

TARTU ÜLIKOOLI VILJANDI KULTUURIAKADEEMIA

Kultuurhariduse osakond

Kunstide ja tehnoloogia õpetaja õppekava

Laura Toomast

**ÕPPEMATERJALID NUTIKATE TEKSTIILIDE JA E-TEKSTIILIDE
KASUTAMISEKS KÄSITÖÖTUNDIDES**

Magistritöö

Juhendaja: Keret Altpere, MA

Viljandi 2020

RESÜMEE

Põhikooli riikliku õppekava järgi peab üldhariduskool tehnoloogia ainete õpetamiseks moodustama õpilaste soovide ja huvide põhjal õpperühmad, et õpilased saaksid valida õppeaineks kas käsitöö ja kodunduse või tehnoloogiaõpetuse. Sellest hoolimata on endiselt paljudes koolides käsitöö ja tehnoloogia rühmade jagunemine soopõhine ja tüdrukute tehnoloogilised oskused jäävad liiga traditsioonilise käsitöö põhiseks. See aga võib viia naiste vähese esindatuseni loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia (LTT) valdkonnas. Sellest lähtuvalt oli kavandatava magistritöö uurimisprobleemiks see, et paljudes Eesti koolides on õpilaste jagamine käsitöö ja tehnoloogia rühmadesse soopõhine ja selle tõttu on poistel ja tüdrukutel põhikooli lõpetades erinevad teadmised ja oskused tehnoloogia valdkonnas. See võib aga mõjutada nende edasisi karjääriotsuseid.

Magistritöö eesmärk oli luua õpetajatele ja õpilastele käsitöötundides kasutamiseks õppematerjalid, mille abil õpetada riiklikus õppekavas ette nähtud pädevusi kasutades uuenduslikke nutitehnoloogiaid ja nutikaid tekstiile ning seeläbi ärgitada õpilastes huvi LTT-valdkonna vastu.

Töö metoodiline osa oli kvalitatiivne uurimus, mille käigus koguti andmeid poolstruktureeritud intervjuudega neljalt õpilaselt ja kuuelts eksperdilt. Intervjuusid analüüsiti kvalitatiivse induktiivse sisuanalüüsi meetodil.

Tulemustest selgus, et nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide õppematerjalid vastavad riiklikule õppekavale ja on sobivad käsitöö lõimimiseks füüsika, keemia ja loodusõpetuse ainetega. Eksperdid olid huvitatud materjale oma tööski kasutama ja andsid sisendit materjalide täiustamiseks. Õpilased hindasid õppematerjale jõukohaseks ja huvipakkuvaks.

Käsitöö aine annab mitmeid võimalusi lõimida õpet teiste ainetega, kuid Eesti koolides kasutatakse seostamise võimalusi vähe. Loodud õppematerjalid pakuvad õpilastele uut vaatenurka käsitööle ja meisterdamisele, samuti õpivad nad selle käigus eluks vajalikke teadmisi füüsikast ja keemiast. Nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide õppematerjale kasutades saavad õpilased ühendada traditsioonilised käsitöövõtted nutikate tehnoloogiatega.

Märksõnad: käsitöötunnid, nutikad tekstiilid, e-tekstiilid, LTT-valdkond, ainete lõiming

ABSTRACT

Learning Materials for Teaching Smart Textiles and E-textiles in Handicraft Lessons

According to national curriculum, secondary schools must form study groups for teaching technology studies, so that pupils could choose between handicraft and technology lessons. Despite that, the distribution of students between handicraft and technology classes remains based on gender and girls technological skills are still too entwined in traditions. This results in the lesser female representation in STEM-fields. According to this, the research problem for the planned master thesis was that in many Estonian schools the pupils distribution to handicraft and technology studies is gender based and because of that boys and girls have different knowledges and skills in technological fields, which may influence their further career options.

The aim of the master thesis was to create study materials for use in handicraft lessons by teachers and students and to teach competences stated in national curriculum using innovative smart technologies and smart textiles and thereby pique pupils interest towards STEM-fields.

The methodical part of the thesis was qualitative research. The data was gathered by semi-structured interviews which were carried out with four students and six experts. The interviews were analyzed with the inductive content analysis method.

The results show that the smart textiles and e-textiles learning materials conforms to national curriculum and are suitable for integrating physics, chemistry and other natural sciences with handicraft. Experts were interested in using these materials in their handicraft classes and gave input to improve the materials. Students evaluated the learning materials as feasible and interesting.

Handicraft classes give multiple options to integrate the studies with other subjects, but the options are rarely used in Estonian schools. The composed learning materials offer students a new point of view to arts and crafts while also learning physics and chemistry. Students can combine traditional techniques with smart technologies using learning materials for smart textiles and e-textiles.

Keywords: arts&crafts lessons, smart textiles, e-textiles, STEM, integrating subjects

SISUSKORD

RESÜMEE.....	2
ABSTRACT	3
SISSEJUHATUS.....	6
1. TEOREETILINE RAAMISTIK	9
1.1. Hetkeseis käsitöö ja tehnoloogiaõpetuses üldhariduskoolis	9
1.2. Käsitöö õpe tänapäeval.....	11
1.3. Uudsete tehnoloogiliste vahendite kaasamine käsitöötundidesse välisriikide näitel	12
1.4. Nutikad tekstiilid ja e-tekstiilid	13
1.5. Nõuded õppematerjalidele	15
1.6. Kavandatavad õppematerjalid.....	17
1.6.1. Õppematerjal I. Teisele kooliastmele – Nutikad tekstiilid – pimedas helendavad ja termokroomsed värvid	18
1.6.2. Õppematerjal II. Teisele kooliastmele – Elektroonilised ehk e-tekstiilid kombineeritud helkurkangaga	19
1.7. Uurimistöö uurimisküsimused	21
2. METOODIKA.....	22
2.1. Valim	22
2.2. Andmekogumine	23
2.3. Andmeanalüüs	25
2.3.1. Ekspertide intervjuud.....	26
2.3.2. Õpilaste intervjuud.....	27
3. TULEMUSED	28
3.1. Kuidas tõsta õpilaste, iseäranis tüdrukute huvi loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia (LTT) vastu?	28
3.2. Milliseid õppematerjale ja muid materjale on õpetajale vaja, et käsitöötundides nutikate tekstiilide ja e-tekstiilidega õppetööd läbi viia?	32
3.3. Milliseid uusi teadmisi ja pädevusi omandab õpilane nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide kasutamisega käsitöö tundides?.....	34
3.4. Õpilaste intervjuudest selgunud tulemused	37
3.4.1. Uued teadmised ja oskused	37
3.4.2. Põnevad aspektid	37
3.4.3. Jõukohasus	38
4. ARUTELU JA KOKKUVÕTE.....	40

KASUTATUD ALLIKAD	44
LISAD	47
Lisa 1. Informeeritud nõusolek lapsevanematele.....	47
Lisa 2. Õppematerjal 1 – Termokroomsed ja pimedas helendavad värvid	48
Lisa 3. Õppematerjal II – Elektroonilised ehk e-tekstiilid kombineeritud helkurkangaga	63
Lisa 4. Õpilaste intervjuu kava	81
Lisa 5. Ekspertide intervjuu kava.....	82
Lisa 6. Fotod õpilaste tehtud töödest.....	84
Lisa 7. Näide kodeerimisest	85

SISSEJUHATUS

Käesolevas magistritöös käsitletakse käsitöötunde tänapäeva eesti koolides, uuritakse käsitööõppe lõimimise võimalusi teiste ainetega ja luuakse õppematerjalid käsitöötundide kaasajastamiseks, et õpilaste, eeskätt tüdrukute seas populariseerida LTT-valdkondi. Lühend LTT tähistab loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia valdkonda – matemaatika, füüsika, keemia, bioloogia, geograafia, geoloogia, töö- ja tehnoloogiaõpetus, info- ja kommunikatsioonitehnoloogia ning tehnikaalad, sealhulgas erinevad inseneeria valdkonnad (Kivistik et al., 2019).

Praegu kehtivas põhikooli riikliku õppekava lisa 7 (2011) punktis 1.2, on sätestatud järgmist: Alates II kooliastmest moodustab kool õpilaste soovide ja huvide põhjal õpperühmad, millesse jagunedes on õpilastel võimalus valida õppeaineks kas käsitöö ja kodundus või tehnoloogiaõpetus. Õpperühmadesse jagunemine ei ole soopõhine ning kooli õppekava koostamisel võidakse II ja III kooliastmes tehnoloogiavaldkonna õppeaineid õpetada ühendatult nii, et see aitaks kaasa soolise võrdõiguslikkuse edendamisele ja annaks nii poistele kui tüdrukutele vajalikul määral teadmisi ja oskusi nii tehnoloogiaõpetuse kui kodunduse ja käsitöö alal. Vähemalt 10% õppeks vahetavad õpilased õpperühmad nii, et tehnoloogiaõpetuse asemel on kodundus ning käsitöö ja kodunduse asemel tehnoloogiaõpetus.

Reaalsus on see, et paljudes koolides on siiski mindud traditsioonilist teed ja jäetud õppegruppide moodustamine endiselt soopõhiseks – poisid õpivad tehnoloogiat ja tüdrukud käsitööd ja kodundust (Pakosta, 2017). Ühest küljest on see sellepärast nii, et koolid ja õpetajad ise lähevad kergemat teed aga teisalt võib see olla tingitud sotsiaalsest survest nagu soolise võrdõiguslikkuse ja võrdse kohtlemise volinik L. Pakosta (2017, lk 5) kirjutab: “Kui mõnel üksikul tüdrukul või poisil ongi teistsugune soov, ei ole kõigil viienda klassi alguses veel piisavalt iseseisvat kodanikujulgust grupist eristuda ja eralduda, et minna näiteks ainsa poisina heegeldamist õppima”.

Sellest lähtuvalt seisneb uurimisprobleem selles, et paljudes Eesti koolides on õpilaste jagamine käsitöö ja tehnoloogia rühmadesse soopõhine ja selle tõttu on poistel ja tüdrukutel põhikooli lõpetades erinevad teadmised ja oskused tehnoloogia valdkonnas, mis võivad mõjutada nende edasisi karjääriotsuseid.

Nii kaua, kui ei ole veel kõikides koolides soolise võrdsuse printsiibile üle mindud tuleb leida muid lahendusviise, kuidas nendele õpilastele, kes käsitöö tunnis osalevad,

tehnoloogiavaldkonda tutvustada. Tehnoloogia ainevaldkonda reguleerivas, põhikooli riikliku õppekava seitsmendas lisas (2011) sätestatakse järgmist:

Käsitöötundides õpitakse tundma erinevaid tööliike, millest on kohustuslikud õmblemine, kudumine, heegeldamine ja tikkimine. Esemekavandamine, töö organiseerimine, rahvakunstitehnikate alused ning materjaliõpetus on läbivate teemadena seotud nii kohustuslike tööliikide kui ka valikteemade ja projektidega.

Õmblemine, kudumine, heegeldamine ja tikkimine – need on traditsioonilised käsitöövõtted ja kahtlemata olulised igal õpilasel vähemalt algtasemel omandada. Küll aga, arvestades tehnoloogia arengut ja selle rolli meie igapäevaelus, on hea ja kasulik traditsioonilisi käsitöövõtteid ühendada uuenduslike ja kaasaegsete vahendite, ideede ning võtetega.

Ehkki riiklikus õppekavas ei ole eraldi välja toodud nutitekstiilide temaatikat, on läbiva teemana mainitud tehnoloogiat ja innovatsiooni (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Kavandatavad õppematerjalid aitavad kaasa kõigi kaheksa riiklikus õppekavas kirjeldatud üldpädevuse kujundamisele (Põhikooli riiklik õppekava 2011), millest kolm – matemaatika-, loodusteaduste ja tehnoloogiaalane pädevus, ettevõtlikkuspädevus ja digipädevus – on otseselt seotud kavandatavate õppematerjalidega. Need sisaldavad ülesandeid, mis annavad õpilastele teadmisi nii füüsikast, keemiast, loodusõpetusest, kunstist kui ka käsitööst. Kuna materjalides kasutatavad tutvustavad videod on inglise keelsed, siis areneb ka võõrkeelepädevus.

Kavandatava töö uudsus ja vajalikkus seisneb mitmes aspektis. Esiteks, töö autorile teadaolevalt ei ole samal teemal Eestis magistritööd tehtud. Nutikatest tekstiilidest on kirjutatud teadustöid (Baurley, 2004; Berglin, 2013; Ojavee, 2013) nii tehnoloogia kui ka disaini valdkondades, kuid näib, et haridusteadustes ja kitsamalt käsitöö õppeainega seoses on nutikate tekstiilide teemat vähe uuritud. Teiseks, olgugi, et koolivälisel ajal on lastel võimalik osaleda tehnikaalastes huviringides, peaks tulevikuperspektiivi arvestades ka üldhariduskoolide tundides tutvustama õpilastele uusi tehnoloogilisi võtteid, sest see võib äratada huvi ka nendes õpilastes, kes muidu ei oleks kunagi osanud selle valdkonna vastu huvi tunda (Kafai, Fields & Searle, 2014). Kool peaks olema koht, kus õpilased avastavad neid huvitavaid valdkondi ja kus nad saavad piirangute vabalt katsetada.

Uurimistöö probleemist lähtuvalt püstitati magistritöö eesmärk, milleks on luua õpetajatele ja õpilastele käsitöötundides kasutamiseks õppematerjalid, mille abil õpetada riiklikus õppekavas ette nähtud pädevusi kasutades uuenduslike nutitehnoloogiaid ja nutikaid tekstiile ning seeläbi ärgitada õpilastes huvi LTT-valdkonna vastu.

Magistritöö teoreetilises osas uuritakse hetkeseisu käsitöö ja tehnoloogiaõpetuses üldhariduskoolis, tehakse ülevaade nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide arengust ning selgitatakse kuidas õppematerjalid loodi. Metoodika peatükis kirjeldatakse valimi valiku põhimõtteid ja uuringu läbiviimise ning andmeanalüüsi protseduuri. Tulemuste peatükis tutvustatakse uuringu tulemusi ja arutelu peatükis arutletakse selle üle kuidas uuringu tulemused seostuvad eelmiste uuringute tulemustega. Magistritöö lõpus tuuakse välja uuringu piirangud ning võimalused järgnevateks uuringuteks.

1. TEOREETILINE RAAMISTIK

Järgnevalt antakse ülevaade käsitöö ja tehnoloogiaõpetuse hetkeseisust üldhariduskoolis ja tuuakse välja probleemid, mis on seotud poiste ja tüdrukute jagamisega tehnoloogia ja käsitöötundidesse. Lisaks tuuakse näiteid kuidas on välisriikides käsitöötunde kaasajastatud ja tutvustatakse põgusalt nutikate tekstiilide ning e-tekstiilide ajalugu. Õppematerjalide koostamise alapeatükis selgitatakse millistele nõuetele peavad õppematerjalid vastama ning mis mudelite alusel need on koostatud. Peatüki lõpus esitatakse uurimisküsimused.

1.1. Hetkeseis käsitöö ja tehnoloogiaõpetuses üldhariduskoolis

Eestis õpitakse käsitööd ja tehnoloogiat üldhariduskooli II astmes 4.-6. klassini ja III astmes 7.-9. klassini. Esimeses kooliastmes (1.-3. klass) on põhikooli riikliku õppekava lisa 7 alusel ete nähtud tööõpetus tervele klassile. Tööõpetuses käsitletakse käsitöö, kodunduse ja tehnoloogiaõpetuse algtõdesid ning kujundatakse esmaseid osaoskusi, valdkonna- ja üldpädevusi (Põhikooli riiklik õppekava lisa 7, 2011).

Alates II kooliastmest moodustab kool õpilaste soovide ja huvide põhjal õpperühmad, millesse jagunedes on õpilastel võimalus valida õppeaineiks kas käsitöö ja kodundus või tehnoloogiaõpetus. Õpperühmadesse jagunemine ei ole soopõhine ning kooli õppekava koostamisel võidakse II ja III kooliastmes tehnoloogiavaldkonna õppeaineid õpetada ühendatult nii, et see aitaks kaasa soolise võrdõiguslikkuse edendamisele ja annaks nii poistele kui tüdrukutele vajalikul määral teadmisi ja oskusi nii tehnoloogiaõpetuse kui kodunduse ja käsitöö alal. Vähemalt 10% õppeks vahetavad õpilased õpperühmad nii, et tehnoloogiaõpetuse asemel on kodundus ning käsitöö ja kodunduse asemel tehnoloogiaõpetus. (Põhikooli riiklik õppekava lisa 7, 2011) Selline õppetöökorraldus tagab III kooliastme lõpuks selle, et kõik õpilased on saanud proovida mõlemat ainet ja omandanud pädevused nii käsitöös kui ka tehnoloogiaõpetuses.

Hoolimata põhikooli riiklikus õppekavas sätestatust ilmneb soolise võrdõiguslikkuse voliniku Liisa Pakosta raportist (2017), et koolides moodustatakse tihti õppegrupe „vaba tahte“ alusel ehk soopõhiselt. Seda sellegärast, et tüdrukud valivad valdavalt käsitöö ja poisid tehnoloogiaõpetust. Samuti tuuakse raportis välja, et nõue vahetada õpperühmad 10% ulatuses nii, et tehnoloogia valinud õpilased õpivad käsitööd ja kodundust ning käsitööd valinud õpivad tehnoloogiat, ei anna kummalegi grupile võrdse võimaluse kõigi pädevuste

omandamiseks. (Pakosta, 2017) See toob kaasa olukorra, kus 9. klassi lõpuks on tüdrukud valdavas osas omandanud käsitöö ja kodunduse aine pädevused ja poisid tehnoloogiaturundides omandatud pädevused.

Eestis on soolist segregatsiooni haridussüsteemis uuritud, kuid konkreetselt käsitöö ja tehnoloogia ainetesse jaotamise mõju õpilastele uuritud ei ole. Ühes uuematest 2016. aastal eestlaste seas läbi viidud soolise võrdõiguslikkuse monitooringust tulenes, et 54% vastajatest arvab, et poisid ja tüdrukud peaksid õppima samu õppeaineid ühesugusel viisil. See tähendab, et õpilasi ei peaks jaotama tüdrukute ja poiste rühmadesse. (Soolise võrdõiguslikkuse monitooring, 2016) 2015. aastal tehtud uuringus aga intervjueriti info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) erialal õppivaid ja töötavaid naisi ning leiti, et „mida enam tüdrukud ja poisid puutuvad oma nooruses kokku stereotüüpse suhtumise või „raamidesse“ surumisega, seda vähem teadlikumalt võidakse pärast gümnaasiumi lõpetamist edasisi valikuid teha“ (Kindsiko, Türk & Kantšukov, 2015, lk 40). Õpilastele tuleks anda võimalus proovida erinevaid tegevusalasid, et jõuda arusaamisele mis neile meeldib ja milles neil on eeldusi (Kindsiko et al., 2015).

Hetkel puuduvad uuringud ja selge ülevaade sellest, millistes koolides arvestatakse õppegruppide komplekteerimisel soolise võrdsuse printsiipe ja kui palju peetakse kinni riikliku õppekava nõudest vahetada õppegruppe 10% õppeaja ulatuses, sest ei ole loodud vastavaid kontrollmehhanisme. Küll aga selgus uuringutest, et ühiskonnas jagatakse üha enam meelsust, et õppemetoodika ja õppeained ei tohiks erineda soost lähtudes. Selle tõttu on ka Sotsiaalministeeriumi 2019-2022. aastatel elluviidava soolise võrdsuse programmi eesmärgiks stereotüüpsete hoiakute ja segregatsiooni vähendamine. Selleks korraldatakse erinevatele sihtgruppidele suunatud tegevusi, sh karjäärpäevi, et tutvustada noortele neid erialasid, kus nende sugu on alaesindatud (Soolise võrdõiguslikkuse programm, 2019).

Õpilaste soopõhine jaotamine käsitöö ja tehnoloogiaturundide gruppidesse mõjutab õpilaste edasiõppimist ja karjäärivalikuid tulevikus (Soolise võrdõiguslikkuse ja võrdse kohtlemise volinik, 2020). Käsitöötundides õpitakse traditsioonilisi käsitöövõtteid nagu õmblemine, kudumine, heegeldamine ja tikkimine. Kodunduse tundides söögi valmistamist, majandamist, keskkonnasäästlikkust ja teadlikku tarbijakäitumist. Tehnoloogiaturundides aga tehnilist joonestamist, puidust ja metallist esemete valmistamist ja käsi- ning elektriliste tööriistade käsitlemist. 2015 aasta OECD aruandes selgub, et 15-aastaste eesti õpilaste hulgas soovivad teha karjääri inseneri-või arvutiteadustes vaid 8.8% tüdrukutest ja 18,5%

poistest. Poisid tunnevad end matemaatika ja loodusteadustes tugevamalt ja kindlamalt kui tüdrukud ja sellest lähtuvalt on ka suurem protsent huvitatud sellel alal edaspidi tegutsemast. (Valk, 2016) Kõrgkoolides õpivad naised rohkem sotsiaal- ja humanitaarerialasid ning mehed IKT ehk info- ja kommunikatsioonitehnoloogia erialasid (Soolise võrdõiguslikkuse programm, 2019). Tööturul on infotehnoloogia valdkondades 78% töötajatest mehed (Pakosta, 2017). Kui üldhariduskoolides saaksid poisid ja tüdrukud võrdsel hulgal käsitöö- ja tehnoloogiaõpetust võib see omakorda suurendada tüdrukute huvi loodus- ja täppisteaduste vastu.

1.2. Käsitöö õpe tänapäeval

II kooliastmes on käsitöös ja kodunduses ette nähtud viis nädalatundi (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Käsitöö ja kodunduse õpetamisel kujundatakse nelja osaoskust: käsitöö, kodundus, tehnoloogiaõpetus vahetatud õpperühmades ja projektitöö. Käsitöö ja kodundus hõlmavad õppest ligi 65%, millest vähemalt kolmandik on kodundus, ligi 25% õppemahust on projektitöö ja 10% tehnoloogiaõpetus. Käsitöötundides õpitakse tundma erinevaid tööliike, millest on kohustuslikud õmblemine, kudumine, heegeldamine ja tikkimine. (Põhikooli riiklik õppekava lisa 7, 2011) Käsitööd on võimalik lõimida teiste õppeainetega aitamaks õpilastel seostada erinevatest ainetest saadavaid teadmisi omavahel ja tajuda iga õppeaine tähtsust elus. Praktiliste esemete tarvis ideede genereerimisel võivad inspiratsiooni pakkuda mistahes aines omandatud teadmised (nt ajaloo, bioloogiast, geograafiast, kunstist, matemaatikast) (Saago, 2016). Kahjuks puuduvad värsked uuringud selle kohta, kas ja kui palju käsitööõpetajad ainet teiste ainetega lõimivad. Viimases seda teemat puudutavas uuringus käsitööõpetajatega leiti, et käsitöö on vähe seostatud terviseõpetuse, inimeseõpetuse, ajaloo ja füüsikaga. Peaaegu olematu on seos infotehnoloogia, ema- ja võõrkeelte õpetamisega. Lisaks, olgugi, et õpetajad näevad oma töös seostamise võimalusi, kasutavad nad neid vähe. (Lind, Pappel, Paas & Ojaste, 2007)

Niisiis õpivad õpilased käsitöö tunnis traditsioonilisi käsitöövõtteid, kasutavad traditsioonilisi töövahendeid ja õpivad peaaesjalikult töövõtteid. See on igati vajalik aga selline õpe jätab õpilased ilma potentsiaalsetest uutest teadmistest ja kogemustest, mis oleksid saavutatavad kui käsitöö ainet kaasajastataks. Selleks peaksid aineõpetajad omavahel koostööd tegema, rühmatöid planeerima ja looma õpilastele ülesandeid, mis lisaks töövõtete õppimisele ka nende probleemipüstitust ning analüüsioskust arendaks. Lisaks

tuleb arvestada uute tehnoloogiate ja materjalide turule tulekuga. Siinkohal tuleb õpetajatel teha koostööd kooli juhtkonnaga, et leida võimalusi üleminekuks nüüdisaegsetele materjalidele ja tehnoloogiatele. Koolis kasutusele võetavate uute materjalide seas võivad olla nutikad tekstiilid, temperatuuritundlikud värvid ja tindid, elektrit juhtivad ehk konduktiivsed niidid, helkurkangas ja muud uudsed materjalid. Uued tehnoloogiad võivad olla 3D-printerid, patareidel töötavad mikrokontrollerid ja LED-lambid. Traditsioonilisi käsitöövõtteid ei pea hülutama, kuid neid võiks täiendada uute tehnoloogiatega, et õpilasi tänapäeva tehnoloogiamaailmaga kurssi viia ning neis kõige uue vastu huvi äratada.

Eraldi probleem on naiste vähene esindatus loodus ja tehnikateadustes. Olgugi, et loodusteaduste ja tehnikaala kõrgkooli õppima minekuks on vajalikud teadmised matemaatikas, füüsikas ja keemias, on tähelepanuta jäänud käsitöö ja tehnoloogia ainete potentsiaal kasvatada õpilastes huvi teaduse vastu. Selleks, et aidata tüdrukutel tekitada huvi tehnoloogiate vastu on käesoleva magistritöö raames kavandatud spetsiaalsed tööjuhendid käsitöötundide jaoks, mis aitavad põimida traditsioonilised käsitöövõtted tänapäeva tehnoloogiatega, tänapäevastades nii käsitööõpetust kui ka avades tüdrukutele tehnoloogiamaailma.

1.3. Uudsete tehnoloogiliste vahendite kaasamine käsitöötundidesse välisriikide näitel

Välisriikidest on mitmeid näiteid, kuidas käsitöö, kunsti või meisterdamise tundides on lõimitud traditsioonilised käsitööoskused tänapäevaste tehnoloogiatega. Näiteks Inglismaal 2016. aastal läbi viidud uuringus anti 7. klassi õpilastele õmblemistunnis nutikate tekstiilide teemaline ülesanne õmmelda LED-tuled kanga külge ja ühendada need patareitoitel vooluringi. Selle ülesandega uuriti, kas meisterdamine ehk antud uuringus kirjeldatud „nikerdamine“ tõstab õpilase probleemilahendus- ja koostööoskusi. Uuringu tulemusel selgus, et kui anda õpilastele kätte komplekt uudsete materjalidega, ning lasta neil iseseisvalt katse-eksituse meetodil ülesanne lahendada suureneb õpilaste omavaheline koostöö ja arenevad õpilase teadmised elektroonika valdkonnas. Lisaks leidsid õpilased peale eeldatud lahenduse veel alternatiivseid lahendusi, mis tõestab sellise õppemeetodi mitmekülsust. (Alden 2016)

2011. aastal Ameerika Ühendriikides läbi viidud uuringus jälgiti kuidas munitsipaalkooli õpilased õppisid nutikate tekstiilide õmblemist tavalise kooliprogrammi raames ühe aasta vältel. Õpilaste hulgas olid tüdrukud, kes ei olnud kunagi koodi kirjutamisega kokku

puutunud ja poisid, kes ei olnud õmblemisega kunagi kokku puutunud. Õpilased õppisid seostama käsitööd ja infotehnoloogiat. Koodi kirjutamine muutis tehnoloogiavaldkonna õpilastele läbipaistvaks – õpilased õppisid kuidas nutiseadmed seestpoolt välja näevad. Poisid avastasid, et õmblemine ei ole ainult „naiste töö“ vaid, et see on huvitav ka neile ning tüdrukud leidsid, et koodi kirjutamine on neile sama jõukohane kui õmblemine. Uuringuga sooviti näidata veel, et tehnoloogia ja käsitöö ühisõpe, mis tavaliselt toimub koolivälisel ajal huviringides, peaks toimuma koolis tavalise tunnina, sest siis saavad sellest osa ka need, kes muidu ei oskaks selle vastu huvi tunda. (Kafai, Fields & Searle, 2014)

1.4. Nutikad tekstiilid ja e-tekstiilid

Käsitöötundide mitmekesistamiseks ja uuendamiseks on üheks võimaluseks kasutusele võtta nutikad tekstiilid ja e-tekstiilid. Sõna e-tekstiilid on lühend sõnast elektroonilised tekstiilid. E-tekstiilide kohta on mitmeid definitsioone, näiteks, e-tekstiilides on kombineeritud kangakiud elektrooniliste kiududega ja e-tekstiil on vooluring, mis on disainitud ühendamiseks tekstiiliga (Nichols, 2020). American Society of Testing and Materials International (ASTM) defineerib nutikaid tekstiile või nutikaid kangaid kui tekstiile, mis reageerivad välisele stiimulile aga milles ei pea tingimata olema elektroonilisi komponente (Nichols 2020, järgi). Xiaoming Tao defineerib nutikaid tekstiile järgmiselt: „Nutikad tekstiilid või intelligentsed tekstiilid on materjalid, mis tajuvad ja reageerivad väliskeskkonna mõjudele läbi mehhaanilise, termilise, keemilise, elektrilise, magnetilise või mõne muu allika“ (Ojavee 2013, lk 20 järgi). Nutikate tekstiilide disainimine hõlmab endas traditsiooniliselt kootud kangast ja arenenud tehnoloogiaid ja on seeläbi muutunud uueks tegevusalaks, mida uurida (Dumitrescu et al., 2014).

Tegelikult ei ole nutikad ja e-tekstiilid sugugi tänapäeva leiutis. Juba 16.sajandi Euroopas kaunistati kuningate ja kuningannade rõivaid kuldsete ja hõbedaste metallniitidega, et moodustada riitele efektseid kaunistusi (Young, 2019). Kui tollel ajal oli metallniidi otstarve kangast kaunistada, siis tänapäeval kasutatakse metallniiti selle elektrit juhtiva omaduse tõttu.

Traditsiooniliste käsitöövõtete ja uue aja tehnoloogiasaavutuste kõrvutamine toimus 19.sajandi algul, kui kangast hakati kuduma žakaartelgedel. Joseph Marie Jacquard leiutas kangakudumise masina, kus mustri kudumiseks kasutati perforeeritud kaarte. Neid vahetades vahetus muster, mida masin kudus. Hiljem kasutati perforeeritud kaartide

meetodil programmeerimist esimestes arvutites. (Peppler, 2016) 1837. aastal kavandas Charles Babbage esimese analüütilise arvuti, mida sai Jacquardi perforeeritud kaartide abil programmeerida (Computer Hope, 2019).

60ndatel toimunud võidusõit Kuule äratas ühiskonnas huvi kosmosetemaatika vastu ja sealhulgas tõstatas seoste loomine tehnoloogia ning rõivastuse vahel. Sellest huvist lähtudes toimus 1968. aastal New Yorgi Kaasaaegse Käsitöö Keskuses näitus astronautide skafandritest ja teistest riideesemetest, mis läksid iseenesest õhku täis ja tühjaks, soojaks ja külmaks. (Smith, 1968, Peppler, 2016 järgi) Sellel näitusel pälvis suurt tähelepanu kunstnik Diana Dew, kes esitles oma loodud elektroonilisi rõivaid, mille hulgas olid helendavad peokleidid ja sireeni andvad vööd. (Guler, Gannon & Siccio 2016)

1985. aastal leiutas Harry Wainwright animeeritud dressipluusi, mis koosnes valguskaablitest, juhtmetest ja mikroprotsessorist millega kontrollida animatsiooni. 90ndate keskpaigus hakkasid Massachusettsi Tehnoloogiainstituudi (MIT) teadlased Steve Mann, Thad Starner ja Sandy Pentland välja töötama kantavaid arvuteid (ing.k. *wearable computing*). (Patnaik, 2020) Kantavad arvutid olid rõivastesse integreeritud arvuti riistvara salvestamiseks inimese tegevust pildistamise, filmimise ja kirjutamise teel. See oli justkui veebikaamera eelkäija. Alguses kohmaka ja ebamugavana tundunud, hakati otsima võimalusi muuta need väiksemaks, diskreetsemaks ning kantavamaks. Nii arendas teine MIT teadlaste meeskond, eesotsas Maggie Orth ja Rehmi Post, välja elektrit juhtivad tekstiilid ja vooluringi kangale trükkimise meetodi. (Patnaik, 2020) Need tehnoloogilised lahendused laiendasid kantavate arvutite sujuvama liitmise tavaliste rõivastega ning võimaldasid nende rõivaste kergemat hooldamist ning pesemist (Post & Orth, 1997).

2007. aastal sai avalikkusele kättesaadavaks MIT Media Lab-i professori Leah Buechley-i leiutatud kangasse õmmeldav Arduino platvormil põhinev prototüüpimise süsteem nimega LilyPad (Allan, 2017). Alguses akadeemilise uurimusena loodud, hiljem kommertslikult tootma ja müüma hakatud LilyPadist sai tavatarbijale kättesaadav ja kasutusvalmis e-tekstiilide loomise komplekt. Seda hakkasid kasutama moeloojad, käsitöölised, disainerid, aga ka koolilapsed ja teised isetegijad. Kusjuures, Lilypadi kasutajatest märkimisväärse osa moodustavad naised – 65%. (Buechley & Hill, 2010). Ka selles uurimuses kasutatakse õppematerjalide loomisel LilyPad-i õmmeldavaid elektroonikakomponente.

Tänapäeva tekstiilitööstuses arendatakse üha uusi ja nutikamaid tekstiile. Masstarbimisse on neid seni veel vähe jõudnud. Peamiselt kõrge hinna tõttu. Küll aga on rõivatööstusel suur potentsiaal luua täiesti uutel tehnoloogiatel põhinevaid kangaid, mida eeskätt kasutada meditsiinis patsiendi jälgimiseks, spordis soorituse mõõtmiseks ja muudes tervise ja heaolu valdkondades.

Tao (2001) ja Hartleer et al., (2003) on klassifitseerinud nutikad tekstiilid kolme kategooriasse (Ojavee, 2013, lk 22 järgi):

1. Passiivsed nutikad tekstiilid, mis suudavad reageerida otsesele keskkonnast tulenevale stiimulile – temperatuurimuutus, UV-kiirgus, valgusemuutus. Sellised tekstiilid on kaetud termokroomse tindiga, mis muudavad värvi, kui sooja või külma otse tekstiilile asetada, UV-kiirgusele tundliku värviga või pimedas helendava fosforit sisaldava ainega.
2. Aktiivsed nutikad tekstiilid, mis suudavad keskkonnast info vastu võtta ja sellele reageerida. Sensorid ja aktuaatorid on kangasse sisse ehitatud. Aktiivsed nutikad tekstiilid võivad näiteks reageerida hääle või puudutuse peale ja vastata sellele kas värvi või mustrite muutumisega või mõnel teisel viisil.
3. Väga nutikad või ultra nutikad tekstiilid, mis võtavad keskkonnast infot vastu, vastavad sellele ja kohanduvad vastavalt keskkonnale. Tekstiil sisaldab komponente, mis kontrollivad ja analüüsivad ümbritsevaid tingimusi. Näiteks, rõivastus, mis mõõdab õhutemperatuuri ja vastavalt sellele reguleerib temperatuuri kandjale sobivaks.

Nutikate ja e-tekstiilide teemalises õppematerjalis tulevad kasutusele pimedas helendavad ja termokroomsed kangavärvid, helkurkangas ja helkurniit ning ömmeldavad LED-lambid koos elektrit juhtiva niidiga.

1.5. Nõuded õppematerjalidele

Kavandatavate õppematerjalide koostamisel on lähtutud sellest, et õpilased teeksid tööd võimalikult iseseisvalt ja vajaksid õpetajalt võimalikult vähest sekkumist. See tähendab, et õpetaja on pigem suunaja ja abistaja rollis ja õpilased saavad võimalikult palju ise mõelda, katsetada, vigu teha, neist õppida ning lõpuks eduelamust saada, kui praktiline töö on valmis.

Et õppematerjale nõuetekohaselt koostada on aluseks võetud nii Johannes Käisi õpetus kui ka ADDIE mudel ja 5E mudel. Nõudeid tööjuhenditele on kirjutanud Johannes Käis teoses „Õpetuse alused ja teed“ (2018). Seal toob Käis välja, et „tööülesanded peavad olema antud selges ja konkreetses sõnastuses ning olema mitmekesised andes võimaluse vaatluseks, mõõtmiseks, katsetamiseks, lugemiseks, kirjutamiseks, arvutamiseks, kujutamiseks ja pähe õppimiseks. Samuti peavad tööjuhised olema varustatud joonistega, et näidata töö käiku ja sisaldama vajaminevaid materjale ning töövahendite loetelu.“ (Käis, 2018, lk 281-282)

Õppematerjalide koostamiseks on välja töötatud ADDIE (ingl k analyse, design, development, implementation, evaluation) mudel. Selle järgi jaotatakse õppematerjali koostamine viide etappi (Villems et al., 2015):

1. Analüüs – analüüsitakse vajadusi, sihtrühma (õppijaid), sisu ja võimalusi (aeg, raha, oskused) ning seatakse raamid sellele, mida hakatakse tegema;
2. Kavandamine – sõnastatakse eesmärk ja õpitulemused, valitakse õpitulemuste saavutamiseks sobivad õpetamismeetodid, koostatakse õppematerjali ja selle sisu struktuur ning õppeprotsessi kava, valitakse kasutatava meedia tüübid;
3. Väljatöötamine – sisaldab endas sisu loomist, tehnilist teostust ja testimist. Tulemiks on valmis ja avalikustatud õppematerjal, mis on varustatud metaandmetega;
4. Kasutamine – õppematerjali kasutab õppija iseseisvalt või juhendatud õppeprotsessis;
5. Hinnangu andmine – toimub tavapäraselt käsikäes õppematerjali kasutamise etapiga ja selle eesmärk on saada ideid õppematerjali parendamiseks.

ADDIE mudel sobib peaaesjalikult e-kursuste ja digitaalse õpivara disainimiseks, aga sama süsteemi saab kasutada ka mittedigitaalse õpivara disainimiseks. Nii nutikate tekstiilide kui ka e-tekstiilide õppematerjali kavandamisel on toetutud ADDIE mudeli viiele etapile.

Kui ADDIE mudelit kasutatakse kursuse ja õppematerjali disainimiseks, siis õpilaste õpetamise ja juhendamise struktureerimisel on üks võimalikest mudelitest 5E mudel. 1987. aastal välja töötatud mudel soodustab koostöist ja aktiivset õpet, kus õpilased küsivad küsimusi, vaatlevad, analüüsivad ja leiavad seeläbi lahendusi probleemidele ja avastavad uusi ideid (Lesley University, 2020). 5E mudeli järgi on õppimine jagatud viide faasi – kaasa

haaramine (engage), avastamine (explore), seletamine (explain), laiendamine (elaborate) ja hindamine (evaluate) (ByBee, 2009). Seda meetodit kasutatakse peamiselt uue teema õppimisel alustades kaasa haaramise faasist ja lõpetades hindamise faasiga aga sama skeemi järgi on võimalik õpetada ka teisi õppeaineid (Lesley University, 2020). Pikem kirjeldus 5E mudeli kasutamisest nutikate ja e-tekstiilide õppematerjalide tunni ülesehituse loomisel on järgmises alapeatükis.

1.6. Kavandatavad õppematerjalid

Selleks, et käsitöötundides hakata õpetama nutikaid tekstiile vajab käsitööõpetaja lisaks käsitöö kompetentsidele veel teadmisi nutikatest tekstiilidest, keemiast, elektroonika põhitõdedest ja vooluringist. Kui käsitööõpetaja soovib õpilastele nutikaid tekstiile tutvustada on kasulik lõimida käsitöötunnid keemia-, füüsika- või infotehnoloogiatundidega. Sellega luuakse õpilastele keskkond, kus nad saavad oma teadmised erinevatest valdkondadest ühendada – teadmised matemaatikast, teadusest, keeltest, kunstist ja tehnoloogiast hakkavad üksteisega seonduma ja see õpetab õpilasele interpreteerimist, selgitamist ja võrdluste tegemist (Hall & Bannatyne, 1999). „Ainete lõimimise eesmärgiks on aktiivsete enastjuhtivate õppijate ja õpikogukondade kujunemine, kes konstrueerivad oma teadmisi varasemate ja õppimise käigus omandatud kogemuste põhjal“ (Lõiminguidee lähtekohad, 2016, lk 5). Selleks, et ainete lõimimine õnnestuks, on koostöö kõigi aineõpetajate vahel mõõdapääsmatu (Hall & Bannatyne, 1999). Ainete lõimimisega täidetakse ka põhikooli riikliku õppekava lisa 7 nõuet lõimida tehnoloogiavaldkonda teiste ainevaldkondadega (Põhikooli riiklik õppekava lisa 7, 2011).

Loodavatele õppematerjalidele seati järgmised eesmärgid:

1. Õppematerjalid peavad olema kooskõlas riikliku õppekava vastava teema õppesisu ja õpitulemustega.
2. Õppematerjalid on interdistsiplinaarsed ja lõimivad käsitöö, keemia ja füüsika ained.
3. Õppematerjalid on mitmekülgsed ja sisaldavad erinevaid töövõtteid ja tehnikaid.
4. Õppematerjalid seovad traditsioonilised käsitöövõtted uute tehnoloogiliste võtetega.

Loodavad õppematerjalid on planeeritud nii käsitööõpetajatele kui õpilastele, kellel on teadmised ja oskused käsitöötehnikates nagu õmblemine, kudumine, tikkimine ja heegeldamine. Tööjuhendid on üles ehitatud selliselt, et igaüks, kes neid järgib saab nende abil töö valmis ka siis, kui eelnevad teadmised keemiast ja elektroonikast puuduvad, ent sellegipoolest tulevad eelnevad põhiteadmised kasuks, et õpilasel tekiks sügavam mõistmine protsessidest, mis nutitekstiile luues toimuvad. Nooremate õpilaste puhul on soovituslik, et õpetaja jälgib ise juhendit ja õpetab õpilasi, suuremate õpilaste puhul võib õpetaja jagada juhendid õpilastele ja lasta neil juhendi järgi ise meisterdada jäädes sealjuures juhendaja rolli.

Info ja ülesanded mis õppematerjalides sisalduvad on mahukad ja on mõeldud kasutamiseks mitmel järjestikusel tunnil. Esimese õppematerjali, mis õpetab värve, läbimiseks kulub umbes 4-5 akadeemilist tundi. Teise õppematerjali, mis on e-tekstiilide teemaline, läbimiseks kulub umbes 5-6 akadeemilist tundi. Kui õpetaja jagab õppematerjale ja töövahendeid õpilastega, siis on neid ülesandeid võimalik iseseisvalt läbi teha ka kodus.

Loodavad õppematerjalid on jagatud teemade järgi. Esimene õppematerjal sobib sissejuhatuseks nutikate tekstiilide teemasse. Teine õppematerjal sobib sissejuhatuseks e-tekstiilide teemasse.

1.6.1. Õppematerjal I. Teisele kooliastmele – Nutikad tekstiilid – pimedas helendavad ja termokroomsed värvid

Õppematerjalide koostamisel lähtuti põhikooli riikliku õppekava tehnoloogia lisas 7 (2011, lk.11) nimetatud õpitulemustest ja õppesisust II kooliastmes.

Õpitulemused. Õpilane 1) kavandab omandatud töövõtete baasil jõukohaseid käsitööesemeid; 2) leiab võimalusi taaskasutada tekstiilmaterjale; 3) oskab kavandamisel kasutada ainekirjandust ja teabeallikaid.

Õppesisu. Idee ja kavandi tähtsus eset valmistades. Kujunduse põhimõtted ja nende rakendamine. Kavandamise erinevad võimalused. Värvusõpetuse põhitõdede arvestamine esemeid disainides. Ideede leidmine ja edasiarendamine kavandiks. Tekstiilide ja käsitöömaterjalide valiku ning sobivuse põhimõtted lähtuvalt kasutusala.

Õppematerjal ehitati üles 5E mudelil. Õpe algab õpilaste kaasa haaramisega (engage). Õpilastele tutvustatakse nutikaid tekstiile ja näidatakse 1-2 videot selle kohta. Samuti küsitakse, kas õpilased on näinud või kuulnud mõnda nutikat tekstiili, et õpilased võtaks hetke meenutada. Seejärel algab avastamise etapp, kus tutvustatakse õpilastele termokroomseid ja pimedas helendavaid materjale (explore). Avastamise etapi lõpus küsitakse õpilastelt, mida nemad meisterdaks, kui neil oleks võimalik kasutada pimedas helendavaid ja termokroomseid värve. Sellele järgneb tööülesande tutvustus – kangatrükk nimetatud värvidega vabalt valitud esemele. Tööülesandes aga ilmneb uus mõiste – trafarett – koos selgitusega. Kaasa haaramise ja avastamise etapid mahuvad kahe akadeemilise tunni sisse. Õpilased jõuavad juba kavandamisega alustada ja mõned jõuavad tunni lõpuks valmiski. Need, kes ei jõua võivad kavandi kodus lõpetada.

Enne trükkimise alustamist tuleb selgitamise etapp (explain). Selles etapis selgitatakse õpilastele, kuidas värvid töötavad. Miks pimedas helendav värv helendab pimedas ja miks termokroomne värv muudab värvi temperatuuri muutudes. Selgitamisel kasutatakse keemia ja füüsika termineid ja selles etapis toimub käsitöö ja füüsika/keemia ainete vaheline lõimumine. Kui värvide tööpõhimõtted on selged saab alustada laiendamise faasiga (elaborate), ehk õpilased hakkavad ise katsetama ja värvidega trükkima. Laiendamise faasis teevad õpilased iseseisvat tööd ja rakendavad kõiki teadmisi ja oskusi, mida nad seni on õppinud selleks, et kavandatud ese valmis saaks. Kui töö on valmis, saab katsetada, kas värvid töötavad nii, nagu lubatud. Katsetada saab pimedas ja valguses ning erinevate võimalustega temperatuuri muutes. Viimane etapp on hindamine (evaluate). Selles etapis saab valmis töödest teha näituse ja iga õpilane saab reflekteerida, mida ta sellest õppis. Kui on ette nähtud numbriline hindamine, siis saab õpetaja selles etapis õpilaste töid hinnata.

1.6.2. Õppematerjal II. Teisele kooliastmele – Elektroonilised ehk e-tekstiilid kombineeritud helkurkangaga

Õppematerjalide koostamisel lähtuti põhikooli riikliku õppekava tehnoloogia lisas 7 (2011, lk 11) nimetatud õpitulemustest ja õppesisust II kooliastmes.

Õpitulemused. Õpilane 1) kasutab tekstiileset kaunistades ühe- ja kaherealisi pisteid; 2) seab õmblusmasina töökorda, traageldab ning õmbleb lihtõmblust ja palistust; 3) lõikab välja ja õmbleb valmis lihtsama eseme;

Õppesisu. Õmblemine. Töövahendid. Täpsuse vajalikkus õmblustöös. Õmblemine käsitsi ja õmblusmasinaga. Õmblusmasina niidistamine. Lihtõmblus. Äärestamine. Palistused. Lõike paigutamine riidele, õmblusvarud. Õmblustöö viimistlemine ja hooldamine.

Sarnaselt õppematerjal 1-le on ka õppematerjal 2 üles ehitatud 5E mudelile. E-tekstiilide õpetus algab huvi tekitamisega (engage). Esmalt e-tekstiilide definitsioon, millele järgneb 1-2 lühikest videot loomaks õpilastes ettekujutust. Õpilastele esitatakse küsimus, kas neil on olnud kunagi kokkupuuteid e-tekstiilidega. Tekib arutelu, kes mida näinud on ja millised kogemused kellelgi e-tekstiilidega olnud on.

Järgmisena tuleb avastamise etapp, kus tutvustatakse õpilastele lähemalt e-tekstiile (explore). Selles etapis saab õpilastele näidata kõiki elektroonilisi komponente, mida e-tekstiilid sisaldavad. Antud õppematerjalis kasutatakse kõige algelisemaid komponente, neid saab füüsilisel kujul näidata. Keerukamaid komponente, mida selles õppematerjalis ei kasutata, saab pildi pealt näidata. Järgmisena küsitakse õpilastelt, milliseid elektroonilisi esemeid nemad meisterdaksid. Õpilased mõtlevad ja arutavad ideid pinginaabriga. Kui juhtub, et mõni õpilane on ebakindel endas ja arvab, et elektroonilised tekstiilid on liiga keerulised, saab õpetaja näidata enda valmistanud näidist. Näidise eesmärk on visualiseerida lõpptulemust ja anda õpilastele kinnitust, et see on kõigile jõukohane ülesanne.

Peale ideede arutelu tutvustatakse õpilastele praktilist ülesannet – helkuri meisterdamist. Siin aga ilmneb õpilaste jaoks uus mõiste. Nimelt, helkur, mida õpilased meisterdama hakkavad, on merikuradi kujuline. Merikurat on veepõhjas elav kalaliik ja selle tutvustamisega õpilastele lõimitakse käsitöö loodusõpetusega. Enne helkuri meisterdamist tutvuvad õpilased merikuradi eluga läbi videote ja selgitavate faktide. Seejärel alustavad õpilased helkuri meisterdamist. Õppematerjalides on aja kokkuhoiu mõttes olemas šabloonid, mida saab välja printida ning õpilastele väljalõikamiseks anda. Õpilased lõikavad helkuri osad šabloonide abil välja. Olenevalt õpilaste tempost jõutakse esimese kahe tunniga kas osade väljalõikamiseni või ka juba osade kokku õmblemiseni. Ajaliselt on huvi tekitamise ja avastamise etapid arvestatud kahe esimese tunni sisse.

Kolmandal ja neljandal tunnil õmblevad õpilased elektroonilisi komponente kokku. Siin algab kolmas – selgitamise faas (explain). Selles faasis õpivad õpilased algelise vooluringi põhimõtteid läbi praktilise katse-eksituse meetodi. Kui õpilased on kõik komponendid

õigesti õmmelnud lähivad led-pirnid põlema, kui mitte, siis tuleb leida viga ja see ära parandada.

Laiendamise (elaborate) faasis on õpilastel vooluring õmmeldud ja järgmise etapina õmmeldakse helkuri osad kokku. See on iseseisva töö aeg, kus õpetajal on juhendaja roll. Õpilased teevad tööd erinevas tempos, seega jääb laiendamise faas viienda ja kuuenda tunni sisse.

Viimane etapp on hindamise faas (evaluate). Selles etapis võib valmis töödest teha näitus ja iga õpilane saab jagada oma kogemust, mida ta sellest ülesandest õppis ja uut teada sai. Kui numbriline hindamine on ette nähtud, siis saab selles etapis õpetaja õpilaste töid hinnata.

1.7. Uurimistöö uurimisküsimused

Võttes arvesse varasemaid uuringuid, seadusandlust ja nõudeid õppematerjalidele, sõnastati uurimistöö probleemist ja eesmärgist tulenevalt järgmised uurimisküsimused:

1. Kuidas tõsta õpilaste, iseäranis tüdrukute huvi loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia (LTT) vastu?
2. Milliseid õppematerjale ja muid materjale on õpetajale vaja, et käsitöötundides nutikate tekstiilide ja e-tekstiilidega õppetööd läbi viia?
3. Milliseid uusi teadmisi ja pädevusi omandab õpilane nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide kasutamisega käsitöö tundides?

Järgmises peatükis kirjeldatakse metoodikat kuidas uurimisküsimustele vastused leiti.

2. METOODIKA

Magistritöö eesmärk oli luua õpetajatele ja õpilastele käsitöötundides kasutamiseks õppematerjalid, mille abil õpetada riiklikus õppekavas ette nähtud pädevusi kasutades uuenduslikke nutitehnoloogiaid ja nutikaid tekstiile ning seeläbi ärgitada õpilastes huvi LTT-valdkonna vastu. Uurimus viidi läbi tegevusuuringuna, kus testiti loodud õppematerjale valitud õpilaste peal, et välja selgitada õppematerjalide eesmärgipärasus ja kitsaskohad, mida muuta. Samuti anti õppematerjalid kuuele käsitööõpetajale hinnata eesmärgiga saada eksperthinnangut.

2.1. Valim

Uurimuse läbiviimiseks moodustati kaks valimit – õpilased ja eksperdid.

Valimi moodustamisel kasutati mugavusvalimi moodustamise põhimõtteid, mille kohaselt „põhinetakse valimi koostamisel lihtsal kättesaadavusel, leitavusel või koostöövalmidusel“ (Kalk, *s.a*). Õpilased valiti uuringu läbiviija tutvusringkonnast sellepärast, et uuringu läbiviimise hetkel kehtis Eesti Vabariigis karantiin ja koolides õppetööd ei toimunud. Kuna eesmärk oli uurida II kooliastmes õppivaid tüdrukuid, siis moodustasid valimi 4. ja 5. klassi tüdrukud. Uuritavaid oli kokku neli ja nende jagunemine vanuseti ja klassiti on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Õpilaste andmed

Õpilase pseudonüüm	Õpilase vanus	Klass, milles õpilane õpib
Õpilane 1	10-aastane	4.klass
Õpilane 2	10-aastane	4.klass
Õpilane 3	11-aastane	4.klass
Õpilane 4	12-aastane	5.klass

Eksperte valiti eesmärgipärase valimi teel. Ekspertide valimisel lähtuti põhimõttest, et nende töökogemus õpetajana oleks vähemalt viis aastat. Seda sellepärast, et Berliner'i õpetaja

kompetentsusastmete mudeli järgi (Barone et al., 1996) on viis aastat õpetajana töötanu kompetentne prioriteetide seadmises, õppe-eesmärkide püstitamises ja olulise ebaolulisest eristamises (Õim, 2008, lk 10-11 järgi). Viieaastase staažiga õpetajad on juba kogenud õpetamist ja õppe planeerimist mitmeid aastaid ja oskavad seetõttu paremini hinnata õppematerjalide kvaliteeti. Teine põhimõte ekspertide valimisel oli see, et nad õpetaksid II kooliastmes. Seda sellepärast, et hindamiseks antud õppematerjalid on loodud II kooliastmes kasutamiseks. Sellistele tingimustele kvalifitseerusid kuus käsitööõpetajat Eesti koolides. Eksperte otsiti tutvusringkonnast ja Eesti Käsitööõpetajate Seltsi kaudu. Ekspertide jagunemine tööstaaži ja kooliastmete järgi on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Ekspertide andmed

Eksperti pseudonüüm	Tööstaaž õpetajana	Kooliaste milles õpetab
Elis	Üle 30 aasta	II ja III
Anu	30 aastat	II ja III
Juulia	28 aastat	II-IV
Malle	19 aastat	II ja III
Leida	9 aastat	II ja III
Kaia	5 aastat	II ja III

2.2. Andmekogumine

Õpilastega katsetati õppematerjale ja tagasisidet koguti neilt poolstruktureeritud intervjuuga. Õpilaste kaasamise eesmärk oli otse sihtgrupilt, kellele õppematerjalid mõeldud olid, teada saada, kas õppematerjalid täitsid oma eesmärgi – tekitada õpilastes huvi loodusteaduste vastu. Õpilaste intervjuueerimiseks koostati intervjuu kava, mille küsimused toetusid töö uurimisküsimustele. Küsimused koostati selliselt, et saada võimalikult täpselt tagasisidet selle kohta, kui jõukohane materjal oli, mis pädevusi õpilased juurde õppisid ja kas õpilastele

meeldis see töö niivõrd, et neil on huvi ka edaspidi sarnaseid ülesandeid lahendada. Intervjuu küsimused jagunesid kolme ossa:

1. Sissejuhatavad küsimused õpilaste vanuse ja õppimise kohta.
2. Küsimused käsitöö tunni ja õppimise kohta koolis.
3. Küsimused läbitud õppematerjali kohta.

Intervjuu kava on leitav lisast 4.

Enne eriolukorra kehtestamist riigis jõuti nutikate tekstiilide õppematerjali katsetamist alustada 6. klassiga käsitöötunnis. Karantiini kehtestamisega jõuti ainult kahe tunni ulatuses õpilastega materjali katsetada. Selle tõttu otsustati katsetused uuesti teha nelja õpilasega ja intervjuuerida neid. Intervjuud toimusid näost-näku ja keskmine intervjuu pikkus oli 5 minutit. Intervjuu alguses tutvustati intervjuueeritavale tema õigusi ning intervjuu lõppedes tänati intervjuueeritavat. Peale intervjuusid tehti uurijapäevikusse märkmeid tähenduslikke aspektide kohta, mis võisid hiljem olulist infot lisada. Näiteks, hääletoon, näoilmed jms tähelepanekud, mis võivad anda infot õpilaste meelestatuse kohta. Enne õpilastega materjali katsetamist ja intervjuude tegemist teavitati vanemaid ja küsiti luba katsetusteks ja intervjuudeks nii õpilastelt kui ka nende vanematelt. Informeeritud nõusolek, mis vanematele saadeti on lisas 1.

Ekspertidelt koguti tagasisidet kahel viisil: poolstruktureeritud intervjuuga ja struktureeritud intervjuuga. Kuna kaks eksperti olid nõus andma intervjuud ainult kirjalikult, siis nendega viidi läbi struktureeritud intervjuu, kus neile saadeti intervjuu küsimused ja kodeeriti nende kirjalikud vastused. Ülejäänud neli eksperti olid nõus andma suulise intervjuu. Eksperte intervjuueriti selleks, et saada üksikasjalikumalt ja sügavamalt teada, mis on õppematerjalide juures hästi ja mis võiks olla paremini. Selleks koostati intervjuu kava, mille küsimused toetusid töö uurimisküsimustele. Küsimused koostati nii, et vastusest oleks võimalik teada saada, kas õppematerjalid vastavad riiklikule õppekavale ja õppe-eesmärkidele, kas õpetajad oleksid nõus neid ise kasutama ja mida materjalide juures parandada, et need veel paremad oleksid. Intervjuu küsimused saadeti enne intervjuu toimumist ekspertidele tutvumiseks kirja teel koos õppematerjalidega. Intervjuu küsimused jagunesid kolme ossa:

1. Sissejuhatavad küsimused eksperdi töökogemuse kohta.

2. Üldised küsimused käsitöö õpetamise kohta koolis kus ekspert töötab. Muuhulgas küsimused tüdrukute võimalustest valida käsitöö ja tehnoloogia vahel.
3. Küsimused õppematerjali kohta.

Intervjuukava küsimused on leitavad lisas 5.

Uurimuse usaldusväärsuse suurendamiseks viidi esmalt läbi prooviintervjuu. Prooviintervjuu eesmärk oli täpsustada ja täiendada küsimusi ning teha kindlaks, kas intervjuu kava küsimused vastavad uurimisküsimustele. Prooviintervjuu kestis 32 minutit ja peale prooviintervjuud tehti muudatused intervjuu kavasse ning parandati üksikud vead õppematerjalides. Kavas vahetati küsimus „Kas Teie koolis õpivad tüdrukud ja poisid mõlemad käsitööd või on käsitöö ainult tüdrukutele ja tehnoloogia poistele?“ küsimuse „Kas Teie koolis saavad õpilased ise valida käsitöö ja tehnoloogia aine vahel või jaotatakse grupid soo alusel?“ vastu. Kuna peale prooviintervjuud suuri muudatusi intervjuukavasse ei tehtud ja intervjuueeritava vastused sobisid sisendiks uurimusse lisati prooviintervjuust saadud andmed ka tulemustesse.

Ekspertidega viidi üks-ühele individuaalintervjuud karantiini tõttu läbi telefoni teel ja interneti suhtluskanaleid kasutades. Võimalik, et karantiini tõttu ja soovist mitte kasutada interneti suhtlusvahendeid andsid kaks eksperti intervjuud kirjalikult. Keskmine intervjuu pikkus oli 27 minutit. Intervjuu alguses tutvustati intervjuueeritavale uurimistöö teemat, intervjuu protseduuri, tema õigusi ja küsiti luba salvestamise jaoks. Intervjuu lõppedes tänati intervjuueeritavat koostöö eest. Peale intervjuusid täideti uurijapäevikut märkmetega, et analüüsida intervjuu õnnestumist ning üles märkida tähenduslikke momente.

Nii õpilaste kui ka ekspertide konfidentsiaalsus tagati selliselt, et intervjuudes ei mainitud kordagi intervjuueeritava nime ja tulemustes on intervjuueeritavate mõtted esitatud pseudonüümi all.

2.3. Andmeanalüüs

Andmeanalüüs viidi läbi kvalitatiivse induktiivse sisuanalüüsi meetodiga. Seda kasutatakse tavaliselt siis kui huvipakkuva nähtuse kohta ei ole piisavalt teooriaid või uurimisandmeid. Induktiivses sisuanalüüsis luuakse koodid ja kategooriad andmetest. (Laherand, 2008)

Induktiivse sisuanalüüs valikul sai määravaks asjaolu, et uuritava teema kohta puudus süsteemne info ning koodid ja kategooriad sai ise tuletada intervjuude transkriptsioonidest.

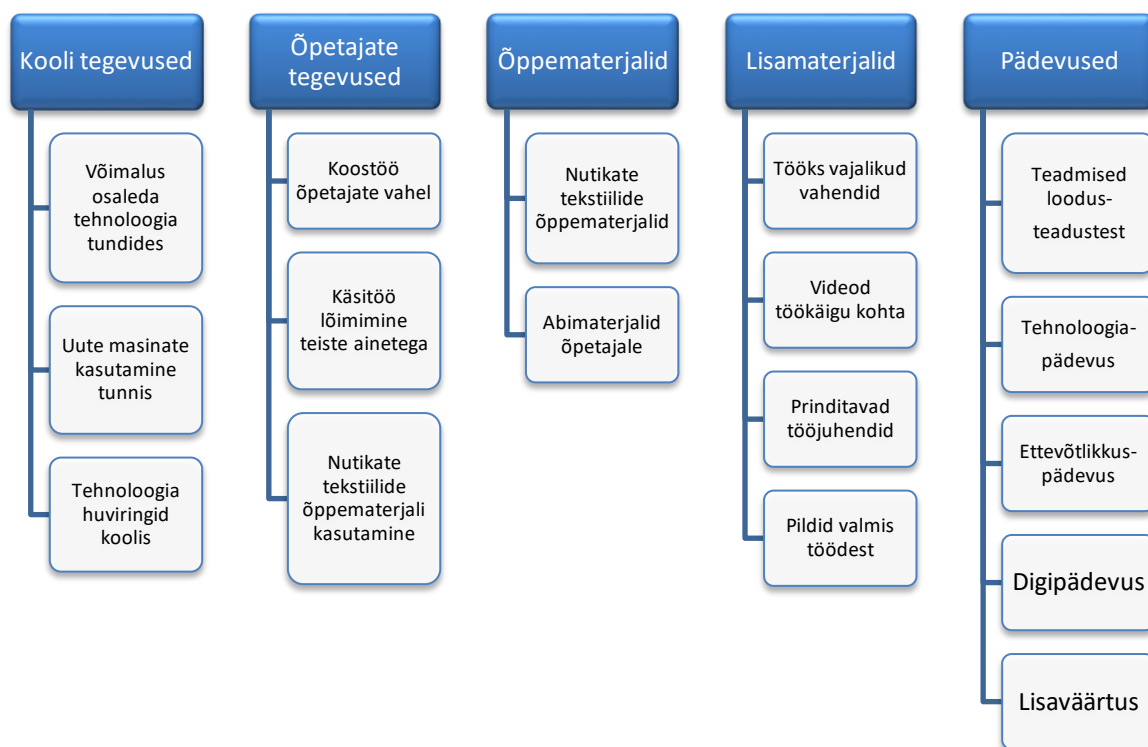
Andmeanalüüsi esimeses etapis transkribeeriti salvestatud intervjuud samal päeval kui intervjuud toimusid. Transkribeerimiseks kasutati TTÜ Küberneetika Instituudi foneetika- ja kõnetehnoloogia laboris väljatöötatud veebipõhist kõnetuvastust (Alumäe, Tilk & Asadullah, 2018). Peale automaatset transkribeerimist kuulati salvestused üle ja kontrolliti transkriptsiooni õigsust. Paranduste ja täpsustuste tegemisel jälgiti, et kõne saaks kirja võimalikult täpselt ka siis, kui see oleks olnud grammatiliselt ebakorrektne. Intervjuude üle kuulamine ja transkriptsioonide kontrollimine kestis 13 tundi.

Transkribeeritud intervjuud koguti kodeerimiseks QCAmapi keskkonda. Laherand (2008, lk 286) järgi on „kodeerimise peaesmärgiks lahutada tekst osadeks ja seda mõista, arendada välja kategooriad ning seada need uuringu edenedes korrastatud süsteemi.“ Enne kodeerima asumist loeti transkriptsioonid üle. Teistkordsel lugemisel hakati esile tooma tähenduslikke üksuseid, mis salvestati koodidena. Kolmandal lugemisel otsiti veel tähenduslike üksuseid ja vaadati üle juba olemasolevad. Näide transkriptsioonist on lisas 7. Andmeanalüüsi usaldusvääruse tõstmiseks tehti korduskodeerimine kolme nädala möödumisel.

2.3.1. Ekspertide intervjuud

Ekspertide intervjuudest moodustus kodeerimisel 20 koodi. Neid analüüsides tõsteti sarnased koodid üheks kategooriaks ja nii moodustus 17 alakategooriat. Näiteks koodid „abileht õpetajale“ ja „lisamaterjalid loodusteaduste õpetamiseks“ tõsteti kokku ja nimetati kategooriaks „abimaterjalid õpetajale“.

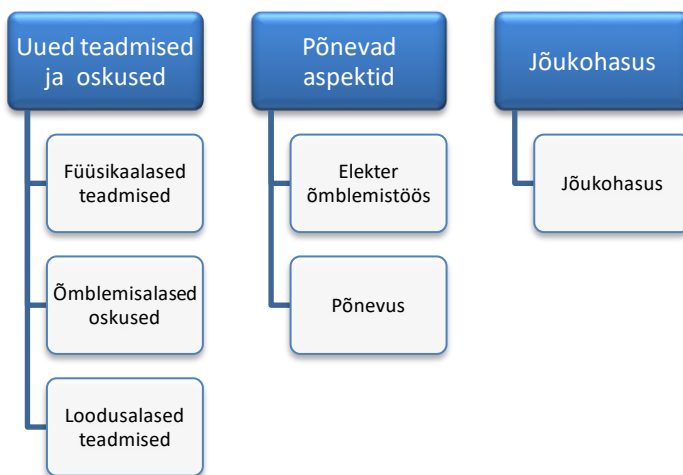
Järgmises etapis koondati sarnase tähendusega alakategooriad ühise nimetaja ehk peakategooria alla. Selliselt moodustus viis peakategooriat – kooli tegevused, õpetajate tegevused, õppematerjalid, lisamaterjalid, pädevused ja lisaväärtus. Skemaatiline vaade peakategooriatest ja alakategooriatest on näidatud joonisel 1.



Joonis 1. Ekspertide intervjuudest tekkinud peakategooriad ja alakategooriad

2.3.2. Õpilaste intervjuud

Õpilaste intervjuude kodeerimisest moodustus kuus koodi. Kuna õpilased olid kidakeelsemad kui eksperdid ja vastasid lühikeste lausete ja üksikute sõnadega, tekkis ka vähem koode. Koodide analüüsimisel ning kokku tõstmisel moodustus kolm peakategooriat – uued teadmised ja oskused, põnevad aspektid ja jõukohasus ning kuus alakategooriat. Kategooriate jaotumine skeemil on näha joonisel 2.



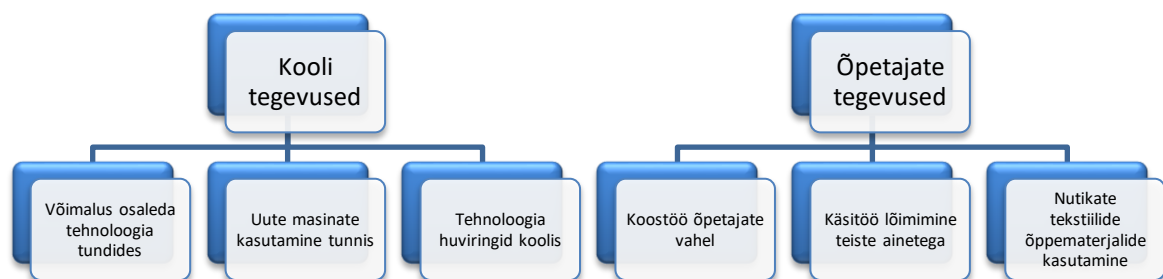
Joonis 2. Õpilaste intervjuudest tekkinud peakategooriad ja alakategooriad

3. TULEMUSED

Uurimistöö eesmärgiks oli luua õpetajatele ja õpilastele käsitöötundides kasutamiseks õppematerjalid, mille abil õpetada riiklikus õppekavas ette nähtud pädevusi kasutades uuenduslike nutitehnoloogiasid ja nutikaid tekstiile ning seeläbi ärgitada õpilastes huvi LTT-valdkonna vastu. Andmeanalüüsi tulemusel moodustus ekspertide intervjuudest viis peakategooriat: kooli tegevused, õpetajate tegevused, õppematerjalid, lisamaterjalid ja pädevused. Alakategooriaid moodustus kokku 17. Järgnevalt esitatakse tulemused uurimisküsimuste kaupa koos uurimisküsimusele vastava pea- ja alakategooria ning katketega intervjuudest.

3.1. Kuidas tõsta õpilaste, iseäranis tüdrukute huvi loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia (LTT) vastu?

Esimese uurimisküsimuse andmete analüüsimisel moodustus kaks peakategooriat ja kuus alakategooriat (vt. Joonis 3).



Joonis 3. Esimese uurimisküsimuse pea- ja alakategooriad

Intervjuudest ilmnes, et õpilaste huvi tõstmisel on roll nii koolil kui õpetaja tegevusel. Kui kool ei moodusta õppegruppe soo järgi vaid annab õpilastele ise valida kas õppida käsitööd või tehnoloogiat, siis õpetajate näidetel leidis nii mõnigi tüdruk, kes valis käsitöö asemel tehnoloogiaõpetuse. Selline sookaaslastest eristuv valik mõnele sobib, aga on ka neid, kes hiljem ümber mõtlevad.

...sedapidi on olnud, et tüdruk on tahtnud minna sinna tehnoloogiaõpetusse. Aga siis paari aasta pärast selgub, et see ei ole ikka see, mis ma teha tahan, siis ta tuleb käsitöösse. Tegelikult ei peaks või ei tohiks ju olla seda, et hakkab niimoodi edasi-tagasi pendeldama ja lõpptulemus tegelikult üheksandaks klassiks oligi see, et ta tegelikult oli jäänud ju käsitööst sellest algusest ilma ja samas tehnoloogia jättis pooleli, nii et tegelikult ta ei osanud mitte midagi (Juulia).

Võimalus õppegruppi valida on kasulik ka poistele. Õpilastel peab olema vabadus teha valikuid soost lähtumata ja kui tüdrukute seas on juba julgeid, kes valivad tehnoloogiaõpetuse, siis poistel on eakaaslastest erinevaid valikuid psühholoogiliselt raskem teha.

Üks kunstis, üks poiss käib mul heegeldamist näitamas. Mul on täitsa kahju, ta tahaks küll ((käsitööd õppida)). Ma näen, et ta tahaks. /.../ Ta sai valida aga ma ei tea miks ta valis tehnoloogia, talle meeldib tüdrukute käsitöö palju rohkem (Juulia).

Siinkohal ongi oluline rikastada käsitöö tunde LTT-õppeainetega, et tekitada huvi nii poistes kui tüdrukutes ja murda soostereotüüpe, et õmblemine on ainult tüdrukutele ja tehnoloogia poistele.

Kõikide intervjuueeritavate meelest on kord aastas kaheksaks tunniks õppegruppide vahetamine hea meetod tutvustamiseks tüdrukutele tehnoloogiat, mõned intervjuueeritavad lisasid, et tegelikult võiks vahetus isegi pikemalt kesta, sest kaheksa tunniga saavad tüdrukud õige vähe tehnoloogiast aimu.

Kuid praegune tüdrukute-poiste vahetus tehnoloogia- ja käsitöötundides töötab väga hästi, vahetus võiks suuremaski mahus toimuda... (Anu).

LTT-valdkonna vastu huvi tekitamisel mängib rolli ka käsitööklassi masinapark. Enamus koolides on juba olemas tikkimismasinad, mille kasutamiseks peavad õpilased oskama ka arvutis tikkimisprogrammiga tööd ette valmistada. See tähendab koostööd infotehnoloogia õpetajaga või seda, et käsitööõpetaja ise oskab õpetada programmi kasutamist. Lisaks peab sellisel juhul koolis olema ka arvutiklass. Kahjuks on siiani koole, kuhu ei ole tikkimismasinad veel jõudnud.

Aga on ka koole, ma tean väikseid maakoole, kus tegelikult õpetaja veab omaenda isiklikku elektrilist kaasaegset õmblusmasinat kaasas. Et lapsed saaksid ka niisuguste uuemate asjadega, tuttavaks või nendega tööd teha... (Juulia)

Samas, nõustuvad kõik eksperdid, et lisaks uutele tehnoloogiatele peab õpilane omandama ka põhilised ja eluks vajalikud käsitöõmblesmise oskused.

Ka meie koolis saab kasutada tikkimismasinat. Kuid ka traditsioonilised käelised oskused peaksid saama selgeks. Nööbi eest ära tulemine ei peaks põhjustama riietuseseme ära viskamist (Elis).

Eraldi alakategooriana eristus tehnoloogia huviringide võimaldamine koolis. Kui koolid ei paku õpilasele võimalust õppegruppi valida, siis heaks alternatiiviks on tehnoloogia huviringide pakkumine nagu robotika, programmeerimine, meisterdamine vms.

Näiteks meil koolis on ka tehnoloogiaring ja ka robotikaring, kus tüdrukud käivad. Aga samas nad ei ole ka, et tahaksin minna päriselt tehnoloogia rühma. Et jah, neile meeldib, mis nad seal teevad, aga nad ikkagi käivad hea meelega siin käsitöö rühmas edasi (Malle).

Väljapool koole küll leidub selliseid huvialaringe aga nende ringide vastu ei pruugi tüdrukud osata huvi tunda, kuna need jäävad kaugeks, ja kui õpilane ei ole kunagi proovinud kätt robotikas või programmeerimises, siis ei saa ka huvi tekkida. Koolisisesed huvialaringid on aga tihti tasuta ja õpilasele lähemal ning mugavamad kasvõi mõned korrad proovida ja tutvuda.

Õpetajate tegevus on samuti üks faktoreid, mis võib tüdrukutes LTT-valdkonna vastu huvi tõsta. Läbiv märksõna siin on lõimimine teiste ainetega ja koostöö õpetajate vahel. Kõik eksperdid kinnitasid intervjuudes, et käsitöö õpetamisel lõimitakse seda teiste ainetega. Eksperdid leidsid, et enamasti tuleb see iseenesest töö käigus aga vahel otsiti ka teadlikult õppe planeerimisel lõimimise kohti. Isegi, kui koolil puudub korralik masinapark või sootuks käsitöö kabinet saab käsitöö õpetamisel rakendada matemaatikat, keemiat, füüsikat ja loodusõpetust.

Mina olen lõiminud matemaatikaga selleks just, et kui me tegeleme mingisuguse asjaga, siis ma saan öelda, et näe, siin mingi lõigu arvutamiseks on sul matat vaja

või näe, et see, see on see koht, miks sul tegelikult nagu elus võib minna vaja mingisuguse aine õppimist ja nüüd me päriselt kasutame seda oskust... (Leida).

Lõimimine on tulemuslikum kui õpetaja ka selgitab, millises seoses on käsitöö teiste ainetega, siis ei toimu lõimimine mitte sellepärast, et nii on ette nähtud vaid sellepärast, et käsitöö ongi tihedalt seotud teiste ainetega.

Käsilõimimise lõimimisega on oluline ka koostöö õpetajate vahel. Mitmed eksperdid mainisid intervjuus, et on õppe planeerimisel teinud koostööd teiste aineõpetajatega kuigi mõnikord jääb koostöö ajapuuduse tõttu ära.

Viimasena tõid eksperdid välja, et uurimistöö raames koostatud ja neile hindamiseks antud õppematerjalid aitavad samuti tõsta õpilastes huvi LTT-valdkonna vastu. Õppematerjalid on koostatud selliselt, et need lõimivad käsitöö füüsika, keemia ja loodusõpetusega.

Nutikate tekstiilide õppematerjali puhul olid eksperdid ühel meelel, et nad suudavad seda ka ilma teise aine õpetajata õpilastele õpetada. E-tekstiilide õppematerjali puhul leidsid eksperdid, et vajaksid juurde kas selgitavat teksti või abi tehnoloogia või füüsika õpetajalt.

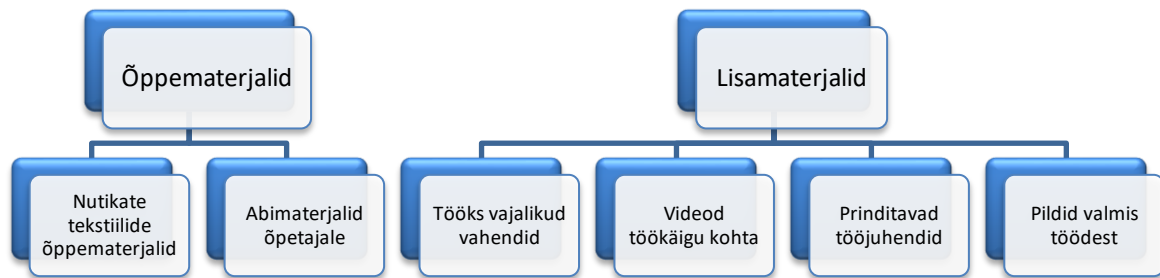
Ma teeksin seda osa tehnoloogiaõpetajaga koos. (Kaia).

Vot kui ma nüüd selle värvimise saaksin ise selgeks lastele teha, siis ma kardan, et siin oleks mul füüsiku abi vaja. Seetõttu need vooluringid ei ole just mitte päris minu rida aga see on jälle lõimingu koht, et kas iga õpetaja peabki kõiki asju ise teadma (Malle).

Ideaalis võikski nende õppematerjalide õpetamiseks nii käsitöö kui ka füüsika või tehnoloogiaõpetuse õpetaja omavahel läbi rääkida ja leida võimalus mõlema aine tunnis õppematerjali läbi teha. Näiteks, et vooluringi õmmeldakse tehnoloogia või füüsika tunnis ja ülejäänud tööetapid tehakse läbi käsitöö tunnis. Nutikate tekstiilide õppematerjalid lõimivad keemia ja füüsikaga ning e-tekstiilide õppematerjalid lõimivad füüsika ja loodusõpetusega.

3.2. Milliseid õppematerjale ja muid materjale on õpetajale vaja, et käsitöötundides nutikate tekstiilide ja e-tekstiilidega õppetööd läbi viia?

Teise uurimisküsimuse andmete analüüsimisel moodustus kaks peakategooriat ja kuus alakategooriat (vt. Joonis 3).



Joonis 4. Teise uurimisküsimuse pea- ja alakategooriad

Uurimistöö raames loodud õppematerjalide eesmärk oli tutvustada õpilastele nutikaid tekstiile ja e-tekstiile ning ekspertide hinnangul need täidavad seda eesmärki. Õpetajal, kes soovib õpilastele tutvustada nutikaid ja e-tekstiile, on mitu võimalust seda teha. Üks võimalus on leida internetist erinevaid õpetusi ja meisterdamise projekte. Selleks on vaja inglise keele oskust ja spetsiifilise ainealase sõnavara tundmist. Teine võimalus, kui õpetaja on ise juba nutikate ja e-tekstiilidega tuttavam, luua ise õppematerjalid. Kolmas võimalus on kasutada selle uurimistöö raames loodud kahte õppematerjali. Kõik töösse kaasatud eksperdid olid huvitatud kasutama valmisolevaid õppematerjale.

Kasutaksin kindlasti neid materjale, ise sellisel teemal ülesannete koostamiseks on mul liialt vähe teadmisi (Anu).

Kasutaksin aga ma peaksin enne selle mitu korda läbi tegema, et ma kindlana tunnen (Juulia).

Ma katsetaks kohe seda, see on väga hea (Kaia).

Intervjuudest selgus, et kuigi õppematerjalid olid hästi üles ehitatud ja sobilikud õpetamiseks, vajavad õpetajad juurde n-ö „õpetaja abimaterjale“ või „abilehti“. Mitmed

eksperdid oleksid soovinud abilehte, kus on täpsemalt kirjas kuidas selgitada vooluringi põhimõtet ja osad eksperdid leidsid, et nad vajavad õpetaja abilehte, kus on kirjas mida teha, kui näiteks vooluring tööle ei lähe.

Mina teeksin täitsa õpetajale juurde ka näiteks mingi õpetaja abilehe. Et just et, mis võivad olla need veakohad selle töö tegemisel (Malle).

Lisamaterjalidena peeti vajalikuks lisalehte soovitude ja kontaktidega kust meisterdamiseks kasutatud materjale soetada saab koos orienteeruvate hindadega.

Esiteks kuidas neid värve nimetatakse, kust neid saab, mis nimega mis poed neid müüvad ja mis nad maksavad (Juulia).

Kuna nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide alane teadlikkus on Eestis veel väike ja piirdub vaid mõnede entusiastidega, siis ei ole Eestis kõiki vajalikke komponente veel saadaval. Kui LED-pirne leiab veel elektrikaupade seast, siis õmmeldavaid patareihoidikuid, elektrit juhtivat niiti ja termokroomseid värve leiab vaid internetist nutikatele ja elektroonilistele tekstiilidele spetsialiseerunud müüjatelt. Õppematerjalide koostamisel arvutati kokku ka ligikaudne komplekti hind õpilase kohta. Termokroomseid värve kasutades läheb õpilase kohta 2-3 eurot. Elektroonilise helkuri meisterdamiseks kulub õpilase kohta 5-6 eurot. Hindadesse ei ole arvestatud töövahendid, mis koolides tavaliselt olemas on – käärid, nõelad, paber, näpitsad jms.

Mitmed eksperdid soovisid keerukamaid töövõtteid näha video vahendusel. Esiteks sellepärast, et nii on töökäik kergemini jälgitav ja ei ole muret kas mõni liigutus jääb kahe silma vahele ja teiseks hariduslike erivajadustega (HEV)-õpilased, kes tööjuhendit lugedes ja pilte vaadates ei saa päris täpselt aru, kuidas töövõtte käib, saavad video vahendusel selgema pildi.

Sest, et meil on ju neid HEV-õpilasi ka, üks ole, kellega ma nagu töötan ja nendele nagu sellest tööjuhendist ei piisa, kuna kas on probleeme kas lugemisioskusega või arusaamisega. Aga kui ta näiteks näeks seda videot seal tahvli peal, /.../ et tal oleks palju kergem (Malle).

Eksperdid nimetasid abivahenditena ka väljaprintitavaid tööjuhendeid. Kuna õppematerjalid on internetikeskkonnas ja sisaldavad videosid, siis ei ole otsest vajadust kogu materjali välja printida. Küll aga võib õpilastel olla mugavam meisterdamise ajal tööjuhendis

näpuga järke ajada. Selle tõttu soovitasid mitmed eksperdid tekitada võimaluse tööjuhendite välja printimiseks.

Aga ma mõtlen nagu tööjuhendina, et on ikkagi hea, vot kus see töökäik on, et mis sa nüüd pead tegema ja näiteks õpetajal täpselt samuti on lihtsam juhendada kui sul on tõesti laua peal (Juulia).

Jah, see skeem paberi peale panna. Sealt saab täpselt vaadata. See peaks olema hästi-hästi täpne (Kaia).

Aga mulle meeldiks ikka sellised tööjuhendid, mida laps saaks nagu endale laua peale ka (Malle).

Õpilasel on mugavam tööprotsessil silma peal hoida, kui tal on leht laua peal, samuti kui õpilased töötavad erinevas tempos, siis ei pea õpetaja muretsema slaidide vahetamisele klassi seinal, sest iga õpilane saab oma välja prinditud lehega omas tempos töötada.

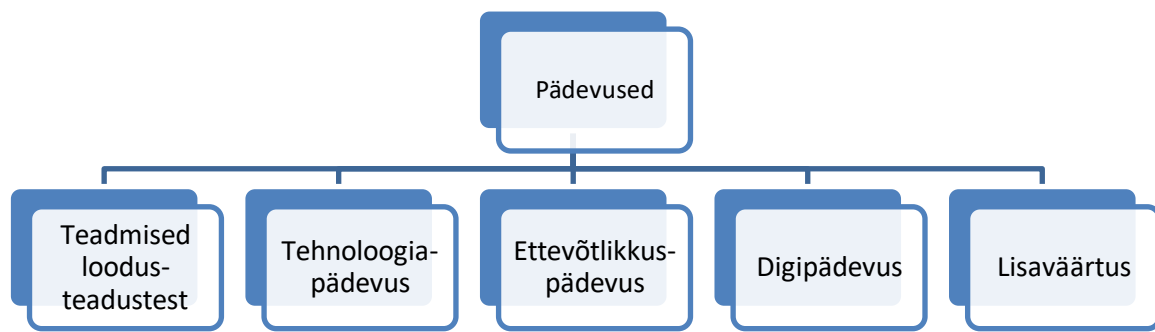
Veel mainiti, et õppematerjalides võiks olla rohkem pilte inspiratsiooniks valmis töödest selleks, et õpilasel oleks erinevaid töid vaadates võimalik mõelda, kuidas tema tahab oma tööd teha.

Võibolla, kui on tehtud juba näidiseid rohkem, et siis oleks lahe sinna juurde veel, et mida õpilased on teinud näiteks (Juulia).

Näidiste lisamine on tervitatav mõte ja võimalik teostada, kui on juba õpilasi, kelle töid õppematerjalides esitleda.

3.3. Milliseid uusi teadmisi ja pädevusi omandab õpilane nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide kasutamisega käsitöö tundides?

Kolmanda uurimisküsimuse andmete analüüsimisel moodustus üks peakategooria ja viis alakategooriat (vt. Joonis 4).



Joonis 5. Kolmanda uurimisküsimuse peakategooria ja alakategooriad

Õppematerjalid koostati selliselt, et need vastaksid riiklikule õppekavale ja õpetaksid õpilastele nii üldpädevusi kui ka valdkonnapädevusi. Kõik eksperdid olid ühel meelel selles osas, et õppematerjalid vastasid riiklikule õppekavale ja sisaldasid selgelt formuleeritud eesmärke.

Õppematerjal elavdab tundi, lõimib tegevust teiste õppeainetega, annab informatsiooni uusimate tehnoloogiate kohta (Anu).

Küll aga läksid ekspertide arvamused lahku selles osas, mis kooliastmele need sobivad. Üldiselt peeti nutikate tekstiilide õppematerjali lihtsamaks ja seetõttu sobivamaks 5. ja 6. klassile, ehkki osa eksperte katsetaksid neid pigem vanemates klassides. E-tekstiilide õppematerjali peeti keerukamaks ja sobivamaks 8. ja 9. klassile, kuigi oli neidki kes arvasid, et ka nooremad klassid saaksid hakkama.

Nutikate tekstiilide õppematerjalid tutvustasid õpilastele optikaalaseid teadmisi, täpsemalt kuidas me näeme värve. E-tekstiilide õppematerjalid tutvustasid õpilastele ühte merekala liiki ja lisaks vooluringi aluseid. Ekspertide sõnul annavad õppematerjalid neid teadmisi edasi. Analüüsis koondati need ühise nimetaja – teadmised loodusteadustest – alla.

Juba kasvõi see, et miks see tuli seal või miks see lamp seal põlema hakkab ja see füüsika tuleb sealt ju nii selget läbi. Või see, et kui sa valesti ühendad võib tekkida lühis näiteks (Juulia).

Lisaks tõid eksperdid välja erinevaid pädevusi, mida nende meelest õpilane õppematerjalidega omandab. Kõige enam mainiti tehnoloogiapädevust. Selle all mõisteti õmblemistehnoloogiat ja käsitöövõtetega seonduvaid teadmisi.

Töötamist juhendi järgi, töötamist iseseisvalt, funktsionaalset lugemist ja siis muidugi need igasugused töövõtted mis sealt juurde tulevad (Malle).

Veel leidsid eksperdid, et õppematerjalid aitavad omandada ettevõtlikkuspädevust ja digipädevust. Ettevõtlikkuspädevuse all mõisteti suutlikkust mõista probleemi tuuma, iseseisvat töötamist, eesmärkide seadmist ja nende elluviimist. Samuti võimalust arendada välja toodet, mida õpilasfirma alt müüa.

Üldpädevustest võib olla see ettevõtlikkuspädevus võiks siit tulla. See on ju üks võimalus, seda enam et praegu õpilasfirmad ja igasugused asjad, et lahe võimalus oleks... (Juulia).

Digipädevuse all peeti silmas õppematerjalide kasutamist nutitelefoni või tahvelarvutiga. Selles osas arvasid eksperdid, et õppematerjale peaks saama kasutada nii digitaalselt kui ka paberkandjal, sest õpilastel on erinevad eelistused ja olenevalt sellest, kuidas kellelegi mugavam on võiksid materjalid olla kasutatavad mitmeti.

Lisaväärtusena annavad õppematerjalid nn „vau-efekti“ ja eduelamust, kui ese valmis ja töötamas nii nagu eesmärk oli. Kuna õppematerjalid pakuvad teistsugust lähenemist traditsioonilistele käsitöö tundidele, siis on ka valminud esemest saadav elamus teistsugune kui tavaliselt.

Need e-asjad teevad selle käsitöö ikka täiesti teistsuguseks kui see, mida nad on harjunud saama. Ma arvan, et see oleks selline tund kuhu nad tuleksid super hea meelega (Malle).

Olgugi, et õppematerjalide fookus oli tüdrukutel, sest enamasti on käsitöös tüdrukute rühmad, tõid eksperdid välja, et selline elektroonikat sisaldav meisterdus võiks huvi pakkuda poistelegi, et kummutada poistes arvamust, et õmblemine on ainult tüdrukutele.

Selle õppematerjali järgi vooluringi koostamine ja helkuri meisterdamine pakuks huvi ka poistele ja seda saaks poiste tööõpetuse või poiste-tüdrukute vahetustundides kasutada (Anu).

Kokkuvõttes kinnitasid eksperdid, et nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide õppematerjalid aitavad seoseid luua loodusainetega nagu keemia, füüsika ja loodusõpetus. Lisaks arendavad need õpilastes tehnoloogiapädevust, ettevõtlikkuspädevust ja digipädevust. Lisaväärtuseks peeti eduelamuse tekkimist ja „vau-efekti“, mis tekib siis, kui ese saab valmis ja funktsioneerib nii nagu peab.

3.4. Õpilaste intervjuudest selgunud tulemused

Õpilastega tehtud intervjuudest moodustus kolm peakategooriat ja kuus alakategooriat. Tulemused esitatakse alakategooriate kaupa koos tsitaatidega tulemuste ilmestamiseks.

3.4.1. Uued teadmised ja oskused

Intervjuu pidi välja selgitama, kas õppematerjalid on jõukohased õpilastele, mida uut õpilased selle käigus õppisid ja kas õpilaste jaoks oli see töö huvipakkuv või mitte. Intervjuudest selgus, et enim õppisid õpilased füüsikaalaseid teadmisi nagu elektrijuhtivus ja vooluring. Samuti said õpilased loodusõpetuse teemalisi teadmisi, täpsemalt, õppisid tundma ühte merekala.

Et see kala, selle kala kohta natukene, et see kala hoiab hinge kinni, kui ta passib neid kalu peale (Õpilane 3).

Omandatud teadmiste ja oskuste juures mainisid õpilased veel uusi õmblemisvõtteid. Ka eksperdid nõustusid, et õppematerjalid aitavad lõimida käsitööd loodusainetega nagu füüsika ja keemia. Lõimimise eesmärk oli näidata erinevate ainete seotust omavahel, aidata praktiliste ülesannetega kinnistada teoorias õpitut või õpitavat ja tekitada tüdrukutes huvi LTT-valdkonna vastu. Võttes arvesse ekspertide väiteid õppematerjalide lõimimise kohta teiste ainetelega võib väita, et õppematerjalid täitsid eesmärgi õpetada õpilastele LTT-valdkonda kuuluvaid teadmisi.

3.4.2. Põnevad aspektid

Õpilaste huvi tõstmiseks LTT-valdkonna vastu peab alustama huvi tõstmisega vastavate ainete vastu koolis. Siin on väga suur roll õpetajal oma aine huvitavaks muutmisel. Kõik intervjuueeritavad vastasid, et antud töö oli väga põnev. Lisati veel, et õppematerjalidega

tehtud töö oli isegi huvitavam kui tavaline meisterdamine käsitöö või tööõpetuse tunnis. Õppematerjali muutis põnevaks asjaolu, et tekstiil oli ühendatud elektroonikaga, mis tavaliselt on õpilaste jaoks seotud kodutehnika, arvutite jms esemetega, mis sisaldavad juhtmeid aga mitte kangast ja niiti. Näiteks Õpilane 4 vastas küsimusele: „Mis selle meisterduse juures põnevat oli?“ järgmiselt:

No see, et sellist riiet saab üldse nagu elektri teel, nagu juhtida niimoodi ja siis et see üldse põlema hakkab, see on nagu lahe (Õpilane 4).

Õpilane 3 võrdleb tavalist meisterdust nutikate tekstiilide meisterdusega:

Jaa, need on lahendamad, sellepärast et siis saab nagu neid kasutada ja nagu teisi saab ka kasutada, aga, see on kuidagi rohkem äge, sest seal on elekter. See on ägedam kui tavaline ((meisterdus)) Õpilane 3.

Õpilastele tekitas põnevust LED-lampide põlema süttimine, kui neid patareiga ühendada. Kui õpilased olid elektrit juhtiva niidiga patarei ühendanud LED-idega ja LED-id põlema läksid tekkis õpilastel eduelamus ja „vau-efekt“. Lisaks, kuna tegemist oli helkuri meisterdamisega, on see õpilastele praktiliselt kasutatav ese, mille nad on ise valmis meisterdanud. Ka eksperdid leidsid, et üks lisaväärtusi, mis õppematerjalidel on, on „vau-efekti“ tekitamine õpilastes.

3.4.3. Jõukohasus

Õppematerjalid olid loodud II kooliastmes kasutamiseks. Ekspertide intervjuudest ilmnas, et mitmed eksperdid kasutaksid neid isegi III kooliastmes, sest vooluringi õpitakse kaheksanda klassi füüsikas ja üldiselt elektriga seonduv võib olla noorematele raske hoomata. Õpilaste vastustest tuli välja, et nad ise pidasid ülesannet endale jõukohaseks. Ka vaatlusest võib sama väita. Kindlasti ei oleks vaadeldavad õpilased suutnud päris ilma abita õppematerjali läbida aga õpetaja juhendamisel said kõik vooluringi põhimõtetest aru ja suutsid eseme ise valmis meisterdada. Kusjuures, kõigist uuritavatest oli just kõige vanem (Õpilane 4) see, kes tõdes, et ülesanne oli muidu arusaadav, aga mõni asi oli raske.

Muidu oli kõik arusaadav, aga neid ringe oli veits raske teha (Õpilane 4).

Võibolla tulenes see sellest, et nooremad õpilased olid kõike algusest lõpuni teinud õpetaja juhendamisel, aga Õpilane 4 alustas töö tegemist alguses üksinda ja hiljem lõpetas töö koos õpetajaga. Õpilaste vastustest, nende vaatlemisest ja ekspertide hinnangutest võib väita, et õppematerjalid on jõukohased II kooliastmele ainult siis, kui õpetaja juhendab kogu protsessi algusest lõpuni.

4. ARUTELU JA KOKKUVÕTE

Soolise võrdõiguslikkuse voliniku Liisa Pakosta raportist (2017) selgub, et Eesti üldhariduskoolides on käsitöö ja tehnoloogia õpperühmad tihti soopõhiselt jaotatud. Olgugi, et põhikooli riikliku õppekava seitsmenda lisa (2011) punkt 1.2 näeb ette, et rühmad jaotatakse õpilaste soovide ja huvide põhjal, minnakse koolides lihtsamat teed pidi ja jaotatakse grupid soo alusel. Pole ka harvad juhused kus aineid nimetatakse „tüdrukute käsitööks“ ja „poiste tööõpetuseks“. Sellise soopõhise jaotamisega on põhikooli lõpuks poisid ja tüdrukud ebavõrdsete oskustega ja see omakorda mõjutab nende edasisi karjäärivalikuid. (Soolise võrdõiguslikkuse ja võrdse kohtlemise volinik, 2020). Ka käesolevas uurimustöös intervjueeritud õpetajad tunnistasid, et nende koolis on õppegrupid valdavalt soopõhised. Isegi, kui on mõni õpilane, kes soovib oma sookaaslastest erinevat valikut teha, jääb see julguse või võimaluste puudumise tõttu tegemata. Samuti nõustasid mõned eksperdid sellega, et soopõhine jaotamine mõjutab õpilaste karjäärivalikuid tulevikus.

Käsitöö aine annab võimaluse lõimida õpet teiste ainetega. Kuna hiljutisi uuringuid selle kohta ei ole, siis ei ole täpselt teada, kuidas käsitööõpetajad oma ainet teiste ainetega lõimivad. Viimane uuring selle kohta ütleb, et Eesti koolides kasutatakse seostamise võimalusi vähe. Iseäranis vähene on seostatus terviseõpetuse, inimeseõpetuse ajaloo ja füüsikaga. (Lind, Pappel, Paas & Ojaste, 2007) Uurimuses osalenud eksperdid püüavad oma igapäevases õpetamistegevuses leida erinevaid võimalusi lõimimiseks. Küll aga on vahel takistuseks ajapuudus või kolleegide vähene huvi lõimimistegevusi ette võtta. Uurimistöö käigus loodud õppematerjalid aitavad käsitööd lõimida füüsika, keemia ja loodusteadustega. Eksperdid hindasid õppematerjale õppekavaga sobivateks ja näitasid üles huvi neid kasutada. Õpetajad peavad tihti otsima uusi ideid, mida tunnis teha ja need õppematerjalid on hea materjal, mida kasutada kui on soovi midagi uut proovida. Ekspertide hinnangul arendavad õppematerjalid peamiselt tehnoloogia-, ettevõtlikkus- ja digipädevust. Lisaväärtusena mainiti eduelamust ja „vau-efekti“ tekkimist.

2011. aastal Ameerika Ühendriikides läbi viidud uuringust selgus, et tehnoloogia ja käsitöö ühisõpe peavad toimuma üldhariduskoolis, sest siis saavad sellest osa ka need, kes muidu ei oskaks selle vastu huvi tunda (Kafai, Fields & Searle, 2014). Loodud õppematerjalidega sooviti samuti nutikad tehnoloogiad huvialaringidest välja tuua ja pakkuda võimalust populariseerida LTT-valdkonda üldhariduskoolides ning iseäranis just tüdrukute seas,

kelleni see muidu ei pruugi jõuda. Õppematerjalid olid uudsed ka ekspertidele, sest nutikaid tekstiile ja e-tekstiile üldhariduskoolides ei kasutata. Õpilased, kellega õppematerjale katsetati kinnitasid, et sellised meisterdused kus on kangas kombineeritud elektri, LED-pirnide ja patareidega on huvitavamad kui tavalised meisterdused. Samuti julgesid õpilased juba välja mõelda veel põnevamaid asju, mida LED-pirnide ja kanga omavahelise ühendamise teha võiks. Käesolev uuring kinnitab samuti, et kui tüdrukutel ei ole kooli käsitöötunnis võimalik nutikaid tekstiile ja e-tekstiile avastada ning nendega meisterdada ei pruugi nad kunagi osata ka huvi selle vastu tunda.

2016. aastal Inglismaal läbi viidud uuringus selgus, et kui õpilastele anda kätte komplekt uudsete materjalidega ja lasta neil iseseisvalt katse-eksituse meetodil ülesanne lahendada suureneb õpilaste omavaheline koostöö ja arenevad õpilaste teadmised elektroonika valdkonnas. Katsetused õpilastega kinnitasid vaid osaliselt seda. Nimelt, õpilased said uusi teadmisi elektroonikast, kuid nende omavaheline koostöö ei suurenenud. Iga õpilane tegi oma tööd individuaalselt. Õpilased pöördusid abi vajamisel õpetaja poole ja omavahel lahenduste leidmise eesmärgil ei suheldud. Siin võib olla erinevus tingitud sellest, et uuritavad õpilased tegid sellist e-tekstiilidega ülesannet esimest korda ja olid keskendunud oma töö õnnestumisele mitte niivõrd koostöö aspektidele.

Ekspertide soovitustest lähtudes lisati õppematerjalidele viited asukoha ja hindade kohta, kust saab vajalikke materjale osta. Samuti muudeti õppematerjalid printerisõbralikumaks. See tähendab, et neid osasid materjalidest, mis suurema tõenäosusega vajavad printimist (tööjuhend ja vooluringi skeem), on eraldi printimissõbraliku failina materjalidele lisatud. Tulevikus on plaanis materjalidele leida parem koht veebikeskkonnas koos videotega töökäikude illustreerimiseks ja õpetajate abilehtedega, nagu eksperdid soovitasid. Eesmärk on, et need oleksid huvilistele kergemini leitavad.

Uuringu läbiviimine sattus ajale, kui riigis kehtis eriolukord ja karantiin, ning see lisas tööle mõned piirangud. Üheks uuringu piiranguks on elektroonikakomponentide kättesaadavus ja hind. Kuna õppematerjalid eeldavad komponentide olemasolu, mida üldhariduskoolides tavaliselt ei ole ja mida saab vaid spetsiaalsetest elektroonikapoodidest või internetist tellida, siis pidi uurija need ise hankima. Hankimise käigus ei jõudnud osad komponendid ülemaailmse pandeemia tõttu õigeks ajaks kohale ja õppematerjalid oli katsetamise jaoks vaja ümber teha. Ka eksperdid, kes materjale hindasid, ei saanud seetõttu neid ise katsetada. Teiseks piiranguks oli väikese arvu õpilaste kaasamine õppematerjalide katsetusse. Esialgu oli planeeritud materjale katsetada kahe klassi õpilastega, aga riiklik eriolukord tingis

koolide sulgemise ja nii katsetati materjale vaid nelja õpilase peal. Üldistuste tegemiseks ja uuringu usaldusväärsuse tagamiseks on aga vaja uurida rohkem õpilasi.

Nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide kasutamine üldhariduskoolis on laiem teema kui ühe magistritöö sisse mahub, seetõttu on võimalus järgmistel uurijatel teha veelgi põhjalikumaid katsetusi õpilastega kui seni. Luua keerukamaid õppematerjale, mis sisaldavad mikrokontrollereid ja nõuavad programmeerimisoskust või selliseid materjale, mille abil saavad õpilased ise luua endale nutikaid rõivaid. Uurida võiks suurema arvu õpilaste arvamusi, kas ja kuidas nutikate tehnoloogiate kasutamine neis LTT-valdkonna vastu huvi äratav. Samuti võib fookuse suunata hoopis käsitöö õpetajatele koostades neile abimaterjali õpetamiseks elektroonikakomponentide ühendamist tekstiilidega, sest nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide viimiseks üldhariduskooli käsitöö tundi võiks käsitöö õpetajal endal olla vähemalt algtasemel teadmisi elektroonikast ja programmeerimisest.

TÄNUSÕNAD

Täna kõiki õpetajaid, kes vastasid minu üleskutsele hinnata õppematerjale ja anda intervjuud. Nende vastused andsid palju mõtteainet ja praktilist sisendit. Samuti tänan vapraid õpilasi, kes pingelise ja segadusttekitava distantsõppe kõrvalt leidsid jõudu minu juhendamisel õppematerjale läbi teha. Veel tänan Erko Salot, kes laenas mulle oma arvutit, et miski ei takistaks mind magistritööd kirjutamast ja Hedy Tammelehte, kes luges minu töö üle ja parandas kirjavead. Suurim tänu kuulub aga mu tütrele, kes pidi sellal, kui mina oma magistritööle pühendusin, iseseisvust õppima.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Laura Toomast,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Õppematerjalid nutikate tekstiilide ja e-tekstiilide kasutamiseks käsitöötundides“, mille juhendaja on Keret Altpere, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Laura Toomast

16.05.2020

KASUTATUD ALLIKAD

- Alden, P. (2016). Can Tinkering Benefit Pupils' Learning? *The STeP Journal: Student Teacher Perspectives* vol 3 (2), 3-13. University of Cumbria
- Allan, A. (2017). Ten Years of the LilyPad Arduino. *Hackster.io*. Vaadatud 12.04.2020
<https://www.hackster.io/news/ten-years-of-the-lilypad-arduino-2f5a949f76d2>
- Alumäe, T., Tilk, O., Asadullah. (2018). Advanced Rich Transcription System for Estonian Speech. *Human Language Technologies - The Baltic Perspective*, 1-8.
- Baurley, S. (2004). Interactive and Experiential Design in Smart Textile Products and Applications. *Personal and Ubiquitous Computing*. 8, 274–281.
- Berglin, L. (2013). *Smart Textiles and Wearable Technology - A Study of Smart Textiles in Fashion and Clothing*. The Swedish School of Textiles, University of Borås.
- Buechley, L., Hill, B.M. (2010). Lilypad in the Wild: How Hardware's Long Tail is Supporting New Engineering and Design Communities. *In Proceedings of Designing Interactive Systems*. 199-207. Vaadatud 12.04.2020
<https://doi.org/10.1145/1858171.1858206>
- Bybee, R.W. (2009). The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills. *The National Academies Board on Science Education*. Vaadatud 05.03.2020
http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf
- Dumitrescu, D., Nilsson, L., Persson, A., Worbin, L. (2014). Smart Textiles as Raw Materials for Design. *Shapeshifting,; A Conference on Transformative Paradigms of Fashion and Textile Design*, 14-16 April, Auckland, New Zealand. Vaadatud 28.02.2020
http://openrepository.aut.ac.nz/bitstream/handle/10292/8581/SS20140Submission_08.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Empowering Students: The 5E Model Explained. (2020). *Lesley University*. Vaadatud 04.03.2020.
<https://lesley.edu/article/empowering-students-the-5e-model-explained>
- Guler, S.D., Gannon, M., Siccio, K. (2016). *Crafting Wearables: Blending Technology with Fashion*. California: Apress Media.
- Hall, R.A., McK. Bannatyne, M.W. (1999). Technology Education and 21st Century. *Connect: UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter*. 1999, Vol. 24 Issue 4, p1. 3p, 1-11
- Lõiminguidee lähtekohad. (2016). Tallinn: SA Innove. Vaadatud 05.03.2020
http://oppekava.innove.ee/wp-content/uploads/sites/6/2016/10/Õppeainete_seostamisest_õppekava_lõimingu_kontekstis.pdf

Kafai, Y., Fields, D. & Searle, K. (2014). Electronic Textiles as Disruptive Designs: Supporting and Challenging Maker Activities in Schools. *Harvard Educational Review*. Vol. 84, No. 4, 532 – 556

Kalk, K. (s.a). *Õpiobjekt: Valim*. Vaadatud 05.04.2020 <https://valimiope.weebly.com/>

Kivistik, K., Veliste, M., Käger, M., Tatar, M., Pertsjonok, N., Väljaots, K. & Viilberg, T. (2019). *Teadust ja tehnoloogiat populariseerivate tegevuste kaardistamine ja analüüs*. Balti Uuringute Instituut. Vaadatud 05.03.2020 <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2019/05/Teadust-ja-tehnoloogiat-populariseerivate-tegevuste-kaardistamine-ja-analüüs.pdf>

Käis, J. (2018). *Õpetuse alused ja teed. Üldine didaktika*. Tartu: Studium

Kindsiko, E., Türk, K. & Kantšukov, M. (2015). *Naiste roll ja selle suurendamise võimalused Eesti IKT sektoris: müüdid ja tegelikkus*. Tartu: Tartu Ülikooli Majandusteaduskond

Laherand, M.-L. (2008). *Kvalitatiivne uurimsiviis*. Tallinn: Infotrükk

Lind, E., Pappel, K., Paas, K. & Ojaste, A. (2007). Käsitööõpe üldhariduskoolis. Noorte ja õpetajate arvamusuuring. *Õpetajate Leht*. Vaadatud 21.12.2019 https://haridus.opleht.ee/Arhiiv/11_122007/33-37.pdf

Nichols, M. R. (10.01.2020). How Are E-textiles & Smart Textiles Different? *IOT Evolution*. Vaadatud 04.03.2020 <https://www.iotevolutionworld.com/m2m/articles/444210-how-e-textiles-smart-textiles-different.htm>

Ojavee, K. (2013). *Active Smart Interior Textiles: Interactive Soft Displays*. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia

Pakosta, L. (2017). *Võrdõigusvoliniku arvamus*. Vaadatud 18.11.2019. https://www.volinik.ee/wp-content/uploads/2018/02/oppekava_arvamus_05052017-4.pdf

Patnaik, S. (2020). Smart Textiles and Recent Developments. *Fibres to Smart Textiles: Advances in Manufacturing, Technologies and Applications*. 331-344

Peppler, K. (2016). A Review of E-Textiles in Education and Society. *Handbook of Research on the Societal Impact of Digital Media*. 268-290

Post, E. R. & Orth, M. (1997). Smart Fabric, or „Wearable Clothing“. *Digest of Papers. First International Symposium on Wearable Computers*, doi: 10.1109/ISWC.1997.629937

Põhikooli riiklik õppekava. (2011). Vaadatud 15.11.2019 <https://www.riigiteataja.ee/akt/114022018008?leiaKehtiv>

Põhikooli riiklik õppekava lisa 7. Tehnoloogiavaldkond. (2011). Vaadatud 15.11.2019 <https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1140/2201/8008/1m%20lisa7.pdf#>

Saago, T. (2016). *Lõiming käsitöö ja kodunduse ainekavas*. Tallinn: SA Innove. Vaadatud 10.05.2020 http://oppekava.innove.ee/wp-content/uploads/sites/6/2016/10/Lõiming_käsitöö_ja_kodunduse_ainekavas_Tiina_Saago.pdf

Soolise võrdõiguslikkuse monitooringu raport. (2016). *Turu Uuringute AS*. Vaadatud 21.12.2019 https://enut.ee/files/soolise_vordoiguslikkuse_monitooringu_raport_2016.pdf

Soolise võrdõiguslikkuse programm 2019-2022. (2019). *Sotsiaalministeerium*. Vaadatud 21.12.2019 https://www.sm.ee/sites/default/files/lisa_4_soolise_vordoiguslikkuse_programm_2019-2022_0.pdf

Valk, A. (2016). *Soolised lõhed hariduses*. Tartu: Haridus- ja Teadusministeerium.

Villems, A., Aluoja, L., Pilt, L., Naulainen, M-M., Kusmin, M., Rogalevitš, V. & Tokko, U. (2015). *Õppematerjalide väljatöötamise etapid*. HITSA. Vaadatud 03.03.2020 <https://oppevara.hitsa.ee/kvaliteet/#oppematerjalide-valjatootamise-etapid>

Võrdsete võimaluste volinik naistepäeva eel: tüdrukute tõrjumine tehnoloogiast on vale. (06.03.2020). *Soolise võrdõiguslikkuse ja võrdse kohtlemise volinik*. Vaadatud 15.04.2020 <https://volinik.ee/artiklid/vordsete-voimaluste-volinik-naistepaeva-eel-tudrukute-torjumine-tehnoloogiast-on-vale/>

Õim, O. (2008). *Algajate õpetajate professionaalne areng muutustena eneseefektiivsuse tajus*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool

When was the First Computer Invented? (08.02.2019). *Computer Hope*. Vaadatud: 10.04.2020 <https://www.computerhope.com/issues/ch000984.htm>

Young, J. (2019). 1550-1559. *FashionHistory Timeline*. Vaadatud 28.02.2020 <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1550-1559/#>

LISAD

Lisa 1. Informeeritud nõusolek lapsevanematele

Lugupeetud lapsevanem!

Olen Tartu Ülikooli Viljandi Kultuuriakadeemia üliõpilane Laura Toomast. Olen oma magistr töö raames välja töötanud õppematerjalid ja soovin läbi viia tegevusuuringut mõistmaks kuidas täidavad minu loodud õppematerjalid oma eesmärgi. Õppematerjalid on koostatud nutikate ja e-tekstiilide tutvustamiseks ja õpetamiseks käsitöötundides.

Tegevusuuringu raames soovin katsetada õppematerjale Teie lapsega ning koguda intervjuu abil tagasisidet ülesannete kohta. Tagan Teie lapse konfidentsiaalsuse ja intervjuu sisu avaldan ainult lõputöös.

Kui Teil tekib õppematerjalide sisu või intervjuu kohta küsimusi, siis kirjutage palun e-mailil: laura.toomast@gmail.com

Aitäh!

Laura Toomast

Lisa 2. Õppematerjal 1 – Termokroomsed ja pimedas helendavad värvid



ÕPPEMATERJAL

**NUTIKAD
TEKSTIILID**

LAURA TOOMAST

II KOOLIASTMELE

SISSEJUHATUS

Käesolev õppematerjal on loodud nutikate tekstiilide õpetamiseks II kooliastmes käsitöö tundides. Õppematerjal ühendab traditsioonilise trükitehnika tänapäevaste - termokroomsete ja pimedas helendavate - värvidega. Õppematerjal on koostatud silmas pidades lõimimisvõimalusi teiste ainetega, eriti füüsika ja keemiaga.

ÕPPEMATERJALI EESMÄRGID

Pärast õppematerjalide läbimist õpilane:

- teab, mis on termokroomne ja pimedas helendav materjal
- oskab selgitada, miks ja kuidas inimene näeb värve
- teab, mis on trafarett
- oskab teostada kangatrükki läbi trafareti

Autor: Laura Toomast

MIS ON NUTIKAD TEKSTIILID?

Nutikad tekstiilid või intelligentsed tekstiilid on materjalid, mis tajuvad ja reageerivad väliskeskkonna mõjudele.

Nutikas tekstiil on kombinatsioon traditsiooniliselt kootud kangast ja arenenud tehnoloogiast.

Selles õppematerjalis tutvume ja katsetame selliseid nutikaid materjale nagu pimedas helendavaid ja termokroomseid värve.

Nutikaid avastusi!

Autor: Laura Toomast

ALUSTUSEKS VAATAME MÕNED VIDEOOD NUTIKATE TEKSTIILIDE TEEMAL

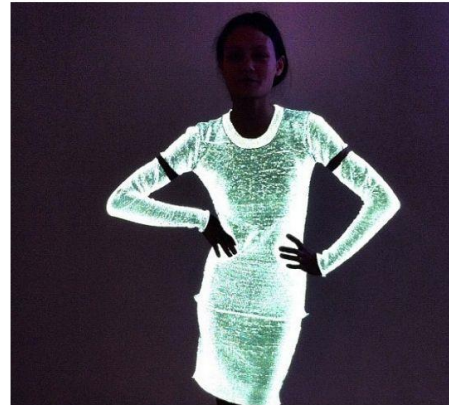


Kas sul tuleb meelde mõni nutikas tekstiil, mida näinud või millest kuulnud oled?

Autor: Laura Toomast

PIMEDAS HELENDAVAD MATERJALID

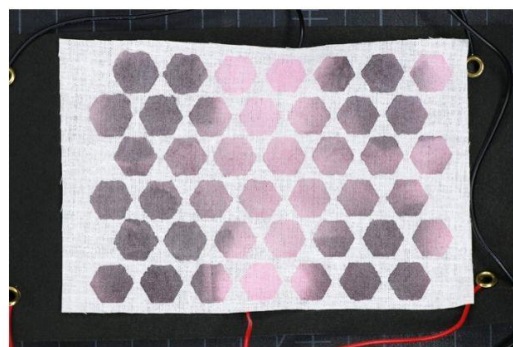
Pimedas helendavad materjalid sisaldavad ainet, mis koguvad endasse valgust ja pimedas kiirgavad seda välja.



Siin pildil on rõivadisainer Dion Lee loodud helkurkangast kleit

TERMOKROOMSED MATERJALID

Termokroomsed materjalid on need materjalid, mis muudavad värvi temperatuuri muutusega - soojendamine, jahutamine.



Siin pildil on termokroomsete värvidega trükitud muster. Seal kus on roosad laigud, seal on kangast soojendatud

Autor: Laura Toomast

MÖTTEHARJUTUS

Mõtiskle, kui sul oleks võimalus meisterdada midagi kasutades pimedas helendavaid või termokroomseid värve, siis mida sa nendega teeksid?

PRAKILINE HARJUTUS - TRAFARETI VALMISTAMINE

Sul on võimalus kasutada nutikaid värve. Nüüd mõtle:

- mis esemele sa tahaksid pilti trükkida
- mis pildi sa tahaksid trükkida - selleks kavanda pilt esmalt paberile, arvesta ka seda, kui suurelt sa selle pildi trükid.
- kui kavand on valmis, siis joonista see pilt paksemale paberile, et teha sellest trafarett

Aga mis on trafarett?

Trafarett (it. k. traforetto - "auklikuks tehtud") on tugevasse materjali lõigatud muster, mida saab läbi trafareti teisele pinnale kanda. Trafarett on lihtsaim pajundusmeetod.



Autor: Laura Toomast

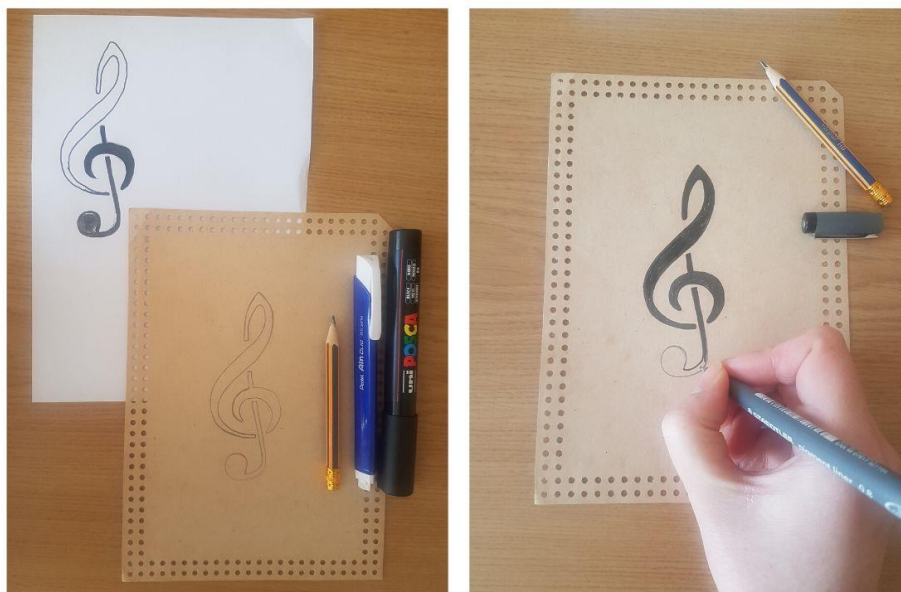
TRAFARETI VALMISTAMINE

Trafareti tegemiseks joonista kõigepealt tavalisele paberile pilt, mida sa tahaksid trükkida. Joonistamiseks vali lihtsam pilt, sest trükkimiseks pead sa pildi seestpoolt välja lõikama.

Nipp:

Trafaretinäidiseid on internetis väga palju. Kui sul endal hetkel head mõtet ei tule, siis võid kirjutada google-i otsingusse "stencil art" ja sealt inspiratsiooni ammutada.

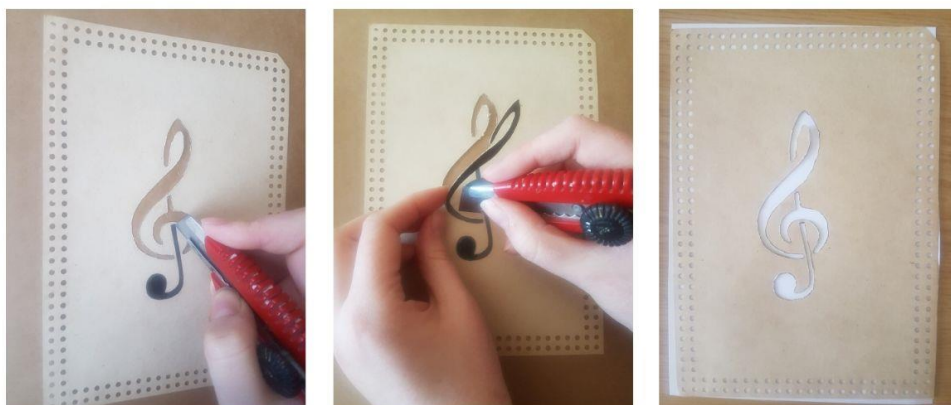
Kui oled kavandiga rahul, siis joonista sama kavand paksemale paberile ümber. Kui soovid, siis värvi väljalõigatavad kohad mustaks, et oleks selgelt piiritletud, mis osad tuleb välja lõigata.



Autor: Laura Toomast

TRAFARETI VÄLJA LÕIKAMINE

Trafaretti saad välja lõigata peenikeste kääride või papinoaga. Pisemate detailide lõikamiseks sobib papinuga paremini. Noa kasutamiseks võta alla lõikamiskindel matt, et lauda ära ei rikuks.



Nüüd, kui su trafarett on valmis, saame asuda trükkima. Kas sa oled juba mõelnud, mis esemele sa trükkida tahad?

Aga enne, kui trükkima asume, vaatame täpsemalt kuidas pimedas helendavad ja termokroomsed värvid töötavad.

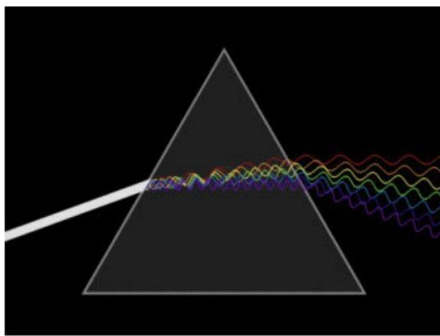
Autor: Laura Toomast

ENNE KUI ASUME VÄRVIMA

Kuidas me värve näeme?

Siinkohal vaatame, kuidas füüsika ja optika seda meile seletab.

Erineva lainepikkusega valguslained põhjustavad erinevaid värvusaistinguid, sest igal värvil on oma lainepikkus.



Värvide lainepikkuse demonstreerimiseks on hea kasutada prisma. Kui valge valgus läbib klaasprisma siis see murdub seal ja valgus väljub lahutatuna värvilisteks valgusteks. Värvid on alati samas järjekorras ja langevad erineva nurga all, sest nende lainepikkused on erinevad.

Näiteks, kui meie silma satub valgus, mille lainepikkus on 550nm (nanomeetrit), tekib meil mingi värvusaisting. On kokku lepitud, et seda värvust nimetatakse **rohelisteks**. Kui aga lainepikkus on 450 nm, siis tekib **sinise** värvuse aisting.

Ka vikerkaares on värvid alati samas järjekorras alustades **punasest**, mille lainepikkus on kõige suurem ja lõpetades violetsega, mille lainepikkus on kõige lühem.

Autor: Laura Toomast

TERMOKROOMSED VÄRVID

Kuidas termokroomsed värvid töötavad?

Termokroomsetes värvides kasutatakse leukovärvainet. Kui seda ainet kuumutada, siis muutub selle molekulaarne koostis nii, et see aine hakkab valgust eraldama teisel lainepikkusel kui külmas olekus. Nii näemegi soojana üht värvi ja külmana teist värvi. Näiteks, nendes termokroomsetes värvides mida meie kasutame muutub tumesinine värv soojendades helesiniseks.

PIMEDAS HELENDAVAD VÄRVID

Kuidas aga pimedas helendavad värvid töötavad?

Pimedas helendav materjal sisaldab sellist ainet, mis tekitab fosforesentsi. Fosforesents on valguse kiirgumine aineksest, mille molekulid on eelnevalt viidud ergastatud olekusse tänu valguse neeldumisele. Lihtsamalt öeldes, need molekulid on nagu akud, mis laevad end päikese käes täis ja pimedas hakkavad tööle.

VÄRVIMISEKS LÄHEB VAJA:

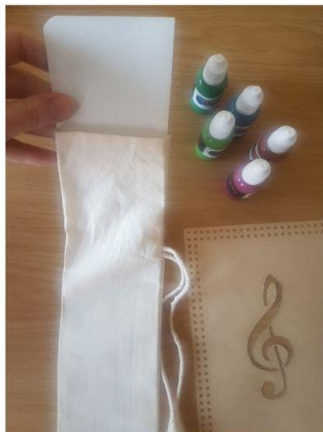
- Riie (särg, riidest kott vms.)
- Šabloon
- paksem paber või papitükk
- Paber või palett värvide segamiseks
- Värv
- Pintslid või svamm
- Triikraud

Autor: Laura Toomast

PRAKILINE HARJUTUS - TRÜKKIMINE TERMOKROOMSETE VÄRVIDEGA

Nüüd, kui sa tead teaduslikku seletust värvimuutuse taga, asume termokroomsete värvidega trükkima.

- Sinu välja valitud ese peab olema puhas ja triigitud.



- Selleks, et värv läbi ei imbuks eseme teisele poole pane kihtide vahele paksem paber. Siin näites on kasutatud linasest kangast piklikku flöödikotti ja koti sisse on pistetud paksem paberitükk, et värv läbi ei imbuks.

- Eseme peale aseta trafarett, sinna kuhu pilti trükkida soovid. Trafaretti võid kinnitada kas teibiga või panna peale raskem ese, et trükkimise ajal see paigast ei nihkuks.



Autor: Laura Toomast

- Värv peale kandmiseks sobib nii svamm kui ka pintsel.
- Selleks vala väike kogus värvi paletile ja kasta svamm sinna sisse ning tupsuta järk-järgult värvi kangale.



- Kui tundub, et värv jääb liiga hõredalt, siis võib värvi pintsliga peale kanda.



- Võid proovida ka mitme värviga üleminekut nagu siin näites on tehtud.

Autor: Laura Toomast

- Kui oled kõik kohad värviga katnud, siis võta trafaret ära ja vaata, kas on veel mõni ebatasasus, mida pintsliga parandada saab.

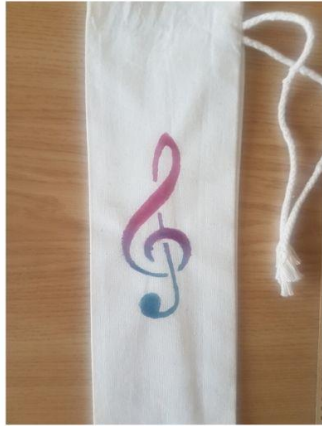


- Lase värvil umbes tund aega kuivada.
- Et pilt pesukindlaks teha, seadista triikraud võimalikult madalale temperatuurile, sest termokroomsed värvid ei talu kõrget kuumust.
- Triigi pilt pahemalt poolt nii, et paber on vastu pilti, siis ei määri triikimislauda ära.
- Keera pilt väljapoole ja triigi pilt teist korda pealtpoolt läbi paberi.



Autor: Laura Toomast

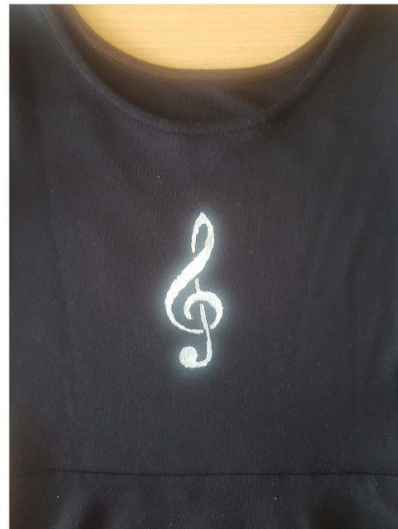
- Termokroomne värv kannatab 40 kraadi juures pesemist aga triikida ei tohi väga kuumalt, sest siis võib varvimuutus ära kaduda.
- Vasakul olev pilt on jaheda temperatuuriga ja paremal on soojendatud pilt.



PIMEDAS HELENDAV VÄRV

- Pimedas helendava värviga trafareti tegemise protseduur on sama. Erinevus on ainult selles, et tumedale kangale jääb värv paremini näha aga heledal pinnal helendab värv pimedas tugevamini.
- Siin on näide tehtud tumedale kangale.
- Ka triikrauaga kinnitamine käib samamoodi nagu termokroomsete värvide puhul.

Julget katsetamist!



Autor: Laura Toomast

KASUTATUD ALLIKAD

<https://opik.fysika.ee/index.php/book/section/1486#/section/4927>
<https://opik.kirsman.ee/pohikool/8klass/nagemine/>
http://www.materjalimaailm.ee/termokroomsed_materjalid/
<http://www.materjalimaailm.ee/luminofoorid/>

Pildid:

<http://roroslookbook.blogspot.com/2012/11/just-add-flash.html>
<https://learn.adafruit.com/experimenting-with-conductive-heater-fabric/what-can-i-make-with-it>
<https://www.2dmaterialsmag.com/directa-plus-awarded-eur-1-million-project-for-graphene-smart-fabrics/>
<http://alanajonesmann.com/2015/07/diy-philodendron-beach-blanket/>

KUST SAADA VÄRVE?

Õppematerjalides kasutatavad värvid on ostetud siit.

Samas e-poes on veel erinevaid värve - pimedas helendavaid, UV-valguse käes helendavaid jne.

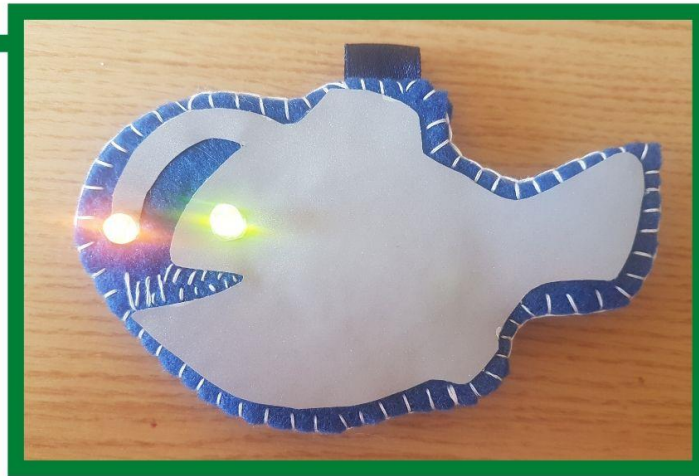
Internetis võib leida palju kohti kus selliseid värve müüakse, otsides kasuta märksõnu:

thermochromic fabric paint, thermochromic ink, thermochromic pigment, glow in the dark paint, luminescent paint, UV blacklight paint.

Pigmentipulbrit ostes saab seda ükskõik millise baasvärvi sisse segada aga õpilastele on ohutum kasutada juba valmis värve.

Autor: Laura Toomast

**Lisa 3. Õppematerjal II – Elektroonilised ehk e-tekstiilid kombineeritud
helkurkangaga**



ÕPPEMATERJAL

E - T E K S T I I L I D

LAURA TOOMAST

II KOOLIASTMELE

SISSEJUHATUS

Käesolev õppematerjal on loodud e-tekstiilide õpetamiseks II kooliastmes käsitöö tundides. Õppematerjal ühendab traditsioonilised õmblemisvõtted tänapäevaste tehnoloogiate ja elektroonikaga.

Õppematerjal on koostatud silmas pidades lõimimisvõimalusi teiste ainetega, eriti füüsika ja loodusõpetusega.

ÕPPEMATERJALI EESMÄRGID

Pärast õppematerjalide läbimist õpilane:

- teab, mis on e-tekstiilid
- oskab luua lihtsamat vooluringi
- oskab tikkpistet ja sämppistet
- teab, kes on merikurat, mida ta sööb ja kus elab

Autor: Laura Toomast

MIS ON E-TEKSTIILID?

Sõna e-tekstiilid on lühend sõnast elektroonilised tekstiilid.

Elektroonilised tekstiilid on kangad, mille kiud on kombineeritud elektrooniliste kiududega. See tähendab, et kanga sisse on kootud või õmmeldud elektrit juhtiv niit ja see ühendatud mõne elektroonilise seadmega.

Selles õppematerjalis tutvume e-tekstiilidega ja proovime ka ise e-tekstiile õmmelda.

Nutikaid avastusi!

Autor: Laura Toomast

ALUSTUSEKS VAATAME MÕNED VIDEOD E-TEKSTIILIDE TEEMAL



Kas sul tuleb meelde mõni e-tekstiil, mida sa näinud või millest kuulnud oled?

Järgmisel lehel on kirjeldus komponentidest, mida tavaliselt e-tekstiilides kasutatakse.

Autor: Laura Toomast

E-TEKSTIILIDES KASUTATAVAD LIHTSAMAD KOMPONENDID

- Kangasvilt, puuvill, teksariie, tüll jne. Peaaegu kõiki kangaid saab muuta e-tekstiilideks



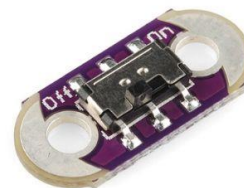
- Patareipesa
 - selleks, et kangas elektrooniliseks muutuks, on vaja toidet. Tavaliselt on toiteallikaks patarei. Kanga sisse õmmeldakse patareipesa



- LED-pirnid
 - LED tähendab inglise keeles "light-emitting diode" eesti keelde tõlgituna "pooljuhtvalgusallikas" Lühidalt "valgusdiod"



- Lüliti
 - See võib olla integreeritud patareihoidiku külge või eraldiseisva komponendina. Lülitiga, saab elektroonika sisse ja välja lülitada



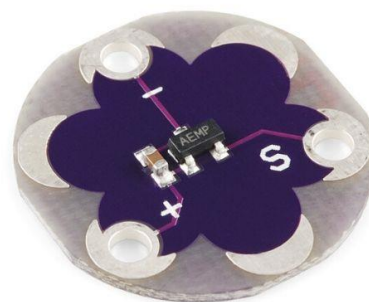
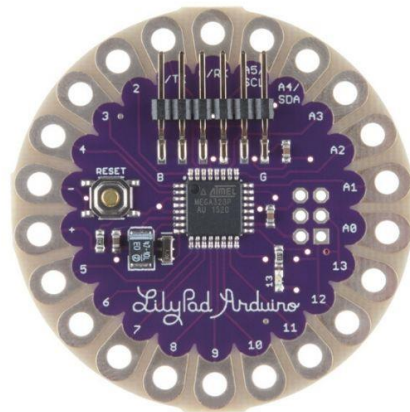
Autor: Laura Toomast

- Elektrit juhtiv niit
 - See eriline niit sisaldab metallist komponente nagu teras ja hõbe ning selle abil õmmeldakse kõik elektroonilised komponendid kanga külge



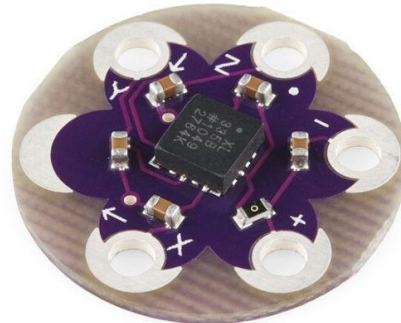
E-TEKSTIILIDES KASUTATAVAD KEERUKAMAD KOMPONENDID

- Mikrokontroller
 - Kontrolleri abil saab LEDid programmeerida vilkuma, värvi vahetama või mustrit looma. Selle kasutamiseks on rohkem teadmisi ja oskusi vaja
- Sensorid
 - Sensorid võivad olla kas temperatuuri, valguse, heli vms tabamiseks. Erinevate sensorite kasutamisega saab tekitada erinevaid efekte.



Autor: Laura Toomast

- Akseleromeeter
 - ehk kiirendusandur. See andur avastab liigutusi, värinat või muud liikumisega seotud infot ja koos mikrokontrolleriga on võimalik vastavalt liigutusele panna LEDid tööle.



MÖTTEHARJUTUS

Mõtiskle, kui sul oleks võimalus meisterdada midagi kasutades elektroonilisi komponente, siis milliseid e-tekstiile sa looksid?

PRAKILINE HARJUTUS - ELEKTROONILINE HELKUR

E-tekstiilidega tutvumist on hea alustada väikesest meisterdusest, näiteks helkurist.

Proovime meisterdada helkuri, kus peale helkurkanga on veel patareihooldik ja kaks LED-pirni.

Selleks, et vooluring kõigil tööle läheks meisterdame kõik ühesugused helkurid. Teeme need ühe huvitava kala kujulised. Selle kala nimi on merikurat. Kas sa tead, milline merikurat välja näeb?

Autor: Laura Toomast

KES ON MERIKURAT?

Merikurat, teise nimega õngitseja, on mere põhjas elav kala.

**Peamised
levikualad:**

Atlandi idarannik
Vahemeri
Must meri

Mõõdud:

väike- 2-18cm
suur - kuni 2m



Enamus ajast veedab ta merepõhja peitununa, kus varitseb oma saaki. Niimoodi liikumatult varitsedes hoiab ta isegi hinge kinni, et püüda süüa teisi kalu ja suuremaid selgrootuid.



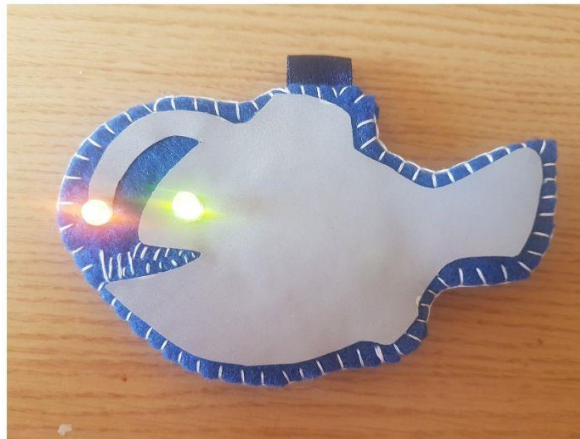
Üle poole tema kehast moodustab suur pea, millel on teravad hambad saagi kergemaks püüdmiseks. Pea peal asetseb tal õnge kujuline helendav kiir (sellest ka nimetus õngitseja), mis meelitab saaki ligi. Kui saak puudutab seda õnge otsa, vallandub merikuradil haaramisrefleks ja ta püüab saaki kinni. Õnge panevad helendama pimedas helendavad bakterid.

Autor: Laura Toomast

HELKURI MEISTERDAMINE

Nüüd kui sa tead, milline merikurat välja näeb, saame alustada helkuri meisterdamisega.

Merikurat on küll päriselus natuke hirmutav aga meie meisterdame talle sõbralikuma ilme. Kasutame selleks pehmet vilti ja helkurkangast.



MIDA MEISTERDAMISEKS VAJA LÄHEB?

Materjalid:

- Vilt
- Helkurkangas
- LEDid 2tk
 - võivad olla erinevat värvi
- Ömmeldav patareipesa
- Nööppatarei (CR2032)
- Elektrit juhtiv niit
- Tavaline niit (sama värvi, mis vilt)
- Helkurniit (või valge niit)
- Šabloonid prindi siit

Abivahendid:

- nõel
- käärid
- peene otsaga näpitsad
- Liim (kanga liimimiseks)

Autor: Laura Toomast

TÖÖKÄIK

- Prindi välja šabloonid
- Suurem šabloon lõika kaks korda välja vildist ja väiksem šabloon ühe korra helkurkangast

**Pane tähele:**

Helkurkangale pane šabloon **pahemale** poolele, siis ei jää pliatsi jäljed helkuril näha. Šabloon keera teistpidi olenevalt sellest kas sa tahad, et pea jääks vasakule või paremale. Vildi puhul ei ole vahet, sest vilt on mõlemalt poolelt ühesugune.

- Märki pliatsiga helkurkangale punkt, mis tähistab silma ja lõika sinna kääridega sälk sisse, just nii paras, et LEDi kaks dioodi läbi mahuvad. Jälgi, et LEDi pikem diood jääks ülespoole



Autor: Laura Toomast

- Nüüd liimi helkurkangas vildi külge. Selleks kasuta Moment-liimi või mõnda kangaliimi. Kohe peale liimimist pane üks LED silma kohale ja teine "õnge" otsa. Kontrolli, et mõlemal LEDil oleks pikem diood ülevalpool



- Võta näpitsad ja püüa LEDide kontaktid (need peenikesed traadid) rulli painutada



Kui sinu helkuri esikülg näeb välja selline, siis oled kõik õigesti teinud!



Autor: Laura Toomast

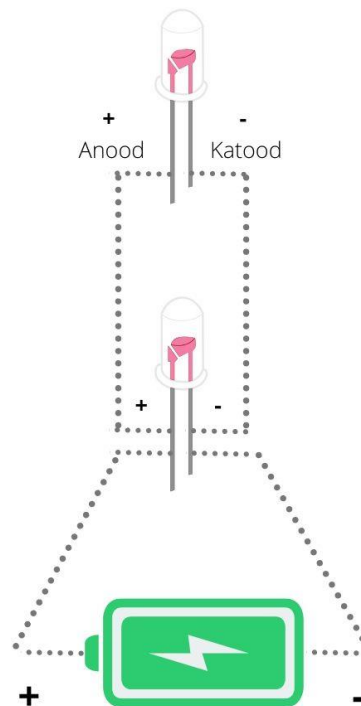
VOOLURINGI ÕMBLEMINE

Nüüd asume vooluringi õmblema!

Et osata ise vooluringi teha peame õppima ära mõned põhitõed. Vaata joonist **paralleelsest vooluringist** ja püüa aru saada, mida millega kokku õmmelda (punktiir tähistab õmblusjoont).

LEDil on kaks kontakti:
anood (pikem kontakt +)
ja
katood (lühem kontakt -)

Samuti on
patareil kaks
poolust: pluss ja
miinus



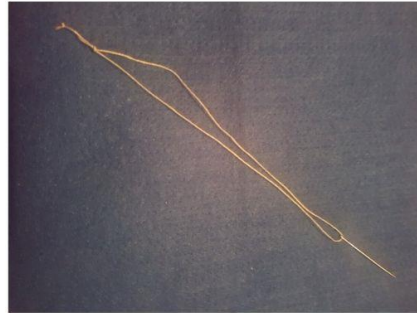
Ühenduse peab
tekitama eraldi
plusspooluste
vahel ja
miinuspooluste
vahel

Sellepärast oligi
enne tähtis, et
LEDide pikem
diod oleks
mõlemal LEDil
üleva pool

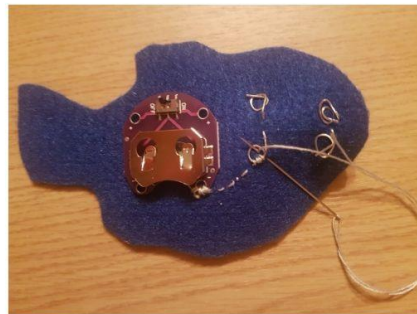
**NB! Õmblused ei tohi omavahel ristuda, st. et ei tohi
õmmelda ühe LEDi plusspoolt patarei või teise LEDi
miinuspoolega, muidu tekib lühis!**

Autor: Laura Toomast

- Õmblemiseks niidista nõel umbes 40cm pikkuse elektrit juhtiva niidiga. Võta see niit kahekordselt ja tee otstes sõlm



- Aseta patareipesa kala keskele natuke saba poole, nii et kõikidest äärtest jääks vähemalt 0,5 cm vabaks ja alusta õmblemist patareipesast



- Õmble kolm-neli korda läbi patareihoidiku esimese augukese (pildil näha all paremal). tee kõik õmblused paraja pingega, sest selleks et niit juhiks elektrit läbi patareipesa LEDideni peab niidi ja elektroonilise komponendi vahel olema hea ühendus

- Edasi mine paari eelpistega esimese LEDini ja õmble 3-4 pistet ümber kokkukeeratud traadi. Siin pane tähele, et kui sa alustasid patareipesa miinuspolelt, siis LEDi juures pead ka õmblema läbi katoodi (lühem kontakt miinusega)



Autor: Laura Toomast

- Jätka sama teed järgmise LEDini ja kui ka seal oled 3-4 pistet ümber rulli keeratud traadi teinud, tee sõlm peale ja lõika üleliigne niit ära. Ühtegi rippuvat niidiotsa ei tohi jääda, muidu võivad pluss- ja miinuspoolustelt lõikamata jäetud niidid üksteist puudutada ja lühise tekitada.

- Nüüd tee sama teekond läbi teiselpool patareipesa.



- Lõpuks peab sul tulema samasugune õmblus nagu vooluringi skeemil.



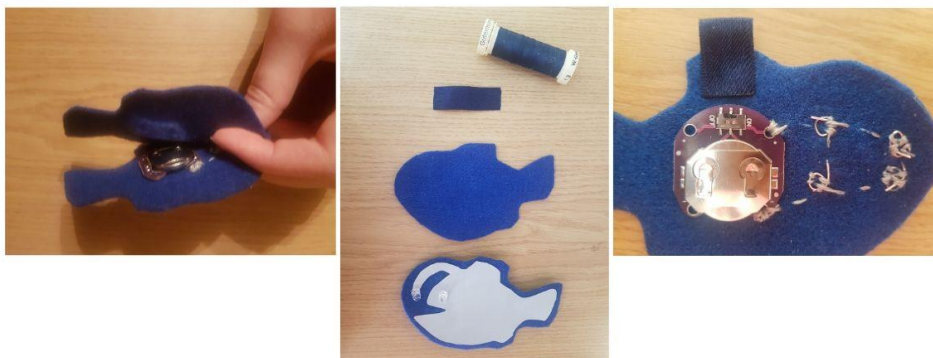
- Nüüd pane patareid pesasse ja lükka lüliti sisse. Kui sa oled kõik õigesti teinud, peaksid sul mõlemad LEDid põlema hakkama.



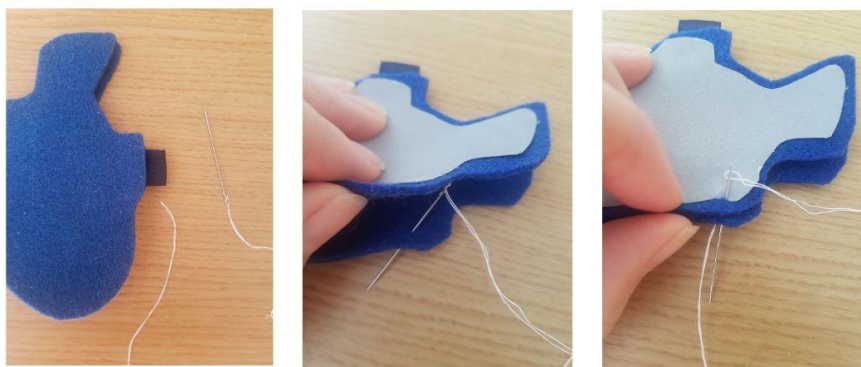
Autor: Laura Toomast

HELKURI KOKKUÕMBLEMINE

- Järgmisena peame õmblema kaks sinist vilti omavahel kokku nii, et vooluring jääks kihtide vahele peitu. Selleks läheb vaja niiti, ja riputusaasa jaoks 4cm pikkust paela või linti. Murra lint või pael pooleks ja liimi ülemise uime kohale.



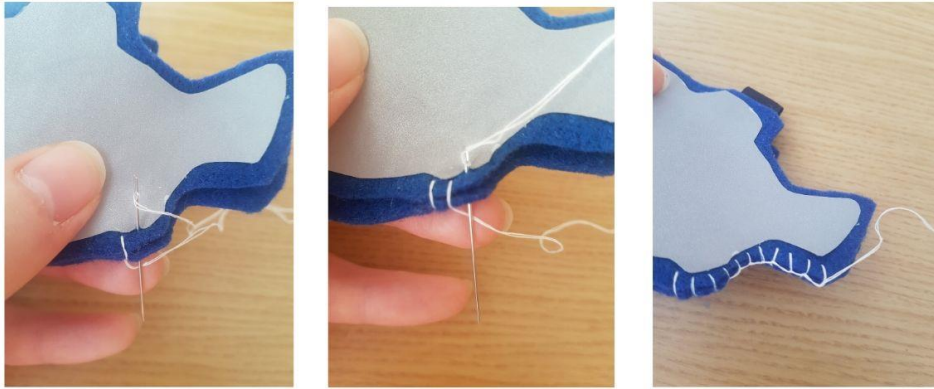
- Kui riputusaas on paigas võta nõelale kahekordselt niiti ja pane mõlemad vildipooled kokku. Nüüd saad ääristama hakata. Me õmbleme käsitsi mööda välisäärt kasutades sämpipistet.



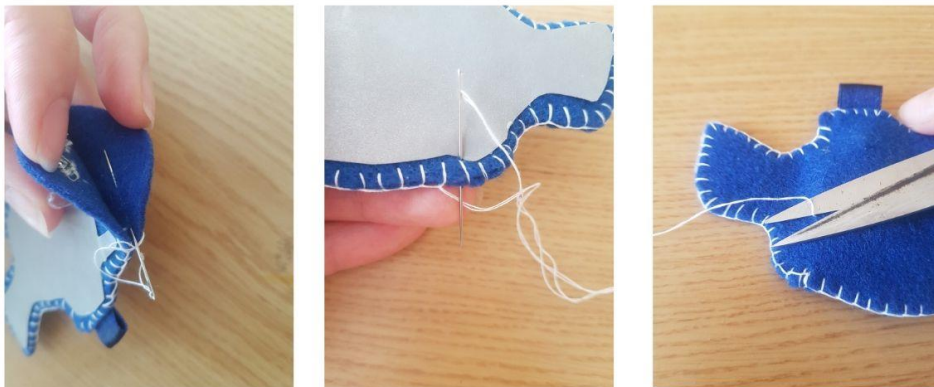
- Alusta alumise uime juurest. Niidiots peida kahe vildikihi vahele nagu keskmisel pildil näidatud on. Seejärel liigu nõelaga ülevalt alla mööda helkurkanga äärt.

Autor: Laura Toomast

- Nii liigu 0.5cm vahede tagant vasakult paremale ikka nõel ülevalt sisse ja alt välja kuni ring täis saab või kuni niit otsa saab.



- Kui juhtub, et poolel teel saab niit otsa, peida see jälle kahe kihi vahele ära ja võta uus niit. Kui oled lõpuni jõudnud, siis viimase piste tee esimese piste sisse, nagu keskmisel pildil näha on. Seejärel peida niidiots kahe vildikihi vahele, too nõel kaugemalt välja ja lõika ots ära.

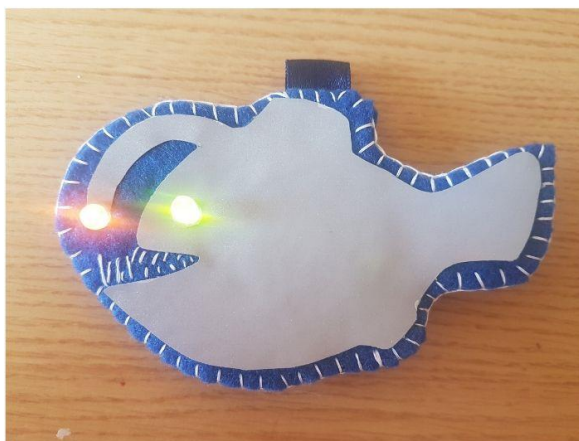


Autor: Laura Toomast

- Viimasena õmble tikkpistet kasutades merikuradile hambad.



SINU HELKUR ON VALMIS. KAS POLE LAHE?



Autor: Laura Toomast

KASUTATUD ALLIKAD

<https://www.kalapeedia.ee/merikurat.html>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Anglerfish>

Pildid:

<https://www.sparkfun.com/categories/135>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Anglerfish>

<https://www.newscientist.com/article/2219425-deep-sea-anglerfish-may-shed-luminous-bacteria-into-the-ocean-water/>

POED JA LINGID

Õppematerjalides kasutatavad vahendid on ostetud järgnevatelt linkidelt:

Õmmeldavad patareihoidikud (coin cell battery holder CR2032 sewable)

Õmmeldavad LED-pirnid (LED-light module sewable)

Elektrit juhtiv niit (conductive thread)

Tavalisi LED-pirne leidub ka elektroonikapoodides nagu näiteks

Oomipood.

Internetis on palju erinevaid veebipoode, kust saab elektroonilisi komponente osta.

Ametlik LilyPadide edasimüüja on **Sparkfun** aga seal on hinnad kallimad. Odavamalt leiab Ebayst ja Aliexpressist, aga seal võivad tarneajad olla pikemad. Igal juhul tasub komponendid aegsasti ära tellida ja varuda kannatust kuni need kohale jõuavad.

Autor: Laura Toomast

Lisa 4. Õpilaste intervjuu kava

Aitäh Sulle, et Sa olid nõus minu õppematerjale katsetama ja nende järgi meisterdama. Nüüd on mul Sulle mõned küsimused. Vasta neile täpselt nii nagu Sa tunned. Kõik Sinu mõtted on õiged. Kui Sa aga tunned, et Sa ei soovi vastata, siis Sa ei pea vastama.

Sissejuhatavad küsimused

1. Kui vana sa oled?
2. Mis klassis sa õpid?

Üldised küsimused käsitöö ja tööõpetuse tundide kohta

3. Kas sulle meeldivad käsitöö (tööõpetuse) tunnid?
 - a. Kas sulle meeldib meisterdamine?
 - b. Mis oli viimane lahe asi, mis sa tööõpetuses/käsitöös tegid?

Küsimused õppematerjali ülesannete kohta

4. Mis sa arvad, kas tööülesanded olid arusaadavad ja jõukohased sulle või oli miskit keerulist?
5. Kas sellised ülesanded, kus on patareid ja elekter sees, on huvitavamad kui tavalised meisterdused?
 - c. Kui jah, siis miks see huvitavam on? Mis selle huvitavamaks teeb?
6. Mis oli selle meisterduse juures kõige põnevam?
 - d. Mis kõige igavam?
7. Mis sa arvad, kas neid teadmisi, mis sa elektri kohta teada said läheb sul elus vaja?
8. Mis elektriga seotud asju sa igapäevaselt näed ja kasutad?
9. Kui sul oleks võimalus, kas sa tahaksid kunagi veel midagi LED-pirnidega meisterdada?
 - e. Mida vahvat sa veel meisterdaksid?
10. Kuidas sul tänane töö välja tuli?
 - f. Kas sulle meeldib see töö, mis sa valmis said?
11. Mida uut sa said teada selle ülesandega?
12. Kas sul on veel mingeid mõtteid või küsimusi selle ülesandega seoses?

Lisa 5. Ekspertide intervjuu kava

Järgnev intervjuu salvestatakse ja hiljem transkribeeritakse. Intervjueeritaval on õigus loobuda küsimustele vastamisest igal hetkel intervjuu ajal. Intervjuu tulemused kajastuvad ainult magistritöös.

Intervjueeritavale tagatakse konfidentsiaalsus. Soovi korral on võimalik salvestust üle kuulata, lugeda transkriptsiooni ja muuta oma vastuseid.

Alustuseks sissejuhatavad küsimused

1. Mis on Teie praegune amet?
2. Kui kaua olete sellel ametikohal töötanud?
3. Millises kooliastmes Te hetkel õpetate?

Üldised küsimused käsitöö õpetamise kohta teie koolis

4. Kas Teie koolis saavad õpilased ise valida käsitöö ja tehnoloogia aine vahel või jaotatakse grupid soo alusel?
 - a. Kui käsitööd tüdrukutele ja tehnoloogia poistele, siis mis on need takistavad asjaolud, et mõlemad ei saa mõlemat ainet?
 - b. Kui mõlemad õpivad mõlemat, kas on vahet kuidas poisid ja tüdrukud käsitöösse suhtuvad ja ülesandeid sooritavad?
 - c. Kas on vajalik, et mõlemad saaksid mõlemat ainet õppida?
 - d. Kuidas Teie meelest võib mõjutada tüdrukute tuleviku karjääriotsuseid see, kas nad saavad põhikoolis ainult käsitööd või ka tehnoloogia õpet?
5. Kui Te käsitööd õpetate, kas Te otsite võimalusi käsitööd lõimida teiste ainetega või tuleb see lõimimine tööülesannetega iseenesest?
6. Kuivõrd on Teie meelest käsitöö aine Eestis kaasajastatud ja arvestab uute tehnoloogiatega meie elus?
 - a. Milliste muudatustega õppetöös saaks käsitöö ainet kaasajastada?

Küsimused õppematerjali kohta

7. Kuidas hindate õppematerjalide vastavust riikliku õppekavaga?
8. Kas õppematerjalidest selgusid eesmärgid, mida materjalidega taotletakse?
9. Kas õppematerjalide abil saaksid tundi anda ka need õpetajad, kel füüsika ja keemia alased teadmisi vähe või oleks vaja lisa küsida vastava aine õpetajalt?
10. Kas tööjuhised olid arusaadavad?
11. Kas õppematerjalid aitavad käsitööd lõimida loodusainetega nagu füüsika ja keemia?
 - a. Selgitage palun kuidas Teie tajute, et õppematerjalide kasutamine aitab lõimida käsitööd loodusainetega?
12. Milliseid uusi pädevusi õpilane omandab nende õppematerjalidega?
13. Kas ja millist lisandväärtust annavad loodud õppematerjalid käsitöötundidele?
14. Mis klassile need õppematerjalid Teie hinnangul kõige paremini sobivad?
15. Kui Te peaksite õpetama käsitöö tunnis nutikaid tekstiile, kas Te kasutaksite neid õppematerjale või koostaksite ise sobivad ülesanded?
16. Kas Teie hinnangul töötavad õppematerjalid paremini paberkandjal või internetikeskkonnas?
 - a. Kuidas Teie neid tunnis kasutaksite, kas juhendaksite õpilasi ise või annaksite igale õpilasele materjalid kätte ja laseksite neil ise nende järgi tööd teha?
17. Kuidas hindate õppematerjalide kujundust?
18. Kas on midagi, mida Te lisaksite õppematerjalidele juurde?
 - a. Kui jah, siis mida?
19. Kas Teil on veel soovitusi õppematerjalide parandamiseks ja täiendamiseks?
20. Kas on veel midagi, mida ma ei küsinud, aga soovite õppematerjalide kohta öelda?

Lisa 6. Fotod õpilaste tehtud töödest



Lisa 7. Näide kodeerimisest

K: See on siis juba kolmas ja. Ja see õmblemise osa jääks neile siis liiga lihtsaks?

V: Liiga lihtsaks jah, aga see on nagu siuke nagu meisterdamise osa

K: Selge. Ja kui teeksite, siis...?

V: võibolla mingit kui õmmelda pärast kott näiteks või õmblusmasinaga näiteks ja teha siis lõige, siis tunduks keerulisem.

K: Ja see on hea mõte. Kas te muidu kasutaksite neid oma tunnis või koostaksite ise ülesanded?

V: Ja ei ma ei julgeks hakata ise... ma võib-olla natuke merikala asemel teeks muu asja võibolla aga need juhtmed ja ühendused, need peaks enne kellegagi läbi tegema.

K: Kas need sobivad paremini paberkandjal või internetikeskkonda?

V: No internet on väga hea aga võibolla ta tahab seda ühendamist... See võiks paberil olla.

K: See skeem?

V: Jah, see skeem paberi peale panna. Sealt saab täpselt vaadata. See peaks olema hästi-hästi täpne.

K: Jaa, see on küll tõsi. Kuidas hindate materjalide kujundust?

V: Jaa, kõik on super minu meelest.

K: Nii ja kas on midagi, mida lisaksite õppematerjalidele juurde?

V: Jah, mina lisaks selle ka, et kuhu poodi ma lähen neid ostma, mis nad maksavad. Et ma kujutan ette, et õpetajad peaks need kõik ise ära ostma. Sest kui ütleks, et ostke see ja see, siis tulekski hunnik sihukest asja, millega pole midagi teha.

K: Ja nii, ja siis veel lõpetuseks, kas teil on veel soovitusi, võib-olla õppematerjalide, parandamiseks ja täiendamiseks?

V: Ma ütlesin juba soovitused ära, et võibolla tõesti natuke veel täpsemalt, võib-olla isegi video kuidas need juhtmed kokku käivad.

K: Ahah. Jah

V: Siis ei oleks ju tegelikult tehnoloogia õpetajat vajagi.

K: Ja aga kas on veel midagi mida ma ei küsinud või soovite õppematerjalide kohta öelda?

C1

C6

C6

C4

C5