erilaisia arktisen metsän ääniä, kuten kävelyä lumisella hangella tai tuulen havinaa puissa.



Kaipuu

Riku Tulkki, 2016

Teknologia: LilyPad Arduino, valosensori ja RGB-ledit

Ohjaus: Emmi Harjuniemi & Piia Pырstöjärvi

Kuva: Emmi Harjuniemi, 2016

Kaipuu on vuorovaikutteinen tekstiilituote, joka reagoi valon määrään. Puuvillasta valmistetussa huivissa asteittain vaihtuvilla, erivärisillä valoilla on ilmennetty arktista vuodenkiertoa ja kahdeksan vuodenaajan taikaa. Ledit vaihtavat väriä ympäristön valon muutoksen mukaan. Perinteiseen suunnitteluun on yhdistetty yllätyksellisyyttä ja hetkessä tapahtuvaa kokemuksellisuutta. Tuotteen suunnittelussa on inspiroiduttu hyvinvointia lisäävästä valohoidosta ja kaipuusta kotiin.



Pounikko

Emma Napari, 2016

Teknologia: Arduino Uno, valosensori ja ledit

Ohjaus: Emmi Harjuniemi & Piia Pyrstöjärvi

Kuva: Emmi Harjuniemi, 2016

Teoksen inspiraationa on ollut lapsuuden vaikuttava luontokokemus: *“Lapsena oli hauskaa kellahtaa metsänpohjan pehmeälle sammaleelle ja katsella korkealla huojuvia puita. Pohjoisen metsän vajotessa talven kynnyksellä kaamokseen sammal saa jääpeitteen. Kuuraiselle patjalle astuessa metsänpohjaan jää jälki kulkijasta.”* Pounikon prototyypissä ledit syttyvät, kun tuotteen päälle istahtaa. Ledit reagoivat valon määrään valoresistorin avulla. Valon määrän vähentyessä kuurapeitettä kuvastavat ledit himmenevät - kuin jää sulaisi pintaa koskiessa.



Moss Stone

Emma Napari (tekstiilisunnittelu), Ashley Colley (vuorovaihteinen teknologia), Ella Murtomäki & Outi Lassila (rakennesuunnittelu), 2017

Teknologia: Arduino Uno, painekytin ja neopixel-ledinauhat

Ohjaus: Piia Pyrstöjärvi, Jenni-Liisa Yliniva, Jarno Vehmas & Milla Johansson

Sponsorit: Lankava & Lapin muovi

Kuvat: Emma Napari, 2017 & kuvakaappaus Janne Koiviston Vaana-messuosaston videolta, 2017

Moss Stonen tekstiilipinta on käsinkudottu kuvakudos, joka on pohjoisten metsien värikkäiden sammalmattojen inspiroima. Vuorovaihteinen penkki kutsuu kävijöitä lepäämään ja tutkimaan sen haptista rakennetta. Tekstiiliin piilotetut ledit vilkkuvat, kun istuimelle istutaan. Emma Napari kehitti suunnitelmaansa eteenpäin monialaisessa yhteistyössä.



Arktinen E

Tiina Jaakkola, 2015

Teknologia: Arduino Uno, piezo ja ledit

Ohjaus: Emmi Harjuniemi & Piia Pyrstöjärvi

Kuva ylhäällä: Emmi Harjuniemi, 2015, vasemmalla: Tiina Jaakkola, 2015

Arktinen E on interaktiivinen akustiikkapaneeli, joka on syntynyt halkeilevan jään inspiroimana ja lapsuusmuistojen kokemuksista: *“Lapsena, ensipakkasten aikaan, oli hauskaa rikkoo syysateiden muodostamien lätköiden jäätyneet pinnat. Kuunnella sen ritinää ja katsoa siihen muodostuneita halkemia.”* Teos reagoi koputukseen ja valot syttyvät ja etenevät halkeamia pitkin.



Ice Rug

Tiina Jaakkola (tekstiilisunnittelu), Ashley Colley (vuorovaikutteinen teknologia) & Juho Saavalainen (rakennesuunnittelu), 2017

Teknologia: Arduino Uno, kapasitiivinen sensori ja neopixel-ledinauhat

Ohjaus: Piia Pyrstöjärvi & Ashley Colley

Yhteistyö toteutuksessa: Naked Approach -hanke

Kuva: Janne Koivisto, 2017

Tiina Jaakkola kehitti ideansa eteenpäin monialaisessa yhteistyössä ja syntyi Ice Rug, kosketukseen reagoiva tekstiiliteos. Tämä ja Emma Naparin Moss Stone olivat mukana taiteiden tiedekunnan VAANA-messuosastolla, joka oli esillä Arctic Design Weekillä, Habitaressa ja Milan Design Weekillä (Lapland UX Design, 2017). Tiedekuntamme on vinyt opiskelijoiden muotoiluosaamista maailmalle vuorovaikutteisilla messuosastoilla, joissa myös e-tekstiiliteokset ovat olleet näyttävästi mukana (Häkikä & Johansson, 2019.)

LÄHTEET

Buechley, L. (2020). LilyPad Arduino. Haettu osoitteesta <http://leahbuechley.com/?p=81>

Buechley, L., Eisenberg, M., Catchen, J. & Crockett, A. (2008). The LilyPad Arduino: using computational textiles to investigate engagement, aesthetics, and diversity in computer science education. Teoksessa *The SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '08)* (423–432). New York, USA: Association for Computing Machinery
DOI:<https://doi-org.ezproxy.ulapland.fi/10.1145/1357054.1357123>

e_tekstiilit (2020). Haettu osoitteesta https://www.instagram.com/e_tekstiilit/

Harjunemi, E., Johansson, M. & Pyrstöjärvi, P. (2019, toukokuu). *Co-teaching in Multidisciplinary Design Fields*. Poster esitelty The Cumulus Rovaniemi 2019 conference “Around the Campfire - Resilience and Intelligence”, Rovaniemi, Finland. Haettu osoitteesta <https://www.cumulusrovaniemi2019.org/loader.aspx?id=4977f4de-45ad-4a5f-b3d3-ec7936db30e0>

Harjunemi, E. & Häkkinen, J. (2018). Smart Handbag for Remembering Keys. Teoksessa *The 22nd International Academic Mindtrek Conference (Mindtrek '18)* (244–247). New York, USA: Association for Computing Machinery
DOI:<https://doi-org.ezproxy.ulapland.fi/10.1145/3275116.3275128>

Häkkinen, J. & Johansson, M. (2018). Arctic Design for a Sustainable, Technological Future. Teoksessa T. Jokela & G. Coutts (toim.), *Relate North, Art & Design for Education and Sustainability* (pp. 32–51). Rovaniemi: Lapin yliopistopaino.
DOI:<https://lauda.ulapland.fi/handle/10024/63607>

Lapland UX Design (2017). Vaana 2017. Haettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=YuVQSmeNaRg>

Seipell, T. (2012). Arctic Design is hope. Teoksessa P. Tahkokallio (toim.), *Arctic design: Opening the discussion* (pp. 68-75). Rovaniemi: Lapin yliopisto.
DOI:<https://www.ulapland.fi/loader.aspx?id=02bb9427-3bf4-4f79-99c5-cbc4f5367e35>

WEAR Sustain (2020). WEAR Sustain knowledge platform. Haettu osoitteesta <https://wearsustain.eu/dashboards/home>

