

Digitaalinen CNC-jyrsin-oppimateriaali opiskelijan oman
tuottamisen tukena

Leea Jantonen
Jussi Kalli
Käsityökasvatus
Pro gradu -tutkielma
Turun Yliopisto
Opettajankoulutuslaitos
Rauman kampus
Maaliskuu 2020

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on
tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO

Kasvatustieteiden tiedekunta

Opettajankoulutuslaitos, Rauman kampus

JANTONEN LEEA Digitaalinen CNC-jyrsin-oppimateriaali opiskelijan oman
KALLI JUSSI tuottamisen tukena

Pro gradu -tutkielma, 92 s., 12 liites.

Käsityökasvatus

Maaliskuu 2020

Tämän tutkielman tarkoituksena on kehittää CNC-jyrsimelle tarkoitettu oppimateriaali, joka auttaa käyttäjää kehittämään jyrsintä taitoaan sekä tukee koneella tapahtuvaa työskentelyä. Tutkielmassa ollaan kiinnostuneita siitä, millainen CNC-jyrsin-oppimateriaalin tulee olla, jotta se tukee opiskelijan omaa tuottamistoimintaa. Oppimateriaali on tuotettu Turun Yliopiston opettajankoulutuslaitos Raumalla käytössä olevan CNC-jyrsimen ohjelmistoihin sopivaksi. Tässä kyseisessä koneessa hyödynnetään piirto-ohjelmaa VCarvePro ja itse jyrsinkoneessa ohjain ohjelmaa Bach.

Tutkielma on kaksisyklinen design-tutkimus. Syklissä 1 kehitettiin oppimateriaalin ensimmäinen versio, jonka jälkeen avoimen kyselylomakkeen avulla (N=6) kerättiin tietoa oppimateriaalin kehittämiskohteista opiskelijoilta, jotka osallistuivat Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos Rauman KSS6.4 CNC-teknologia taitojen oppimisympäristönä -kurssille. Syklissä 2 tehtiin syklin 1 edellyttämät korjaukset oppimateriaaliin ja selvitettiin oppimateriaalin laatua tässä pisteessä kyselyn avulla, joka oli täytettävissä Webropol -sivustolla. Kysely sisälsi sekä avoimia kysymyksiä että väittämiä, joihin vastattiin Likertin asteikon avulla. Kyselyyn vastasi 17 Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos Rauman opiskelijaa. Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen aineisto analysoitiin erillään. Kvantitatiivisen aineiston tehtävänä on tukea kvalitatiivista aineistoa. Tuloksia on verrattu toisiinsa ja tulokset ovat keskenään samansuuntaisia.

Tärkeitä ominaisuuksia hyvässä oppimateriaalissa ovat vaihe vaiheelta ohjeet, käyttöympäristön huomiointi, opastus käyttöön ja visuaalinen ulkoasu. Lisäksi eri tasoisille käyttäjille soveltuvan oppimateriaalin tuottaminen havaittiin haasteelliseksi.

Asiasanat: CNC-jyrsin, teknologiakasvatus, oppimateriaali, taidon oppiminen

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	AIEMMAT TUTKIMUKSET	3
3	KÄSITYÖKASVATUS	5
3.1	Käsityö.....	5
3.2	Kokonainen käsityöprosessi	6
3.3	Teknologiakasvatus osana käsityökasvatusta.....	7
3.4	CNC-Teknologia osana teknologiakasvatusta.....	9
3.5	Taidon oppiminen käsityössä	10
3.6	Käsityökasvatus yhteenveto	12
4	OPPIMATERIAALIN TUOTTAMINEN	14
4.1	Taustalla vaikuttavat oppimiskäsitykset.....	14
4.2	Oppimateriaalin tuottamisen lähtökohtia	16
4.3	Digitaalinen oppimateriaali	17
4.4	Oppimateriaalin tuottaminen yhteenveto	20
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	22
5.1	Teoreettinen viitekehysmalli ja tutkimuskysymys	22
5.2	Kampuksen CNC-jyrsimen kokoonpano.....	23
5.3	Tuottamista ohjaavat kriteerit.....	24
5.3.1	Käytettävyyden näkökulma.....	25
5.3.2	Sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma.....	26
5.4	Oman oppimateriaalin esittely.....	27
5.5	Design-tutkimus	34
6	SYKLI 1	39
6.1	Lähtökohdat oppimateriaalin tuottamiseen	39
6.2	Syklin 1 toteuttaminen.....	39
6.3	Syklin 1 tulokset.....	42

6.3.1	Käytettävyyden näkökulma.....	42
6.3.2	Sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma.....	45
6.4	Syklin 1 johtopäätökset	46
7	SYKLI 2	48
7.1	Syklin 2 toteuttaminen.....	48
7.2	Syklin 2 tulokset.....	50
7.3	Syklin 2 johtopäätökset	64
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	66
8.1	Parannuksia oppimateriaaliin sekä eritasoisten käyttäjäryhmien kokemukset oppimateriaalista	66
8.2	Yhteenveto johtopäätöksistä.....	71
9	POHDINTA	73
9.1	Tutkimuksen luotettavuustarkastelu.....	73
9.2	Tutkimusetiikka.....	77
9.3	Jatkotutkimusehdotukset ja korjaukset.....	80
	LÄHTEET.....	84
	LIITTEET	93

Taulukot

TAULUKKO 1. Syklin 1 aineisto.....	42
TAULUKKO 2. Luotettavuuden tarkastelu kahden tutkimusotteen välillä.....	74

Kuviot

KUVIO 1. Tutkimuksen teoreettinen viitekehysmalli.	22
KUVIO 2. Design-tutkimuksen mikro-, meso- ja makrosyklit (McKenney & Reeves 2012, 78).	37
KUVIO 3. Tutkielmassa esiintyvät syklit.	38
KUVIO 4. Syklin 1 eteneminen.	46
KUVIO 5. Visuaalisuus	51
KUVIO 6. Helppous	53
KUVIO 7. Yksinkertaisuus ja jäsentely	54
KUVIO 8. Navigointi.....	56
KUVIO 9. Haasteelliset sisällöt	57
KUVIO 10. Selkeys	59
KUVIO 11. Teoriaa ja yleistietoa -osio	60
KUVIO 12. VCarvePro -osio.....	62
KUVIO 13. Bach CNC-jyrsimen ohjaus -osio.....	63
KUVIO 14. Syklin 2 eteneminen.	65

Kuvat

KUVA 1. Ohjeita piirtämisen aloittamiseen sekä esimerkki siitä, kuinka ohjelman käskyjä on korostettu värein.	29
KUVA 2. Bach -osiosta löytyviä demonstraatiovideoita.	30
KUVA 3. Oppimateriaalin rakenne.....	31
KUVA 4. Oppimateriaalin päävalikko, jossa näkyvät sen kolme pääosiota.....	32

1 JOHDANTO

Teknologiakasvatus kuuluu Suomessa osaksi käsityökasvatusta (Peltonen 2009, 17). Opettajilla ei kuitenkaan aina ole käsitystä siitä, millaista teknologian opetuksen pitäisi olla. Ja vaikka opettajat tiedostaisivatkin teknologiakasvatuksen edellytykset, he eivät välttämättä silti hallitse taitoja teknologian opettamiseen. Olisikin tärkeää, että opettajat päivittäisivät osaamistaan siten, että se vastaisi tämän päivän teknologiaa. (Chikasanda, Otrel-Cass, Williams, Jones 2012, 605-606, 617.) Tällaisena taitona voidaan pitää esimerkiksi taitoa käyttää erilaisia piirto-ohjelmia, sillä niiden hyödyntämistä edellytetään perusopetuksen käsityöoppiaineelta osana käsityön opetusta. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 271). Tämän tutkielman tarkoituksena onkin kehittää CNC-jyrsimelle tarkoitettu oppimateriaali, joka auttaa käyttäjää kehittämään taitoaan CNC-jyrsiä sekä tukee CNC-jyrsimellä tapahtuvaa tuottamistoimintaa. Olemme jättäneet didaktiikan käsittelemättä oppimateriaalissa, vaikka se on erityisen oleellinen osa opettajankoulutusta. Teimme tämän ratkaisun, jotta opettajaksi opiskelevat oppivat itse koneeseen liittyvät haasteelliset sisällöt ennen kuin alkavat pohtia niiden opettamista eteenpäin, sillä taidon opettaminen vaatii taidon syvällistä hallitsemista (Koehler & Mishra 2008, 13).

Tässä tutkielmassa ollaan kiinnostuneita siitä, millainen CNC-jyrsimelle kehitetyn oppimateriaalin tulee olla, jotta se tukee opiskelijan omaa tuottamistoimintaa. Tässä tutkielmassa hyödynnetään lähestymistapana design-tutkimusta, joka on havaittu toimivaksi lähestymistavaksi opetuksen kehittämisessä. Esimerkiksi oppimisympäristöjä tai oppimateriaaleja on aiemmin kehitetty sen avulla. (Juuti & Lavonen 2013, 46.) Tutkielman osana on toteutettu design-tutkimuksen menetelmin digitaalista CNC-jyrsimelle tarkoitettua oppimateriaalia. Design-tutkimuksen menetelmien mukaisesti oppimateriaalille on asetettu erinäisiä kriteerejä, jotka ovat ikään kuin tavoitteita, joiden suuntaisesti oppimateriaalia on tarkoitus kehittää, jotta se täyttää oppimateriaalin päätavoitteen, eli tukee uuden asian oppimisessa. Erot eri tahojen määrittelemien oppimateriaalin laatukriteerien välillä ovat pieniä ja näin ollen ei ole suurta merkitystä, mitä kriteerejä oppimateriaalia valmistettaessa noudattaa. (Ekonoja 2014, 66, 188, 190.) Tässä tutkielmassa laatukriteerien määrittelyn pohjana on käytetty Opetushallituksen (2006) määrittelemiä verkko-oppimateriaalin laatukriteerejä. (Opetushallitus 2006, 5.) Nämä asetetut kriteerit on jaoteltu Ekonojan (2014) esittämien tärkeimpien näkökulmien

mukaisesti *käytettävyyden näkökulmaan* sekä *sisällön ja pedagogisen laadun näkökulmaan* (Ekonoja 2014, 188).

2 AIEMMAT TUTKIMUKSET

Turun yliopiston Rauman opettajankoulutuslaitoksella on aiemmin tehty oppimateriaalitutkimusta opinnäytetyönä muun muassa lasertyöstöasemalle tuotetun e-oppimateriaalin muodossa. Kyseessä oli käytettävyystudkimus, jossa selvitettiin sitä, millainen on käytettävyydeltään hyvä konekohtainen e-oppimateriaali. Aineiston keruun menetelminä tässä tutkielmassa hyödynnettiin lomakekyselyä sekä teemahaastatteluja. Tulokset on esitetty tutkielmassa käytettävyyden neljän osa-alueen avulla (ymmärrettävyys, vaivattomuus, kattavuus ja esteettinen miellyttävyys). Tutkielmassa selvisi, että täydellistä oppimateriaalia ei ole mahdollista tuottaa, kun kohdejoukkona on heterogeeninen joukko, jonka lähtötasossa ja tottumuksissa on hajontaa. Niin sanotun kultaisen keskitien valinta nähtiin parhaana vaihtoehtona. Lisäksi todettiin, että tärkeää olisi e-oppimateriaalia tehtäessä kiinnittää huomiota käytettävissä olevaan ohjelmistoon, sillä ne päivittyvät ja sen seurauksena ohjelmiston ulkoasu ja ominaisuudet saattavat muuttua. E-oppimateriaalin hyvänä puolena nähtiin kuitenkin se, että sitä on mahdollista päivittää ohjelmistojen uusiutuessa. (Mattila & Syrjäla 2017, 25, 55-61.)

Pro gradu tutkielmana on tuotettu myös tutkivan tuottamisen periaatteiden mukaisesti konekohtaista CNC-metallijyrsimen e-oppimateriaalin laatutavoiteteoreemaa sekä suunniteltu ja valmistettu laatutavoiteteoreemaa hyödyntäen opiskelijoille heidän itsenäistä opiskeluaan tukeva oppimateriaali ja lopuksi testattu tämän oppimateriaalin toimivuutta käsityön aineenopettaja opiskelijoiden opintojaksolla. Tutkielmassa on hyödynnetty sekä määrällistä että laadullista aineistoa. Opetusmateriaalin havaittiin ohjaavan eri tavoin kokeneempaa käyttäjää kuin kokemattomampaa käyttäjää. Kokeneemmat käyttivät materiaalia muistinsa tueksi, kun kokemattomammat oppivat laitteen peruskäytön ja saivat ideoita siihen, mihin kyseistä laitetta voi hyödyntää. (Isohanni ja Koski 2018, 1,3, 62-83.)

Lisäksi Korhonen ja Rintala (2017) sekä Suvikas (2016) tutkivat Pro gradu -tutkielmissaan video-oppimateriaaleja. (Korhonen & Rintala 2017, 22; Suvikas 2016, 40). Korhonen ja Rintala (2017) loivat video-oppimateriaalin osana opinnäytetyötään ja tutkivat itseohjautuvan piirto-ohjelmien käyttötaidon kehittymistä kehittämistutkimuksen menetelmin. (Korhonen & Rintala 2017, 16-17). Kehittämistutkimus ja design-tutkimus ovat suomen kielessä synonyymejä (Pernaa 2013, 10). Suvikas (2016) taas tutki, kuinka Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos Rauman opiskelijat kokevat

perhdytysvideoiden hyödyttävän heitä aineenhallinnan kehittämässä sekä turvallisessa työskentelyssä. Suvikkaan (2016) tutkielmassa selvisi, että pääosin kaikki vastaajat kokivat videot hyödyllisiksi, mutta eniten videoista hyötyivät ne opiskelijat, joilla oli huonoin taitotaso (Suvikas 2016, 56-58). Korhosen ja Rintalan (2017) tutkielmassa selvisi, että taitoa voidaan kehittää itsenäisesti video-oppimateriaalin avulla. Lisäksi videopohjaisuuden nähtiin pienentävän kynnystä taitojen itsenäiseen opiskeluun. (Korhonen & Rintala 2017, 39-55.)

Ekonojan (2014) väitöskirjassa tutkitaan sitä, millaisia hyötyjä saavutetaan, kun oppimateriaaleja käytetään tieto- ja viestintätekniiikan opetuksen apuna. Tutkimuksessa kehitetään kehittämistutkimuksen menetelmin (design-based research) oppimateriaali tieto- ja viestintäteknologian opetukseen. Keskeisimpinä ominaisuuksina oppimateriaaleille voidaan pitää sisällön laatua, pedagogisia näkökohtia ja luettavuutta. Silloin, kun oppimateriaali toteuttaa nämä ominaisuudet kiitettävästi, se tukee hyvää oppimista. (Ekonoja 2014, 76-78, 187-191). Myös Kettunen (2010) on hyödyntänyt kehittämistutkimusta (design-based research, design research) lähestymistapana omassa väitöskirjassaan. Tutkimuksen osana kehitettiin oppimateriaali sukupuolikasvatukseen. Haasteeksi oppimateriaalin kehittämisessä muodostui kaiken tarvittavan sisällön sisällyttäminen oppimateriaaliin. Esimerkiksi erilaisia perhetyyppejä on kovin paljon. Tutkimuksessa havaittiin, että oppimateriaalit välittävät aina tietoa ympäröivästä yhteiskunnasta. (Kettunen 2010, 56-59, 97-101.)

3 KÄSITYÖKASVATUS

3.1 Käsityö

Ennen käsityötä tehtiin pääasiassa kotona ja tavoitteena oli valmistaa kodin hyötytarvikkeita. Nykyaikana käsityön tekemiseen liittyy vahvasti yksilöllistä esiintuloa. Käsityö toimintana on yhteydessä vuorovaikutukseen sekä kanssakäymiseen toisten ihmisten kanssa. Tällaisessa vuorovaikutuksessa ihmiset kehittävät taitojaan ja itseään yhdessä toisten kanssa, siten myös kommunikoinnilla ja puheella on merkityksensä. Käsityönä ei siten voida pitää sellaista ruumiillisuuteen liittyvää työtä, joka tähtää ainoastaan välttämättömien hyödykkeiden saavuttamiseen. (Karppinen 2005, 21.) Käsityö koostuukin materiaalien tuotteiden ja esineiden tuottamisesta materiaaleja ja taitoja hyödyntäen. Käsityö kehittää ihmistä kokonaisuutena, mutta erityisesti pitkäjänteisyyttä ja huolellisuutta. (Kananoja 2009, 18.) Tuotoksen lisäksi käsitöissä arvokkaana pidetään laadukasta prosessia sekä kädentaitoja. Käsityötaito voidaan nähdä sellaisena taitavana tekemisenä, joka kysyy pitkäjänteistä harjoittelua ja oppimista. (Karppinen 2005, 77.)

Lepistö (2004) määrittelee käsityön ihmisen inhimilliseksi ja intentionaaliseksi tuottamistoiminnaksi, jonka lopputuloksena muodostuu taitoja sekä ulkoisia konkreetteja tuotoksia. Käsityötä tehtäessä konkreettista materiaalia työstetään käsityötekniikkoja hyödyntäen. Käsityö nähdään määritelmässä prosessina, jota ohjaa ajatus, siihen sisältyy idea tuotoksesta sekä ajatus ja tieto tuotoksen toteuttamisesta. Käsityöprosessi vaatii ihmisen, teknologian ja ympäristön vuorovaikutusta sekä käytännön ja teorian yhdistämistä. Parhaimmillaan ihminen kehittyy kokonaisvaltaisen käsityön avulla kokonaisuutena. Tiedonhallinnan avartuminen ja kehittyminen liittyvät käsityötaitoon. Ne näkyvät henkilökohtaisina tietojen ja taitojen hyödyntämisinä vastuullisesti ja luovasti käsityötuotteita suunniteltaessa, valmistettaessa ja arvioitaessa. (Lepistö 2004, 39.) Käsityö voidaan määritellä myös moniulotteiseksi kokonaisuudeksi, johon liittyy sekä kulttuurin että ympäristön hyödyntäminen, havainnointi sekä niiden muokkaaminen toiminnan avulla. Käsityöhön liittyy konkreettien tuotteiden, esineiden ja teosten tuottaminen siihen maailmaan, jossa elämme. Käsityötä voidaan näin nimittää erääksi perusaktiviteetiksi, joka liittyy inhimilliseen olemiseen ja johon liittyy valmistamisen lisäksi myös toiminta ja työ. (Karppinen 2005, 83.)

3.2 Kokonainen käsityöprosessi

Ennen käsityöissä on painotettu tuotteiden valmistamista ohjeiden mukaan. Tällöin sijaa ei jäänyt omalle suunnittelulle ja luovuudelle. (Lindfors 2012, 361.) Tällaista mallien mukaan tuottamista kutsutaan kohdekäsityöksi. Tavoitteena kohdekäsityössä on tietyn tuotteen valmistamisen avulla oppia tarvittavat taidot. Nykyään muun muassa käsityöopetuksessa pyritään siihen, ettei opettaja anna oppilaille aihetta tai työtä valmiina, jolloin oppilaan tulisi ainoastaan valmistaa määrätty tuote. (Metsärinne 2007, 81-100.)

Prosessia, jossa toteutuu käsityön tekijän itse tekemä ideointi, suunnittelu, toteutus ja itsearviointi kutsutaan kokonaiseksi käsityöksi. (Hilmola 2011, 142). Kokonainen käsityöprosessi lähtee liikkeelle ideoinnista. Ideoinnin tukena voidaan käyttää erilaisia virikkeitä, jotka motivoivat suunnittelemaan. Ideoinnin aikana voidaan toteuttaa erilaisia kokeiluja ja mallikappaleita. Tällöin ideointia voidaan pitää muotoiluna. Ideointivaiheen jälkeen seuraa suunnitteluvaihe. Tuotteen suunnitteluprosessi ei kuitenkaan välttämättä etene lineaarisesti. Suunnitteluvaihe jakautuu tekniseen ja visuaaliseen suunnitteluun ja tehdäkseen suunnitelmia yksilö tarvitsee tietoa. Tietoa suunnittelun tueksi saa esimerkiksi kirjoista tai internetistä. Ideoinnin ja suunnittelun jälkeen siirrytään valmistamaan varsinaista käsityötuotetta. Valmistusvaiheessa tuote on tarkoitus toteuttaa tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Suunnitelma saattaa kuitenkin muuttua vielä valmistusvaiheen aikana, sillä käsityöprosessi on luonteeltaan ongelmanratkaisuprosessi, jonka seurauksena käsityön tekijä oppii uutta. Viimeisenä vaiheena kokonaiseen käsityöprosessiin kuuluu arviointi, joka sisältää sekä tuotteen että prosessin arvioinnin. (Pöllänen & Kröger 2004, 160-172.) Näin käsityötä tehdessä toteutetaan omia ideoita ja ratkaistaan samalla ongelmia, jotka liittyvät niin visuaaliseen kuin tekniseen suunnitteluun, mutta myös itse työn suunnitelman mukaiseen toteuttamiseen (Lepistö 2004, 39).

Kokonaisessa käsityössä ideana on se, että käsityön tekijä on pääasiassa käsityönsä toteutuksessa alusta loppuun asti. Tuottamisen pitää lähteä liikkeelle tekijän lähtökohdista, niin että hän ymmärtää, mitä tapahtuu ja on kykenevä ilmaisemaan ja toteuttamaan itseään käsityöllisesti ja hallitsemaan ympäristöään (Metsärinne 2007, 83-89.) Kokonaisen käsityön taustalla vaikuttaakin oppimiskäsitys, jossa oppiminen nähdään taitojen rakennusprosessina, jota tapahtuu sekä yksilöllisesti että yhteisöllisesti ja se

synnyttää samalla kulttuurista osallisuutta (Hilmola 2011, 143). Jos kokonaisen käsityöprosessin kaikki vaiheet eivät toteudu, tulee käsityöstä silloin ositettua käsityötä (Pöllänen 2005, 137).

3.3 Teknologiakasvatus osana käsityökasvatusta

Teknologiasta puhuttaessa useat mieltävät teknologian huipputeknologiaksi, vaikka valtaosa käytössä olevasta teknologiasta on arkipäiväistä tai jopa vanhahtavaa. Arkipäivän teknologia on kuitenkin kehittynyt teknologian kehittämisen tuloksena ja siten suurin osa ihmisen tekemästä maailmasta perustuu tällaiseen arkipäivän teknologiaan, jonka pohjana ovat ihmiselle tyypilliset tiedot ja taidot. (Lindh 2006, 33.) Yhdysvalloissa teknologiaopetusta lisätään yhä useammin. Tämä saattaa viitata siihen, että teknologiakasvatusta pidetään yhä tärkeämpänä osana yleistä oppimiskokemusta. (Dugger, W. E. 2007, 20.) Kehittyvä teknologia edellyttää uudenlaisia taitoja ja tietoja (Liu & Jou 2008, 43). Koulutuksen onkin tärkeää muuttua sosiaalisen ja teollisen kehityksen mukana (Kananoja 2009, 17).

Teknologiakasvatuksessa oppilaat oppivat kriteerejä ja rajoitteita ymmärtäen suunnittelemaan systeemejä ja tuotteita. Suunnittelulla pyritään ratkaisemaan ongelmia ja tekemään ratkaisuja sekä luomaan kaksi- ja kolmiulotteisia malleja. Ongelman ratkaisuun apuna hyödynnetään matemaattisia ja luonnontieteellisiä peruseriaatteita sekä työkaluja. (Loveland 2012, 116.) Teknologiakasvatus tulisikin nähdä ympäristöämme muokkaavana kulttuurisena tekijänä. Taitoja kuten kirjoitus-, luku-, laskemis- ja tietokoneen käyttötaito voidaan pitää osana kulttuuriamme. (Kantola & Kananoja 2002, 69.)

Suomessa käsityökasvatus korostaa yksilöllistä kykyä muuttaa omaa elämän todellisuutta käsitöiden kautta. Erona teknologiakasvatuksen ja käsityökasvatuksen välillä on se, että käsityökasvatusta opettaessa tavoitteena on toteuttaa eri tieteiden teknologiakasvatusta ja käsityökasvatusta uudistettaessa, on tärkeää miettiä perusteellisesti, mitkä muut tieteet voivat toimia käsityökasvatuksen aputieteinä. Teknologiakasvatuksessa taas pohditaan, minkä tieteenalan teknologian hallintaan tulisi kasvattaa käsityötunneilla. (Peltonen 2007, 25-28.) Teknologia integroikin muiden tieteenalojen tietoja ja kehittää niistä uusia ideoita (Migounov & Petryakov 2002, 154).

Käsityökasvatuksen teknologia on sellaista ominaisteknologiaa, joka muotoutuu käsityön oppimisen, opettamisen ja toteuttamisen vaatimuksiin. Tämän kaltainen teknologia ei ole korvattavissa ajatuksella yleisluonteisesta teknologiakasvatuksesta. (Peltonen 2007, 26-28.) Vaikka muissakin oppiaineissa olisi teknologiakasvatukseen soveltuvaa substanssia, tärkeimpinä sisältöalueina teknologiasta ja kasvatuksesta toistensa yhteydessä voidaan pitää käytännön toiminnallisuuden tietoon ja taitoon liittyviä oppiaineita, kuten käsitöitä ja toisaalta taas luonnontieteellistä tietoa painottavat oppiaineet, kuten kemia ja fysiikka. (Lindh 2006, 81.) Teknologiaskasvatus onkin Suomessa osa käsityökasvatusta (Peltonen 2009, 17). Käsityökasvatuksen ja teknologiakasvatuksen yhteinen alue löytyy käytännöstä ja tekemällä oppimisesta (Kananoja 2009, 42).

Siinä, että teknologiakasvatus mielletään osaksi käsityökasvatusta, on kuitenkin myös omat haasteensa. Tällaisena haasteena voidaan pitää esimerkiksi teknologian, käsityön ja tekniikan yhdistämistä. (Hast 2011, 25, 160-161.) Tai sitä, ettei teknologiakasvatuksella ole järjestelmällisiä kansallisia ohjeita eikä määritettyä kehityssuuntaa. Yläkouluissa käsityöoppiainetta opettavat aineenopettajat, jonka takia tilanne on niissä parempi kuin alakouluissa. (Kananoja 2009, 17.)

Teknologiakasvatuksen pääajatuksena on taitojen kehittyminen työelämää varten. Koska ei voida olla varmoja, minkälaiset taidot ovat tulevaisuuden työelämässä tärkeitä, teknologiakasvatuksen on tärkeä painottaa mentaalisia prosesseja sekä ongelmanratkaisua teknologian kehittämässä. Työelämässä tullaan tarvitsemaan yhä useammin teoreettista tietoa sekä luovuutta ja laaja-alaista osaamista. Uudenlaisen teknologian ymmärtäminen kysyy käyttäjältään logiikkaa, analyttisyyttä ja abstraktin ajattelun taitoa sekä kykyä hyödyntää näitä taitoja käytännössä. (Kananoja 2009, 17-20.) Elämässä korostuvatkin tulevaisuudessa sellaiset taidot, jotka auttavat uudessa ja epävarmassa tilanteessa toimimisessa. Ei ole kyse pelkästään siitä, että tietää miten kuuluu toimia, vaan myös siitä, että uskaltaa sekä osaa tehdä ratkaisuja ja käytännössä toteuttaa näitä ratkaisuja. (Lindfors 2012, 360-364.)

Teknologiakasvatuksessa opitaan teknologisen tietämyksen lisäksi myös teknologiaan liittyviä taitoja, joiden avulla on helpompi ymmärtää teknologian ja siihen liittyvien ilmiöiden keskinäisiä riippuvuussuhteita (Lindh 2006, 76). Teknologiaskasvatus onkin käytännön taitojen ja tietojen sekä ympäröivään kulttuuriin sitoutuvan oppimisen yhdistelmä. Tällainen yhdistelmä tekee teknologiakasvatuksesta uniikin oppiaineen.

(Fox-Turnbull 2012, 55.) Tällaisen oppiaineen tavoitteena on rakennetun maailman ymmärtäminen ja siinä pärjääminen. Teknologiaan liittyvät taidot ovat käytännössä esimerkiksi keksimis-, valmistus-, tuottamis- ja korjaustaitoja, teknologisten laitteiden käyttötaitoja sekä teknologisten keksintöjen sovellustaitoja. Osa näistä taidoista on konkreettien esineiden ideointia, suunnittelua, muotoilua sekä erilaisten toiminnallisten rakenteiden valmistamista. (Lindh 2006, 76.) Perinteisesti opettaja on voinut määrittellä jonkin projektin etukäteen määrätyillä työvaiheilla, materiaaleilla ja suunnitelmilla. Oppilaiden tehtävä oli tällöin noudattaa passiivisena suunnitelmaa ja arviointiperustana oli tuotteen samankaltaisuus opettajan esittämän mallikappaleen kanssa. Nykyään opettajat antavat lähinnä tuotetyhjiön tai ongelman ja listan kriteerejä ja rajoituksia sekä mahdollisuuden käyttää monenlaisia materiaaleja. (Loveland 2012, 128.) Teknologiakasvatus ei siis tarkoita materiaalista luopumista. Käytännön teknologiselle oppimiselle materiaali on edelleen luonnollinen lähtökohta. Opettamisen pitäisi kuitenkin pohjautua projekteihin, aihepiireihin, teemoihin ja ongelmanratkaisuun sen sijaan, että keskitytään materiaalin parissa toimimisen ja sen kautta taitojen oppimiseen. (Kananaja 2009, 42.)

3.4 CNC-Teknologia osana teknologiakasvatusta

CNC-teknologiaa käsitellään tässä tutkielmassa eräänä käsityökasvatuksen piiriin kuuluvan teknologiakasvatuksen sisältönä (Peltonen 2009, 17). Muun muassa piirto-ohjelmien käyttö suunniteltaessa sekä erilaisten koneiden ja laitteiden hyödyntäminen kuuluvat osaksi perusopetuksen käsityöoppiainetta (Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteet 2014, 270-271, 430).

CNC (Computerized Numerical Control) tarkoittaa tietokoneistettua numeerista ohjausta (Keinänen & Kärkinen 2011, 184). CNC-teknologiaa hyödynnettäessä käytetään teknisen piirtämisen apuna CAD-ohjelmia (Computer Aided Design). Niiden avulla voidaan luoda monipuolisia piirustuksia valmistettavista kappaleista sekä kolmiulotteisia malleja, joita on mahdollista käänellä ja käsitellä. (Alarova, Autio, Niemi, Repo & Yli-Viikari 2007, 101.) CAD-ohjelman avulla suunnitellaan nopeasti uusia tuotteita, muutetaan vanhojen osien mittoja ja voidaan visuaalisesti tarkastella kappaleen ulkomuotoa (Mercer 2000, 10-

11). CAD-suunnittelussa kappaleet piirretään 1:1, eli todellisissa mittasuhteissa (Keinänen & Kärkinen 2011, 51-52).

Suunniteltua CAD-mallia hyödynnetään työstörajojen tekemisessä (Pikkarainen & Mustonen 2010, 110). Työstöradat luodaan CAM-ohjelmistolla, niiden avulla CNC-kone työstää kappaleen valmiiksi tuotteeksi. Olemassa on sekä integroituja järjestelmiä että hajautettuja järjestelmiä. (Pikkarainen & Mustonen 2010, 110.) Integroiduissa järjestelmissä on CAD/CAM-ohjelmisto, jossa yhden ohjelmiston avulla voidaan hoitaa sekä tuotteen suunnittelu ja mallinnus että työstörajojen luonti (Mercer 2000, 12-13). Hajautetuissa järjestelmissä taas CAD-ohjelma ja CAM-ohjelma ovat erikseen ja CAD-malli siirretään CAM-ohjelmaan työstörajojen luontia varten (Pikkarainen & Mustonen 2010, 110). CAM-ohjelmistoissa luodut työstöradat taas muutetaan G-koodiksi. G-koodit ohjaavat käytettävän CNC-koneen toimintoja. (Pikkarainen & Mustonen 2010, 117.) G-koodi luodaan siis CAM-ohjelmalla hyödyntämällä CAD-ohjelmistossa luotua mallia, huomioiden sekä työstettävän aihion koko että käytettävissä olevien työkalun mitat (Sääski, Salonen & Paro 2007, 8). Koodina CAM-ohjelmassa luotu työstöohjelma eli G-koodi voidaan siirtää työstökoneelle työstöä varten (Keinänen & Kärkinen 2011, 189). G-koodit ilmaisevat koneelle, kuinka sen tulee työskennellä (Vesämäki 2014, 66).

3.5 Taidon oppiminen käsityössä

Taito- ja taideaineiden terapeuttinen merkitys on nähty aiemminkin, mutta niiden merkityksestä tiedonhankinnassa ei ole niinkään keskusteltu. Tyypillistä on kuitenkin se, että keholliset taidot saavat vähemmän arvostusta, kuin henkiset. Olisikin tärkeää, että taito- ja taideaineiden merkitys kokonaisvaltaiselle kasvulle ei unohdu. (Räsänen 2009, 28.) Saavutetut tiedot ja taidot ovat yksilön välineitä kertoa itsestään ja ominaisuuksistaan. Ne ovat pääomaa, jotka auttavat selviytymään tulevaisuuden kokemuksista ja kohdatuista asioista. (Karppinen 2005, 74.) Esimerkiksi käsityöoppiaineen parissa oppilaat oppivat toimimaan sääntöjen mukaisesti ja kehittämään monia työelämässä tarvittavia taitoja (Kananoja 2009, 18). Taitoja ei tulisikaan harjoitella pelkästään taitojen itsensä takia, vaan siksi, että ne toimivat välineinä hyvän ja inhimillisen elämäntäytännön kannalta (Karppinen 2005, 73). Taito- ja taideaineissa tiedon muodostus ja ilmeneminen tapahtuu toiminnassa. Aistipohjaista

havaintotietoa pidetään tietämisen perustana. Lisäksi tiedolla on aina kytköksiä tunteisiin ja toimintaan. Tietäminen kehittyy ja ilmenee toiminnassa. Taito- ja taideaineisiin liittyy sellaista ”olemustietoa”, jolla nähdään muiden oppiaineiden opetusta syventävä vaikutus. Transfer-ilmiöllä tarkoitetaan taitoa siirtää aiempaa osaamista uusiin tilanteisiin. Siirtoa voi tapahtua oppiaineen sisällä, mutta käsite voi viitata myös sellaisiin tiedonmuodostuksen keinoihin, joissa eri alat yhdistyvät. (Räsänen 2009, 31-32.) Näin taitamisella ja tietämisellä on siis läheinen yhteys. (Karppinen 2005, 74). Käsillä tekeminen, uuden materiaalin käyttäminen tai ongelman ratkaiseminen leikkisällä tavalla tekee taidonoppimisesta miellyttävämmän, mutta se myös helpottaa prosessia (Hunt 2008, 196).

Taitoon liittyy vahvasti jatkuvuus, kun tietoon ja tietämiseen taas liittyy pitkäjänteisyys. Tieto viittaa siihen, mihin asian tila päättyy (jokin asia on valmis tai opittu). Taito taas viittaa siihen, että keksitään keinoja tämän päämäärän saavuttamiseksi. Taidon ja tiedon välillä oleva välimatka liittyy aistillisuuteen. Aistiminen konkretisoituu ihmisen aistien avulla, jolloin taitaminen ja taito eivät voi olla kovinkaan etäällä ihmisestä. (Karppinen 2005, 74.) Aistihavainnot muuttuvat ajatteluksi ja toiminnaksi, kun tietoa rakennetaan tekemisen kautta (Räsänen 2009, 35-36). Taidot tulevat ilmi konkreeteissa tuottamisprosesseissa sekä valmiiden esineiden, rakenteiden tai laitteiden olemuksessa. Nämä esineet, rakenteet ja laitteet ovat teknologista substanssia, jotka tulevat ilmi teknologisina kokonaisuuksina eli artefakteina. Niiden tuottamiseen tarvitaan keinojen oppimista sekä oppimiseen liittyvää harjaantumista. Esimerkiksi, jos oppija luo jonkin välineen avuksi jonkin toiminnon suorittamiseen, hänen on harjaannuttava myös tämän luomansa välineen käytössä. Harjaantumisella tarkoitetaan toimintaa, joka johtaa oppimiseen. Sitä ohjaavat samat tavoitteet ja siihen tarvitaan useita samanlaisia tai samankaltaisia, laadukkaita toistoja. Näiden toistojen seurauksena tulos paranee. (Lindh 2006, 46.)

Karppinen (2005) määrittelee tiedon ja taidon käsitöissä taitavana tekemisenä, jonka edellytyksenä on pitkäjänteinen harjoittelu ja oppiminen. Taitavuus ilmenee myös käsityöhön liittyvien välineiden ja materiaalien käytössä sekä tekniikoiden käytössä suunniteltaessa ja valmistettaessa. Taitoon liittyy oleellisesti harkinta, tietoinen ajattelu, kommunikointi kielen avulla ja näin mahdollistuva uusien asioiden ennalta harkitseminen, oppiminen sekä valmius yleiskäsityksen muodostamiseen työstä. Näin

taitoa ei voida pitää vain käsien ja ruumiin taitona, vaan se on nähtävä myös toimintana, johon liittyy puhetta, sosiaalista kommunikointia sekä ajattelua. (Karppinen 2005, 84.) Myös teknologialla ja taidolla on yhteys. Jotta teknologiaa voi olla olemassa, jonkun on täytynyt taitaa. Lisäksi teknologiaa voidaan opettaa ja oppia. Taitoa on myös ihmisen ja koneen välisessä vuorovaikutuksessa. Taitoja tarvitaan siihen, että uutta teknologiaa tuotetaan, mutta myös jo olemassa olevan teknologian käyttämiseen. Jos teknologiaan ja taitoon yhdistetään vielä luovuus, nousee esille kätevyyden käsite, jolloin puhutaan suoriutumuksesta teknologisessa esineympäristössä. (Lindh 2006, 47.)

3.6 Käsiyökasvatus yhteenveto

Käsiyössä lopputuloksena on kolmiulotteinen tuote, joka syntyy materiaalin muokkaamisen tuloksena (Lindfors 2012, 363). Lopputuotoksen lisäksi myös laadukas prosessi on käsitöissä arvokas. Käsiyötaito onkin mahdollista nähdä taitavana tekemisenä, joka kysyy pitkäjänteistä harjoittelua ja oppimista. (Karppinen 2005, 77.) Käsiyö on prosessi, johon liittyy ympäristön, ihmisen ja teknologian vuorovaikutusta sekä käytännön ja teorian yhdistämistä (Lepistö 2004, 39). Teknologia on tullut yhä vahvemmin osaksi käsiyötä ja käsiyön opetusta. Teknologiakasvatus mielletäänkin Suomessa osaksi käsiyökasvatusta. (Peltonen 2009, 17.) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2014) edellyttääkin muun muassa opastusta teknologisoituneessa arjessa toimimiseen (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 22). Teknologiakasvatuksessa tavoitteena on työelämän taitojen kartuttaminen. Uuden teknologian ymmärtäminen vaatii logiikkaa, analyttisyyttä ja abstraktin ajattelun taitoa sekä taitoa käyttää näitä taitoja käytännön tilanteissa. (Kananoja 2009, 17-20.) CNC-teknologiaa käsitellään tässä tutkielmassa eräänä käsiyökasvatukseen sisältyvän teknologiakasvatuksen sisältönä.

Kokonainen käsiyöprosessi on prosessi, jossa käsiyöntekijä itse ideoi, suunnittelee, toteuttaa ja arvioi koko prosessia (Hilmola 2011, 142). Jos kaikki kokonaisen käsiyöprosessin vaiheet eivät toteudu käsiyöntekijän itse tekemänä, tulee käsiyöstä ositettua käsiyötä (Pöllänen 2005, 137). CNC-teknologian avulla on mahdollista toteuttaa kokonaisen käsiyöprosessin mukaista käsiyötä. Tällöin tuotteen suunnittelu tapahtuu tietokoneella CAD-ohjelmassa teknisen piirtämisen muodossa sekä CAM

ohjelmassa, jossa ohjelmoidaan kone toteuttamaan jyrshintä halutulla tavalla. Itse valmistus tapahtuu koneellisesti CNC-laitteella.

Saavutetut tiedot ja taidot ovat yksilön välineitä kertoa itsestään ja ominaisuuksistaan sekä pääomaa, joka auttaa selviytymään tulevaisuuden kokemuksista ja kohdatuista asioista (Karppinen 2005, 74). Taidot tulevat ilmi konkreeteissa tuottamisprosesseissa sekä valmiiden esineiden, rakenteiden tai laitteiden olemuksessa. Tuottamiseen tarvitaan keinojen oppimista sekä harjaantumista. Harjaantumisella tarkoitetaan toimintaa, joka johtaa oppimiseen. Sitä ohjaavat tavoitteet ja siihen tarvitaan useita samanlaisia tai samankaltaisia, laadukkaita toistoja. (Lindh 2006, 46.) Tieto ja taito käsitöissä voidaan määritellä taitavana tekemisenä, jonka edellytyksenä on pitkäjänteinen harjoittelu ja oppiminen. Taitavuus ilmenee myös käsityö välineiden, materiaalien sekä tekniikoiden käytössä. (Karppinen 2005, 84.)

4 OPPIMATERIAALIN TUOTTAMINEN

4.1 Taustalla vaikuttavat oppimiskäsitykset

Behaviorismissa ajatellaan, että mitä tahansa voidaan opettaa ja oppia, kyse on vain oikean menetelmän valinnasta. Tällöin opetusmenetelmillä nähdään suuri vaikutus oppimiseen ja behaviorismia pidetäänkin koulutusoptimistisena. Tärkeää on opittavan aineksen jäsentäminen sekä selkeiden tavoitteiden asettaminen. Behaviorismin vahvuuksina pidetäänkin selkeyttä ja yksinkertaisuutta ja se sopii hyvin perustaitojen opetukseen ja siihen, jos isolle oppilasjoukolle halutaan välittää suuri määrä tietoa. Heikkoutena behaviorismissa on inhimillisen vuorovaikutuksen muuntuminen mekaaniseksi ja oppilaan mieltäminen passiiviseksi vastaanottajaksi. Tällöin ei oteta huomioon oppilaiden aikaisempia tiedoissa olevia eroja. Lisäksi käsitykset tiedon pysyvyydestä, kumuloituvuudesta ja siirrettävyydestä opettajalta oppilaalle on kyseenalaistettu. (Uusikylä & Atjonen 2007, 142-143.)

Behaviorismi soveltuu käsityön opetuksessa perustaitojen opetukseen ytimen ollessa tiettyjen sisältöalueiden oppimisessa. Tällöin behaviorismi yhdistyy luontevasti taitolajipainotteiseen toimintaan. Tällaiseen taitolajipainotteiseen käsityöhön kuuluvat metodeina tee näin -ohjeet, yksilöllinen harjoittelu sekä ennakoinnin ja vihjeiden avulla suorituksen tukeminen. Taitolajipainotteiseen käsityöhön liittyy oleellisesti myös taitolajista nouseva suunnittelu, joka tekee behaviorismista samalla sellaista kognitivismia, joka korostaa ajattelutaitoja. Tavoitteena taitolajipainotteisessa käsityössä on erityisesti pitkäjänteisen ja suunnitelmallisen työskentelytaidon kehittäminen sekä teknisten että fyysismotoristen kykyjen kehittäminen toimintaa hyödyntäen. Esimerkiksi silmän ja käden koordinaatio, motorinen vakaus, hienomotoriikka, sujuvuus ja tarkkuus sekä materiaalitietous, perinteet ja teknologia kuuluvat taitolajipainotteisessa käsityössä opittaviin aineksiin. (Pöllänen & Kröger 2005, 160-172.)

Kognitiivisessa oppimiskäsityksessä erilaiset tiedonhankinnan tavat nähdään samanarvoisina. Tällainen näkemys tukee nykyistä kasvatuskeskustelua, sillä kaikilla nähdään olevan mahdollisuus erilaisiin tietämisen tapoihin ja siksi niiden kehittäminen koulussa on tärkeää. (Räsänen 2009, 32.) Kognitiivisessa oppimiskäsityksessä tiedon prosessointi on tulosta tärkeämpi ja oppiminen tarkoittaakin kokemusten muuttumista, jonka havainnointi ulkoisesta käyttäytymisestä ei aina ole mahdollista. Oppija on

kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan tavoitteellinen ja aktiivinen tiedon vastaanottaja, tuottaja sekä tulkitsija. Uutta oppiessaan oppilas liittää uudet asiat aikaisempiin tietoihin ja taitoihin. Ristiriita jo olemassa olevan tiedon ja uuden tiedon välillä voi olla oppimiselle joko este tai edellytys. (Uusikylä & Atjonen 2007, 143.) Tuotesuunnittelupainotteiseen käsityöhön yhdistyy luontevasti tiedollisia taitoja korostava kognitivismi. Se korostaa ongelmanratkaisun merkitystä, joka on suunnittelussa oppimisen edellytys. Menetelmät kognitivismissa ovat aktiivista tiedon rakentamista ja kehittämistä tukevia, kuten ohjeisiin perustuvaa ohjausta, reflektointia sekä kognitiivisten työvälineiden käyttöä. Itseohjautuvuus ei kuitenkaan ole oppijan ominaisuus, vaan prosessi ja siten osa oppimista. Kun käsityönopeus lähtee turhan väljistä humanistisista oppimisteorioista, valitsevat oppilaat ainoastaan omista tarpeistaan lähteviä tuotteita ja niin oppilailla on houkutus tyytyä ajanpuutteessa valmiiden ohjeiden hyödyntämiseen siten, että valmistusohje lopulta ohjaa toimintaa. Suunnittelutaidon kehittäminen on tuotesuunnittelupainotteisen käsityön tavoitteena, jolloin tarkoitus on ratkaista ongelmia ja kehittää uusia rakenteita ja muotoja. (Pöllänen & Kröger 2005, 160-172.)

Tilannesidonnainen kognitio ja sosiokonstruktivismi ovat sosiokulttuurisia teorioita, jotka nousevat keskiöön, kun tarkoituksena on korostaa oppimisessa yhteisölliseen toimintaan osallistumisen sekä sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä (Pöllänen & Kröger 2005, 160-172). Konstruktivistisessä oppimiskäsityksessä oppiminen nähdäänkin aktiivisena kognitiivisena toimintana, jossa jo olemassa olevaa tietoa ja kokemuksia käytetään uuden tiedon ja havaintojen tulkintaan. Konstruktivismi lähteekin ajatuksesta, että tieto on aina tietäjältä riippuvaa ja se on aina yksilön ja yhteisöjen itse rakentamaa. (Uusikylä & Atjonen 2007, 145.) Konstruktivistisen oppimiskäsityksen taustalla vaikuttavat pedagogiset ajatukset ovat oppilaskeskeisyys ja uusi oppimiskulttuuri. Tietotekniikan kehityksen vuoksi käsitys opetusympäristöstä, opetusvälineistä ja oppimateriaaleista on muuttunut, sillä koko maailma on hyödynnettävissä yhtenä suurena oppimis- ja opiskeluympäristönä. (Uusikylä & Atjonen 2007, 140.)

Käsityönopeusta ei ole mahdollista rajata ainoastaan jonkin käsityön merkitystä korostavan lähtökohdan ympärille tai yhtenäiseen malliin. Eri toimintamalleilla on erityisiä piirteitä, jotka eivät sulje toisiaan pois, sillä niillä on yhteisiä elementtejä ja toisiaan tukevia muotoja. Eri toimintamallit olisikin syytä nähdä käsityönopeuksen

tavoitteita ja menetelmällisiä ratkaisuja suunniteltaessa eräänlaisina työvälineinä. Silloin kun tavoitteena on kehittää oppijoiden kokonaispersoonallisuutta, edellytetään erilaisten toimintamallien ominaispiirteiden ymmärtämistä ja toteutustapojen sekä aihepiirien vaihtelua. (Pöllänen & Kröger 2005, 160-172.)

4.2 Oppimateriaalin tuottamisen lähtökohtia

Oppimateriaali on johonkin aiheeseen ja materiaan kytkeytyvää oppiainesta, joka välittyy oppilaille ja saa heissä aikaan oppimiskokemuksia ja elämyksiä, jotka ovat tavoitteiden mukaisia. Näiden oppimiskokemusten ja elämysten seurauksena oppijan tiedoissa ja taidoissa tapahtuu pysyviä muutoksia, jotka aiheuttavat affektiivisiä vaikutuksia. (Uusikylä & Atjonen 2007, 164.) Oppimateriaaleja on kaikki se aineisto, jota oppija käyttää oppimisprosessinsa aikana (Keränen & Penttinen 2007, 148). Oppimateriaali voi olla kirjallinen, visuaalinen, auditiivinen, audiovisuaalinen, digitaalinen tai jokin muu, kuten oppimispeli tai simulaatio. Oppimateriaalien laatu on yhteydessä opetusmuotoon ja työtapoihin. Työtapojen täytyy olla sellaisia, että ne saavat käytetyn materiaalin soveltumaan pedagogisesti niin mekaaniseen kuin luovaankin toimintaan. (Uusikylä & Atjonen 2007, 164.) Tästä syystä sillä, millaista oppimateriaalia käytetään, voi olla suurikin vaikutus oppimistuloksiin. Oppimateriaalien muodon lisäksi myös sillä on väliä, miten materiaaleja käytetään opetuksessa ja millaiset ohjeet niiden käyttöön on annettu. (Packard & Race 2003, 36.) Oppimateriaalissa tärkeää on sisällön laatu, ajan tasalla oleminen sekä pedagogisesti tarkoituksenmukainen tapa esittää (Tossavainen 2015, 196). Opettajan käsitys oppimisesta vaikuttaa oppimateriaalien käyttöön, sillä opettaja antaa erilaisia tehtäviä, jos ajattelee opettamisen olevan lähinnä tiedonsiirtoa kuin silloin, kun tämä kokee oppilaan olevan aktiivinen toimija (Uusikylä & Atjonen 2007, 164).

Oppimateriaalin määrittely on vaikeaa käsitteen laajuuden vuoksi (Keränen ja Penttinen 2007, 148). Erilaisia hyvän oppimateriaalin kriteerejä on pyritty listaamaan ja niistä on muodostunut pitkiä (Uusikylä & Atjonen 2007, 166). Oppimateriaalin tuottamisprosessi alkaa ennakkosuunnittelusta ja etenee toteutusvaiheesta testaukseen ja lopuksi jakeluun. Näin se on prosessina yhtenevä muiden sisällöntuotantojen kanssa. (Keränen ja Penttinen 2007, 148.) Oppimateriaalissa tulee olla järkevä etenemisjärjestys, sen tulee jaksottaa ja painottaa sisältöä tarkoituksenmukaisesti, vastata oppilaan kehityspsykologista tasoa ja

tarjota mahdollisuus mielekkääseen ja syvälliseen oppimiseen sekä olla loogisesti ja psykologisesti rakennettu oikeaoppisesti. Lisäksi, koska ainoastaan aito kiinnostus oppimiseen edesauttaa oppimista, oppimateriaalin tulee olla myös aktivoiva ja motivoiva sekä sen tulee soveltua erilaisiin oppimistilanteisiin. (Uusikylä & Atjonen 2007, 167-168.) Pedagogisesti hyvän oppimateriaalin päämääränä tulee olla muutakin kuin käyttäjän kognitiivisen tiedon lisääminen, eikä oppimateriaalin avulla tule tyytyä tavoittelemaan vain lyhytkestoisia tuloksia. Oppimateriaalin tulee asettaa kysymyksiä ja houkuttaa oppilasta vastaamaan asetettuihin kysymyksiin sekä mahdollistaa oppilaalle toimintaa. Hyvän oppimateriaalin tulee vastata sisältökysymyksiin, antaa oppilaalle palautetta sekä sisältää haasteellisia ja muuntuvia lisätehtäviä. Toisaalta oppimateriaalin on tärkeää tarjota myös erilaisista oppimisvaikeuksista kärsiville helpotetumpia tehtäviä sekä pitää yllä eri oppijoiden mielenkiintoa. (Uusikylä & Atjonen 2007, 165.)

Maailman muuttuessa muuttuvat myös oppiminen ja opetussuunnitelmat ja siten tarvitaan myös näihin muutoksiin soveltuvaa oppimateriaalia. Oppimateriaalien kehittämisessä ydin on se, kuinka oppimista edistetään niiden avulla. Hyvän oppimateriaalin tulee vastata muuttuvassa maailmassa koulun ja oppimisen tarpeisiin. Lisäksi hyvän oppimateriaalin tulee herättää kiinnostus, ylläpitää motivaatiota, auttaa tavoitteiden asettamisessa sekä oman oppimisen arvioinnissa ja tukea erilaisia oppimisen tapoja. (Korhonen, Sokratous & Tamminen 2015, 32.)

Oppimateriaalipakettien hyötynä nähdään se, että oppilas kykenee etenemään niitä omaan tahtiinsa, parhaaksi havaitsemallaan tavalla ja paikasta riippumatta. Oppimateriaalipaketin valmistamisessa tärkeää on aluksi selvittää, millaisia asioita käyttäjät pystyvät tekemään itsenäisesti. Seuraavaksi selvitetään tavoitteet, jotka oppimateriaalipaketilla on ja tuotetaan materiaali. On tärkeää, että oppimateriaalissa on tekemistä myös sen käyttäjille ja että se sisältää osioita myös arviointiin ja antaa palautetta virheistä. Lisäksi on tärkeää, että käyttäjä saa ohjeita käyttäessään opetuspakettia. (Packard & Race 2003, 37-38.)

4.3 Digitaalinen oppimateriaali

Digitaalisessa muodossa olevilla oppimateriaaleilla nähdään uudenlaisia mahdollisuuksia eteenkin havainnollistamisen, motivoinnin sekä oman oppimisen arvioinnin kannalta.

(Korhonen, Sokratous & Tamminen 2015, 32.) Niiden hyötyinä nähdään oppimisen ja opettamisen monipuolistuminen, mahdollisuus etenemiseen omassa tahdissa, tietotekniikan taitojen vakiintuminen normaaliksi tavaksi oppia sekä vuorovaikutus (Kankaanranta 2015, 11). Teknologia sallii myös kuvan ja äänen käytön tekstin rinnalla sekä taustatiedon tarjoamisen linkkien avulla (Tossavainen 2015, 188). Tällaisia kutsutaan hyper/multimediaiksi, jotka ovat hypertekstin ja multimedian yhdistelmiä, joissa tärkeä ominaisuus on vuorovaikutteisuus eli interaktiivisuus. Niissä voidaan käyttää still- ja videokuvaa, erilaisia ääniefektejä, animaatioita ja tekstejä. Niiden muodostamassa kokonaisuudessa on mahdollista liikkua linkkejä ja kuvakkeita näpäyttämällä. (Uusikylä & Atjonen 2007, 174.) Yhtenä digitaalisen oppimateriaalin hyvänä puolena nähdään tallennettavuus. Se auttaa kohdentamisessa sekä seuraamisessa ja mahdollistaa suoraan tulevan palautteen, joka auttaa motivaation ylläpitämisessä. Tällaista palautetta ovat esimerkiksi mittarit, joista näkyy, kuinka paljon kyseisen aihealueen tehtäviä oppilas on tehnyt ja kuinka paljon niitä on vielä tekemättä tai etenemiseen kannustavat lausahdukset oppimateriaalissa. (Sankila 2015, 26.)

Tietotekniikan käytön kasvaminen on lisännyt mahdollisuuksia erilaisten oppimateriaalien hyödyntämiseen. Tietotekniikan hyödyntäminen ei kuitenkaan ole pelkästään positiivista. Tietotekniikkaa esimerkiksi hyödynnetään usein ainoastaan kirjojen tavoin ja ainoa poikkeus vanhaan on se, että tieto on luettavissa missä tahansa. Tietoverkkoa tulisi kuitenkin ennemmin opetuksessa hyödyntää yhteiseen tiedon rakenteluun. (Uusikylä & Atjonen 2007, 171-172.) Lisäksi esimerkiksi lukihäiriöisille ja erityistä tukea tarvitseville oppilaille painettu kirja voi soveltua paremmin kuin sähköinen kirja, sillä sähköisen kirjan aukeama ei välttämättä mahdu avautumaan kokonaan näytölle kerralla. Sivujen selaaminen edestakaisin kokonaisuuden hahmottamiseksi taas kuormittaa työmuistia huomattavasti. (Tossavainen 2015, 191.)

Digitaalisten oppimateriaalien ongelmana voidaan nähdä myös niiden suunnittelulogiikka. Tehtävät ovat usein yksinkertaisia itsenäisesti tehtäviä, jotka kone tarkistaa. Tällaiset osiot ovat kyllä käyttökelpoisia, mutta oppilaat voivat tehdä niitä helposti myös omalla ajallaan. Niiden yhteyteen tarvitaan kuitenkin laajempia tehtäviä, jotka edistäisivät useampien oppiaineiden välistä integraatiota sekä haastavia tehtäviä, joiden tekeminen vaatisi vaivannäköä, mutta palkitsisi valmiina. Digitaalinen ympäristö ei tarkoita sitä, että kaiken pitäisi olla helppoa ja nopeaa. Digitaalisten oppimateriaalien

kanssa ongelmaksi nousee helposti arjessa käytäntö. Opiskelun pariin ei päästä ajallaan, kun salasanat ovat hukassa, verkko ei toimi, tiedostot ovat kateissa, perusohjelmia ei osata käyttää tai laitteissa on ongelmia. Eräänä digitaalisen oppimateriaalien haasteena voidaan nähdä myös kuntien heikko taloustilanne ja sitä kautta laitteiden ja verkkoyhteyksien puutteet. (Sankila 2015, 27, 113-114.) Paitsi sisällön vuoksi, oppimateriaali vanhenee myös silloin, kun käsitykset oppimisesta muuttuvat. Nykyään on saavutus, jos sama oppikirja on käytössä kaksikymmentä vuotta. Tässä ajassa suurin syy vanhentumiseen on teknologian kehittyminen. Digitaalista oppimateriaalia on kuitenkin mahdollista päivittää helposti, ilman että on tuotettava kokonaan uusi materiaali. (Tossavainen 2015, 187-188.)

Teknologiaa käytetään yhä enenevässä määrin. Teknologia tulisi kuitenkin muistaa säilyttää vain perustellusti hyödynnettävänä välineenä eikä sen siten pitäisi olla päämäärä. (Tossavainen 2015, 196.) Erilaisia työmuotoja ja medioita tulisikin vastakkainasettelun sijaan hyödyntää tavoitteiden suuntaisesti kokonaisvaltaiseen oppimiseen (Mäkitalo & Wallinheimo 2012, 37). Sulauttavassa opetuksessa on kyse erilaisten opettajajohtoisten, verkkoperustaisten ja itseorganisoitujen vuorovaikutustilanteiden yhdistämisestä. Tavoitteena on rakentaa monipuolinen oppimisympäristö, jossa hyödynnetään tarkoituksenmukaisesti opetuksen erilaisia elementtejä ja prosesseja sekä tieto- ja viestintäteknikan tarjoamia ympäristöjä ja vuorovaikutuksen välineitä. (Levonen, Joutsenvirta & Parikka 2009, 16-17.)

Digitaalisia oppimateriaaleja voidaan arvioida käyttäjien eli opettajien ja oppilaiden, oppikirjojen kustantajan sekä teknologia-alustojen kehittäjän näkökulmasta (Kankaanranta 2015, 12). Sisältö ja toteutus ovat ratkaisevia tekijöitä verkko-oppimateriaalissa opettajan ja oppilaan kannalta ja erilaisia järjestelmiä onkin toteutettu laadun arviointia varten (Keränen ja Penttinen 2007, 149). Oppimateriaalin laatua on tärkeä arvioida tuottamisprosessi ja käyttötilanne huomioiden. Mikäli arviointi tapahtuu irrallaan näistä, antaa laadun arviointi kapean kuvan oppimateriaalin laadusta. Tuottamisvaiheessa tehdyillä ratkaisuilla sekä opettajien ja oppilaiden käyttämisvaiheen kokemuksilla on suuri merkitys oppimateriaalin onnistumisen kannalta. (Opetushallitus 2006, 11.)

4.4 Oppimateriaalin tuottaminen yhteenveto

Eri toimintamallit olisi syytä nähdä käsityöopetuksen tavoitteita ja menetelmällisiä ratkaisuja suunniteltaessa eräänlaisina työvälineinä. Behaviorismi sopii käsityön perustaitojen opetukseen ja sen ydin on tiettyjen sisältöalueiden oppimisessa. Tällöin behaviorismi yhdistyy luontevasti taitolajipainotteiseen toimintaan. Esimerkiksi silmän ja käden koordinaatio, motorinen vakaus, hienomotoriikka, sujuvuus ja tarkkuus sekä materiaalitietous, perinteet ja teknologia kuuluvat taitolajipainotteisessa käsityössä opittaviin aineksiin. (Pöllänen & Kröger 2005, 160-172.) Kognitiivisessa oppimiskäsityksessä tiedon prosessointi on tulosta tärkeämpi ja oppiminen onkin kokemusten muuttumista. Uutta oppiessaan oppilas liittyy uudet asiat aikaisempiin tietoihin ja taitoihin. (Uusikylä & Atjonen 2007, 143.) Kognitiivinen oppimiskäsitys näkyy tuotesuunnittelupainotteisessa käsityössä, jossa korostetaan ongelmanratkaisun merkitystä. Ongelmanratkaisu nähdään tällaisessa käsityössä oppimisen edellytyksenä. (Pöllänen & Kröger 2005, 160-172.) Tilannesidonnainen kognitio ja sosiokonstruktivismi nousevat keskiöön, kun tarkoituksena on korostaa oppimisessa yhteisölliseen toimintaan osallistumisen sekä sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä (Pöllänen & Kröger 2005, 160-172).

Oppimateriaaleihin kuuluu kaikki aineisto, jota oppija hyödyntää oppimisprosessinsa aikana (Keränen & Penttinen 2007, 148). Oppimateriaali on johonkin aiheeseen ja materiaan kytkeytyvää oppiainesta, joka välittyy oppilaille ja saa heissä aikaan oppimiskokemuksia ja elämyksiä, jotka ovat tavoitteiden mukaisia. Näiden oppimiskokemusten ja elämysten seurauksena oppijan tiedoissa ja taidoissa tapahtuu pysyviä muutoksia ja affektiivisiä vaikutuksia. (Uusikylä & Atjonen 2007, 164.) Sillä on väliä, miten materiaaleja käytetään opetuksessa ja millaiset ohjeet niiden käyttöön on annettu (Packard & Race 2003, 36).

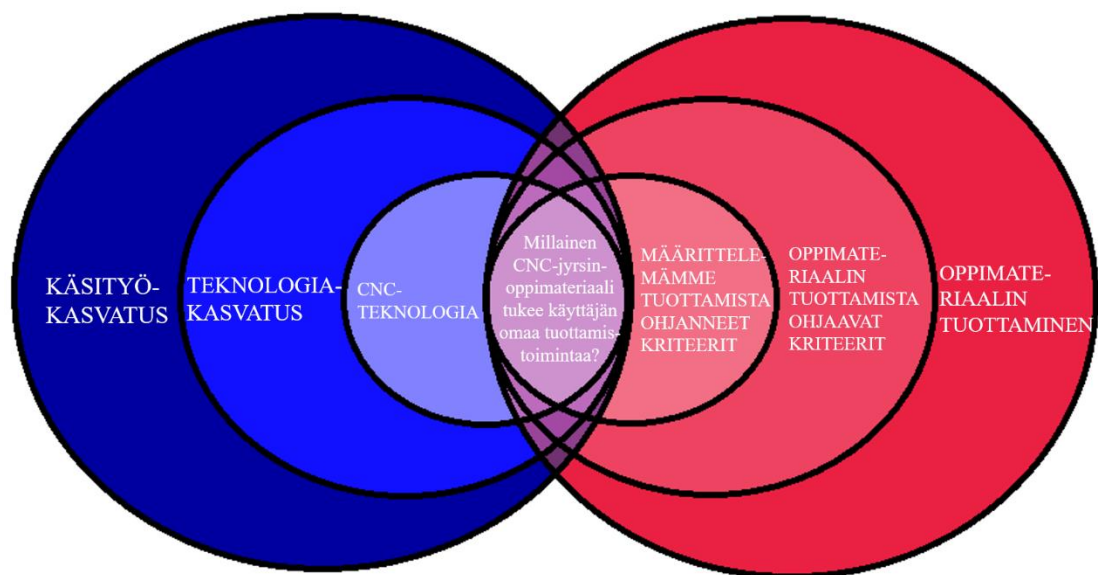
Oppimateriaalin tuottaminen on prosessi, joka muiden sisällöntuottajien tavoin, alkaa ennakkosuunnittelusta ja etenee toteutusvaiheesta testaukseen ja lopuksi jakeluun (Keränen ja Penttinen 2007, 148). Oppimateriaalia tulee kehittää ja sen tulee vastata muuttuvan maailman tarpeisiin. Oppimateriaalin tulee herättää kiinnostus, ylläpitää motivaatiota, auttaa tavoitteiden asettamisessa oppimiselle sekä oman oppimisen arvioinnissa ja tukea erilaisia oppimisen tapoja. (Korhonen, Sokratous & Tamminen 2015, 32.) Sisältö ja toteutus ovat ratkaisevia tekijöitä verkko-oppimateriaalissa ja

erilaisia järjestelmiä onkin toteutettu laadun arviointia varten (Keränen ja Penttinen 2007, 149). Oppimateriaalin tuottamista ohjaavien kriteerien luonnin tavoitteena on yhteisen näkemyksen koostaminen siitä, millainen on mielekäs, laadukas ja pedagogisesti perusteltu verkko-oppimateriaali (Opetushallitus 2006, 8). Suurin hyöty digitaalisten oppimateriaalien käytössä on yksilöllistäminen. Samasta tehtävästä on mahdollista olla useita versioita, jolloin oppimateriaali soveltuu monelle oppijalle. (Sankila 2015, 27.) Digitaalisuus oppimateriaaleissa olisi tärkeä säilyttää perustellusti hyödynnettävänä välineenä, mutta sen teknologian käytön ei pitäisi olla päämäärä (Tossavainen 2015, 196).

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Teoreettinen viitekehysmalli ja tutkimuskysymys

Olemme tuottaneet osana opinnäytetyötämme design-tutkimuksen menetelmin oppimateriaalin Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos Rauman CNC-jyrsimelle. Oppimateriaalin tarkoituksena on toimia annetun perehdytyksen tukena ja auttaa käyttäjää kehittämään taitoaan CNC-jyrsiä sekä tukea koneella tapahtuvaa työskentelyä. Tutkielmassa ollaankin kiinnostuneita siitä, millainen CNC-jyrsin-oppimateriaali tukee käyttäjän omaa tuottamistoimintaa.



KUVIO 1. Tutkimuksen teoreettinen viitekehysmalli.

Teoreettisessa viitekehysmallissa (Kuvio 1) isoimmista ympyröistä löytyy käsitteet käsityökasvatus ja oppimateriaalin tuottaminen. Vasemman puoleisessa ympyrässä käsitteen käsityö sisältä löytyy käsite teknologiakasvatus, sillä tässä tutkielmassa teknologiakasvatus nähdään yhtenä käsityö oppiaineen sisältönä (Peltonen 2009, 17). Tässä tutkielmassa kuitenkin keskitymme teknologiakasvatuksen sisällä vielä pienempään yksittäiseen sisältöön CNC-jyrsintään, jolloin CNC-jyrsinnän ympyrä löytyy taas teknologiakasvatuksen ympyrän sisältä. Oikeanpuoleisesta ympyrästä löytyy käsite oppimateriaalin tuottaminen ja sen sisältä oppimateriaalin tuottamista ohjaavat kriteerit. Tämän ympyrän sisältä taas löytyvät tätä tutkielmaa varten määrittelemämme oppimateriaalin kriteerit. Nämä kriteerit on johdettu olemassa olevien opetushallituksen

verkko-oppimateriaalin laatuksien pohjalta. Näiden kaikkien ympyröiden leikkauksesta löytyy tutkielmamme päätutkimuskysymys.

Tutkimuskysymyksenä on:

- Millainen CNC-jyrsin-oppimateriaali tukee käyttäjän omaa tuottamistoimintaa?
 - Millaisia parannusehdotuksia käyttäjät ehdottavat oppimateriaalin parantamiseksi?
 - Miten eritasoiset käyttäjät kokevat oppimateriaalin kriteerien toteutuvan oppimateriaalissa?

5.2 Kampuksen CNC-jyrsimen kokoonpano

Kyseinen CNC-jyrsin kokoonpano muodostuu kahdesta eri ohjelmistosta, VCarve Pro ja Bach, sekä itse CNC-jyrsimestä. VCarve Pro on integroitu CAD/CAM ohjelmisto, jossa onnistuu sekä geometrian piirtäminen, että geometriaa hyödyntävien työstöratojen luonti. Tämä ohjelmisto muuntaa myös työstöradan koodiksi, jonka Bach-ohjelma myöhemmässä vaiheessa muuntaa CNC-koneen liikkeeksi. Ohjelmisto on melko yksinkertainen ja soveltuu siten hyvin käytettäväksi koulumaailmaan. Myös koneen työturvallisuus on huomioitu riittävässä määrin koulukäyttöä ajatellen, sillä koneen liikkuvat ja työstävät osat on eristetty suojaseinän taakse.

Bach on CNC-jyrsimen ohjauksesta vastaava ohjelmisto. Ohjelma mahdollistaa jyrsimen ohjauksen sekä manuaalisesti että automaattisesti. Jyrsimen manuaalinen ohjaus tapahtuu painamalla painikkeita tietokoneen näppäimistöä ja näin jyrsinyksikkö saadaan siirrettyä haluttuun paikkaan esimerkiksi terän kiinnitystä tai korkeuden määrittämistä varten. Automaattinen ohjaus tarkoittaa sitä, että jyrsin toteuttaa CAM (VCarve Pro) ohjelmiston luoman koodin eli liikkuu koodin käskyjen mukaisesti. Tällöin kone esimerkiksi työstää koodin ohjaamana halutun muotoisen kappaleen aihioista, joka on kiinnitetty pöytään.

Itse jyrsinkone on hyvin yksinkertainen kolme akselinen CNC-jyrsin. Jyrsimen työstöala X-akselilla on 600mm, Y-akselilla 600mm ja Z-akselilla 90mm. Jyrsin on tarkoitettu

pääasiassa puuntyöstöön, mutta sillä voidaan jyrsiä esimerkiksi lastuavaan työstöön soveltuvia muoveja.

5.3 Tuottamista ohjaavat kriteerit

Olemme määritelleet oppimateriaalimme tuottamisen pohjaksi kriteerit. Kriteerien luonnin tavoitteena on muodostaa yhteinen näkemys siitä, millainen on mielekäs, laadukas ja pedagogisesti perusteltu verkko-oppimateriaali (Opetushallitus 2006, 8). Oppimateriaalin on tärkeää täyttää laatukriteerit, sillä vain näin se voi tukea hyvää oppimista. Erot erilaisten oppimateriaalin kriteerien välillä ovat kuitenkin pieniä ja näin ollen ei ole suurta merkitystä, mitä oppimateriaalin kriteerejä seuraa omassa oppimateriaalin tuottamisessaan. Tärkeimpinä asioina oppimateriaalissa voidaan pitää luettavuutta, pedagogisia näkökohtia ja oppimateriaalin sisältöä. (Ekonoja 2014, 66, 188, 190.) Tässä tutkielmassa kriteerien määrittelyn pohjana ovat Opetushallituksen (2006) verkko-oppimateriaalien laatukriteerit. Kaikki verkko-oppimateriaalit eivät ole keskenään samanlaisia, eikä kriteeristö näin ollen aina sovi tarkoitukseen sellaisenaan. Tästä syystä kaikkia verkko-oppimateriaalien laatukriteerejä ei ole tarkoituksenmukaista hyödyntää jokaisessa oppimateriaalissa. Verkko-oppimateriaalien laatukriteeristöä onkin tarkoitus käyttää valikoiden ja joustavasti. (Opetushallitus 2006, 3.) Tästä syystä olemme valinneet tämän oppimateriaalin tuottamista ohjaamaan tietyt kriteerit, jotka soveltuvat tämän tuottamisprosessin kontekstiin.

Tutkielmassamme kriteerit jakautuvat Ekonojan (2014) määrittelemien oppimateriaalien tärkeimpien näkökulmien mukaan kahteen näkökulmaan, jotka ovat *käytettävyyden näkökulma* ja *sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma*. (Ekonoja 2014, 188). Käytettävyyden näkökulmaan sisältyvät kriteerit *visuaalisuus, helppous, yksinkertaisuus ja jäsentely, navigointi* sekä *tekniset ympäristöt*. Sisällön ja pedagogisen laadun näkökulmaan sisältyvät kriteerit *navigointi, haasteelliset sisällöt, käyttäjälähtöisyys ja selkeys*. Seuraavassa näitä kriteerejä on avattu tarkemmin.

5.3.1 Käytettävyyden näkökulma

Visuaalisuus

Oppimateriaali on ulkoasultaan tarkoituksenmukainen, selkeälukuinen ja miellyttävä. Kaikki sisältö, värit, asettelu, tyylit, tekstit ja kuvat ovat selkeitä, yhtenäisiä ja helppotajuisia ja niiden tarkoituksena on lisätä ymmärrettävyyttä esimerkiksi painottamalla tai erittelemällä sisältöä. Esimerkiksi värien käytössä on hyvä ottaa huomioon se, että liian kirkkaat värit eteenkin laajoina pintoina voivat häiritä käyttäjää. Lisäksi videoiden ja äänien tulee olla korkeatasoisia ja niiden tulisi latautua helposti. (Opetushallitus 2006, 20, 22).

Helppous

Oppimateriaali on esteetön ja helppokäyttöinen, eikä esimerkiksi perustoimintojen käyttämiseen tulisi tarvita erillisiä ohjeita (Opetushallitus 2006, 19). Oppimateriaalissa käytettävän kielen tulisi olla kielipillisesti oikein eikä se saisi sisältää kirjoitusvirheitä. Tarpeettomia lyhenteitä ja vieraita termejä tulisi välttää, sillä ne vaikeuttavat ymmärtämistä. Tekstin täytyy olla helposti luettavaa, koostua lyhyistä virkkeistä ja olla jaoteltu kappaleenjaoin. Otsikoiden ja väliotsikoiden tulisi olla lyhyitä ja informatiivisia. (Opetushallitus 2006, 20.)

Yksinkertaisuus ja jäsentely

Oppimateriaali on yksinkertainen ja jäsenelty kokonaisuus. Sisällöt on jaoteltu selkeisiin helposti ymmärrettäviin osioihin niin, että osiot tukevat käyttäjän etenemistä oikeassa järjestyksessä oman työn tuottamiseksi (Opetushallitus 2006, 16).

Navigointi

Oppimateriaalissa on selkeä ositettu rakenne, jossa on helppo navigoida ja helppo löytää juuri se tieto, jota käyttäjä kulloinkin tarvitsee. Erillisiin osioihin jako helpottaa käyttäjää

hahmottamaan, millaisia sisältöjä oppimateriaalissa on (päätasot, alatasot ja niiden riippuvuudet) ja helpottaa käyttäjää jaksottamaan toimintaansa. Lisäksi navigointiin tarkoitetut painikkeet ovat helposti löydettävissä ja peruspainikkeet, kuten paluu päätasolle, ovat aina samassa paikassa. (Opetushallitus 2006, 19.)

Tekniset ympäristöt

Käyttäjillä on nykyään monenlaisia erilaisia päätelaitteita, käyttöjärjestelmiä ja selaimia. On tärkeää, että oppimateriaali toimii hyvin eri alustoilla (esim. puhelin, tablet) ja eri käyttöjärjestelmillä (esim. android, Ios). On Tärkeää, että oppimateriaalin käyttö ei hidastu tai oppimateriaali ei kaadu, kun useammat käyttävät sitä samanaikaisesti. Hyvän käyttöliittymän tarkoitus on herättää mielenkiinnon, innostaa ja ylläpitää käyttäjän mielenkiintoa. Huono käyttöliittymä toimii päinvastoin ja turhauttaa käyttäjää. (Opetushallitus 2006, 18-21.)

5.3.2 Sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma

Navigointi

Oppimateriaalissa on selkeä, erillisiin osioihin jaettu rakenne, jossa on helppo navigoida. Oppimateriaalista on helppo löytää juuri se tieto, jota käyttäjä kulloinkin tarvitsee. Oppimateriaali tarjoaa mahdollisuuden edetä joustavasti käyttäjän haluamalla tavalla (Opetushallitus 2006, 24).

Haasteelliset sisällöt

Eri lähtötasoilla olevien käyttäjien on mahdollista omaksua oppimateriaalin avulla haasteellisetkin sisällöt. Erilaiset esitystavat (tekstit, videot sekä kuvat) tukevat haasteellisten sisältöjen ymmärtämisessä (Opetushallitus 2006, 16). Haasteellisimpia kohtia on hyvä havainnollistaa monella eri tavalla. Erilaiset tavat ilmaista tukevat erilaisia

oppimistapoja. Lisäksi saman asian esittäminen eri tavoin tukee asioiden sisäistämistä. (Opetushallitus 2006, 21.)

Käyttäjälähtöisyys

Oppimateriaalin on tarkoitus toimia tietyllä käyttäjäryhmällä (käsityön aineenopettajaksi opiskelevat) oman tuottamistoiminnan tukena, laitteelle tapahtuvan perehdytyksen jälkeen. Käyttäjäryhmän huomioiminen vaikuttaa muun muassa siihen, kuinka syvällisesti tietoon voidaan oppimateriaalissa mennä ja siihen, millä tavalla tiedot esitetään oppimateriaalissa (Opetushallitus 2006, 16-17).

Selkeys

Oppimateriaalin tulee keskittyä ydinasioihin, mutta se ei kuitenkaan saa olla liian suppea, jolloin oleellisen sisällön ymmärtäminen vaikeutuu merkittävästi. Oppimateriaalissa käytetyn kielen täytyy olla ymmärrettävää ja edistää sisällön välittymistä käyttäjälle. Ymmärrystä saattavat haitata sellaiset sisältöön liittyvät sanavalinnat, jotka eivät ole käyttäjälle entuudestaan tuttuja. Kieli ei kuitenkaan saa olla niin yksinkertaistettua ja karsittua, että olennaisia asioita jää pois tai asian ymmärtäminen vaikeutuu liian yksinkertaistamisen takia. Lisäksi tekstin tulee erottua hyvin taustastaan. (Opetushallitus 2006, 16-17, 23.)

5.4 Oman oppimateriaalin esittely

Tekniset ympäristöt (käytettävyys)

Oppimateriaalin toimimista yleisimmissä käytössä olevissa laite- ja järjestelmäkoonpanoissa, voidaan pitää tärkeänä (Opetushallitus 2006, 18). Tämä oppimateriaali on toteutettu PowerPoint -sovelluksella. PowerPointilla tuotettu oppimateriaali on tallennettu edelleen esitysmuotoon. Oppimateriaali koostuu 169 diasta, jotka sisältävät tekstin lisäksi erilaisia mediatyyppejä, kuten kuvia (.jpeg) ja videoita (.mp4). Tämän takia tallennettu tiedosto on melko suuri (1,06Gt), joka voi haitata

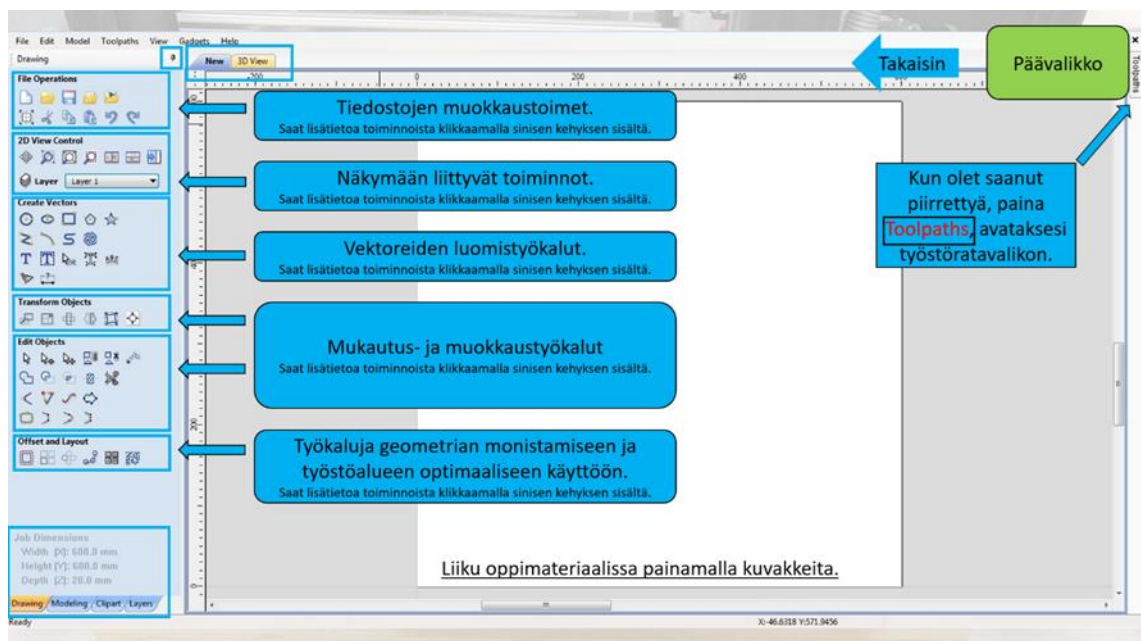
tiedoston lataamista esimerkiksi puhelimelle. Oppimateriaali on lähtökohtaisesti suunniteltu käytettäväksi Windows -käyttöjärjestelmää hyödyntäville tietokoneille, mutta PowerPoint esitys mahdollistaa toiminnan eri alustoilla (esim. puhelin, tablet) ja eri käyttöjärjestelmillä (android, Ios). Lisäksi oppimateriaali on vuorovaikutustyypiltään esittävä, sillä se ei vaadi käyttäjältään palautetta (Kröger 2003, 93).

Käyttäjälähtöisyys (sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma)

Tärkeä lähtökohta oppimateriaalin tuottamiselle on käyttäjälähtöisyys. Tieto on esitettävä oppijalle helposti omaksuttavassa muodossa, jolloin käyttäjäkunnan tausta, lähtötaso ja taidot on otettava huomioon oppimateriaalia tehtäessä (Opetushallitus 2006, 15). Oppimateriaalin tarkoituksena on auttaa CNC-jyrsimen käyttöön liittyvien sisältöjen omaksumisessa. Tuottamamme oppimateriaali on tarkoitettu ensisijaisesti käsityön aineenopettajaopiskelijoille sekä niille, jotka opiskelevat sivuaineenaan käsityökasvatusta. Käsityön aineenopettajan koulutus koostuu kasvatustieteen kandidaatin ja maisterin tutkinnoista. Suorittamalla tutkinnon opiskelijoille kertyy valmiuksia toimia käsityön aineenopettajan tehtävissä perusopetuksessa ja kelpoisuus toimia peruskoulun käsityön opettajana vuosiluokilla 1-9. Ottaen huomioon käyttäjäkunnan, joille oppimateriaali on suunnattu, olemme tehneet joitakin oletuksia sellaisista perustaidoista, joita käyttäjällä on ennen, kun hän alkaa oppimateriaaliamme käyttää. Tällaisena olemme pitäneet esimerkiksi ruuvinvääntimen käyttötaitoa. Oppimateriaalia on tarkoitus hyödyntää Rauman kampuksen CNC-jyrsimen perehdytyksen tukena, sillä kyseinen kone lukeutuu laitteisiin, joita opiskelijat eivät saa käyttää ilman opettajan tai työnohjaajan suorittamaa perehdytystä. Perehdytyksessä käydään läpi CNC-jyrsinkoneen ja siihen liittyvän Bach -ohjelmiston käyttö, sekä koneen käyttöön liittyvät turvallisuusseikat. Tämän jälkeen opiskelijat ovat vapaita käyttämään laitetta omatoimisesti opintoihinsa liittyvään työskentelyyn.

Tuottamamme oppimateriaalin taustalla on behavioristinen oppimiskäsitys. Behaviorismi nähdään kritiikistä huolimatta sopivana perustaitojen opetukseen (Kröger 2003, 199). Tällaisesta perustaitojen opetukseen soveltuvasta käsityöstä käytetään nimitystä ositettu käsityö (Lepistö 2004, 39). Behavioristinen oppimiskäsitys näkyy oppimateriaalissa esimerkiksi siinä, että oppimisen painopisteenä on jonkin spesifin sisältöalueen tiedot ja

taidot, oppiminen tapahtuu yksilöllisen harjoittelun avulla, yksinkertaiset tee näin -ohjeet ohjaavat oppimisprosessia ja oppimista tuetaan oikean suoritukseen tähtäävien vihjeiden ja ennakkoinnin avulla (Kröger 2003, 211-212). Tuottamassamme oppimateriaalissa tämä näkyy johdattelemisena spesifien CNC-jyrsintää koskevien faktatietojen ja tekniikoiden pariin. Tiedot ja taidot, joita oppimateriaalin avulla on mahdollista omaksua, on pilkottu pieniksi osioiksi ja otsikoitu mahdollisimman kuvailevasti. Lisäksi tärkeitä asioita on korostettu muun muassa väreillä (Kuva 1).



KUVA 1. Ohjeita piirtämisen aloittamiseen sekä esimerkki siitä, kuinka ohjelman käskyjä on korostettu värein.

Demonstraatiovideot on pätkitty siten, että yksittäinen video sisältää aina yhden sisällön, kuten piirtäminen, työstöratojen tekeminen, teränvaihto tai CNC-jyrsimen käynnistäminen. Näissä videoissa avataan yksityiskohtaisesti työskentelyn eteneminen tässä nimenomaisessa vaiheessa (Kuva 2 s. 30). Yhdessä videoista muodostuu kokonaisuus, jota seuraamalla on mahdollista toteuttaa yksinkertainen harjoituskappale, johon on hyödynnetty välttämättömiä jyrsintäteknikoita ja saatu aikaan perusmuotoja.



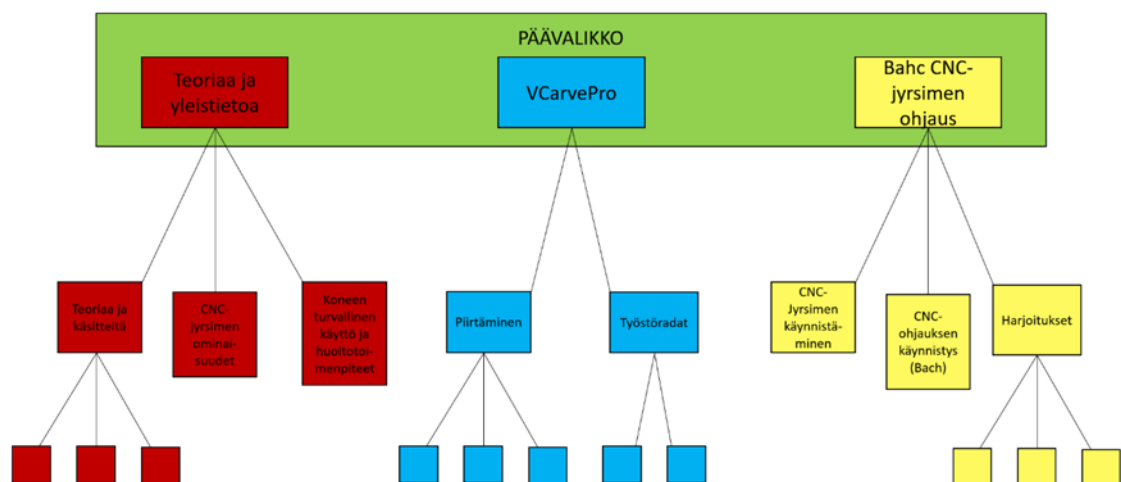
KUVA 2. Bach -osiosta löytyviä demonstraatiovideoita.

Behaviorismiin kuuluu myös se, että oppimateriaali ohjaa yksilöllisen harjoittelun pariin sekä mahdollisesti ohjaa myös soveltamaan (Kröger 2003, 213). Tuottamaamme oppimateriaalia onkin tarkoitus käyttää oman harjoittelun tukena esimerkiksi oman työn taustalla, toisen näytön tai laitteen avulla samalla, kun on tekemässä itse kyseisillä ohjelmistoilla jotakin. Sovellettavuus tulee esille oppimateriaalissamme siten, että siinä ei tarvitse edetä järjestyksessä ja lisäksi oppimateriaali tarjoaa yksityiskohtaiset tee näin -ohjeet ainoastaan yhteen harjoitukseen, jonka jälkeen ohjeita on käytettävä soveltaen. Eri toimintojen käyttöä on kuitenkin ohjeistettu tarkasti sanallisesti, jolloin käyttäjät voivat käyttää niitä oman tarpeensa mukaisesti.

Visuaalisuus, yksinkertaisuus ja jäsentely (käytettävyyden näkökulma)

Oppimateriaalimme on ositettu kokonaisuus, joka jakautuu kolmeen erilliseen osioon. Nämä osiot jakaantuvat taas yhä pienempiin osioihin (Kuva 3 s. 31). Tällaista rakennetta, joka koostuu eri tasoista, kutsutaan hierarkkiseksi rakenteeksi ja se on lineaarisen rakenteen ohella yleisimpiä oppimateriaalin muotoja (Kröger 2003, 91). Nämä kolme osiota on värikoodattu yksinkertaisuuden ja jäsentelyn sekä visuaalisuuden lisäämiseksi. Visuaalisen ilmeen tarkoituksena oppimateriaalissa on tehdä siitä houkuttelevan

näköinen ja sitä kautta motivoida käyttäjää. Motivoinnin lisäksi visuaalisen ilmeen avulla voidaan painottaa tiettyjä asioita sekä tukea hahmottamista ja ymmärrettävyyttä. (Opetushallitus 2006, 20, 26). Olemme painottaneet visuaalisessa suunnittelussa ja toteutuksessa ymmärrettävyyttä ja selkeyttä tuottavaa puolta, sillä tämän oppimateriaalin tavoitteena on erityisesti tukea käyttäjää CNC-jyrsimen toimintojen opettelussa, jolloin käyttäjällä itsellään on jo jonkinlainen motivaatio kyseisen koneen toimintojen opetteluun. Tyylikäs ulkoasu on huono, jos se voi haitata sisällön omaksumisessa. Siksi muun muassa asetelun, tekstien, kuvien ja tyylien onkin oltava selkeitä ja helposti ymmärrettäviä.

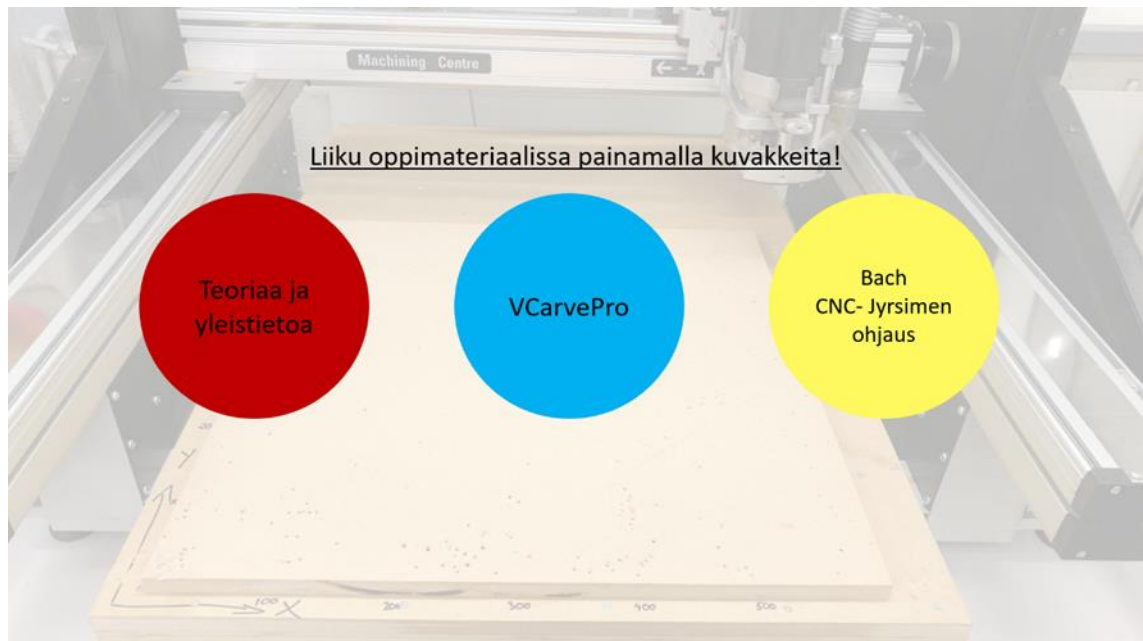


KUVA 3. Oppimateriaalin rakenne

Navigointi (Käytettävyys & sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma)

Tämän oppimateriaalin kolme pääosiota ovat nimeltään *teoriaa ja yleistietoa*, *VCarvePro* sekä *Bach CNC-jyrsimen ohjaus* (Kuva 4 s. 32). Päädyimme tällaiseen rakenteeseen, sillä eräänä oppimateriaalimme kriteerinä oli navigoinnin helppous niin käytettävyyden, kuin pedagogiikankin näkökulmasta. Pedagogisesta näkökulmasta oppimateriaalin on hyvä olla joustava, jotta eri tietomääriä omaavat käyttäjät voivat hyödyntää oppimateriaalia mahdollisimman hyvin omiin tarpeisiinsa sopivalla tavalla (Opetushallitus 2006, 14-17). Tällöin edistyneemmän käyttäjän ei tarvitse käydä läpi enää sellaisia sisältöjä, jotka ovat hänelle jo ennestään tuttuja, vaan hän voi tarkistaa oppimateriaalista itselleen epäselvät kohdat. Vasta-alkaja käyttäjä taas voi edetä materiaalia läpi yksityiskohtaisemmin ja toteuttaa työn vaihe vaiheelta ohjeiden mukaisesti. Käytettävyyden näkökulmasta taas ositettu rakenne auttaa käyttäjää tietojen löytämisessä sekä toiminnan jaksottamisessa.

Lisäksi, koska oppimateriaalissa on tarkoitus navigoida klikkaamalla valintapainikkeita, alustasta ja käyttöjärjestelmästä riippuen, joko hiiren kursorin avulla taikka kosketusnäyttöä koskettamalla, pienempiin osioihin jako vähentää tarvittavien painalluksien määrää, kun käyttäjä pyrkii löytämään jotain tietoa. Oppimateriaalin hyvä käytettävyys on tärkeää, sillä käyttäjä saattaa turhautua vaikeasti käytettävän oppimateriaalin parissa (Opetushallitus 2006, 18-21).



KUVA 4. Oppimateriaalin päävalikko, jossa näkyvät sen kolme pääosiota.

Teoriaa ja yleistietoa -osiesta löytyy nimensä mukaisesti erinäistä teoreettista tietoa, kuten oleellisia käsitteitä, jotka tulevat esille muualla materiaalissa sekä koneen rakenteellisiin ominaisuuksiin ja turvalliseen työskentelyyn liittyviä asioita. *VCarvePro* -osio on nimetty käytössä olevan piirto-ohjelmiston mukaan. *VCarvePro* -ohjelmisto on integroitu järjestelmä, jossa pystytään sekä piirtämään (CAD) että luomaan työstöradat (CAM). Oppimateriaalissamme *VCarvePro* -osio jakaantuu kahteen pienempään osioon, jotka ovat *piirtäminen* (CAD) ja *työstöradat* (CAM). Osista *piirtäminen* löytyy työkalujen esittelyosio sekä videoista koostuva piirtämisen demonstraatio-osio. *Työstöradat* -osiossa löytyy taas työstöratatyökalujen esittelyosio sekä videoista koostuva työstöratojen tekemisen demonstraatio-osio. *Bach CNC-Jyrsimen ohjaus* -osio on nimetty käytössä olevan CNC- jyrsimen ohjaamiseen tarkoitetun ohjelmiston mukaan. Oppimateriaalissamme *Bach CNC-Jyrsimen ohjaus* -osio koostuu Bach -ohjelmiston

toimintopainikkeiden esittelystä, jyrsimen käynnistysosiosta sekä videoista koostuvasta demonstraatio-osiosta. Käytössä olevien ohjelmistojen nimiä on hyödynnetty osioiden muodostamisessa, jotta muodostuvat osiot olisivat perusteltuja, selkeitä ja ymmärrettäviä. Eri osiot edustavat näin työstämisessä tarvittavia työvaiheita.

Tuottamassamme oppimateriaalissa *teoriaa ja yleistietoa* -osio on sijoitettu erilleen varsinaisista työskentelyä ohjaavista osioista. Tiedostamme, että tällaisessa rakenteessa, jossa teoreettinen tieto on sijoitettu erilleen, eikä käyttäjää ole pakotettu rakenteen avulla käymään sitä läpi, teoreettisen tiedon lukeminen unohtuu käyttäjältä helposti. Olemme kuitenkin ajatelleet, että kyseisiin teoreettisiin tietoihin tutustuminen ei ole käyttäjälle välttämätöntä. Osio on tarkoitettu käytettäväksi lähinnä tarvittaessa, jos käyttäjä ei esimerkiksi ymmärrä jotain toisissa osioissa esiintyvää vieraampaa käsitettä. Tällöin käyttäjällä on mahdollisuus etsiä apua *teoriaa ja yleistietoa* -osiosta. Pyrimme tekemään materiaalista sellaisen, että se soveltuu eri taitotasolla oleville käyttäjille, ja että siinä on mahdollista edetä joustavasti sen mukaan mitä tietoa käyttäjä kulloinkin tarvitsee. Koemme, että yksittäisen osion pakottaminen olisi haitannut tätä tavoitetta, vaikkakin teoreettiseen tietoon tutustuminen voisi auttaa käyttäjää ymmärtämään oppimateriaalin sisältöjä.

Haasteelliset sisällöt sekä selkeys (sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma)

Kriteereihin haasteelliset sisällöt ja selkeys lukeutuu samoihin aihealueisiin liittyviä erilaisia puolia. Oppimateriaalin tulisi tukea sen käyttäjää ymmärtämään haasteellisia sisältöjä (Opetushallitus 2006, 16). CNC-jyrsimen käyttöön liittyy varmasti sellaista sanastoa, joka ei ole käyttäjille tuttua muista yhteyksistä. Lisäksi eri tasolla olevat käyttäjät kokevat eri tavalla tiedon hyödyllisyyden, sillä jotkin tiedot ovat toisille itsestäänselvyyttä ja toiset taas tarvitsevat enemmän tietoa ymmärtääkseen näitä vieraampia sisältöjä. Tässä nousee taas esille myöskin käyttäjäkunnan tuntemus, sillä tiedon on syytä olla sisällön ja käyttäjäkunnan lähtötason huomioiden riittävää ja merkityksellistä (Opetushallitus 2006, 16). Haasteeksi nousee tietenkin ymmärrys siitä, mikä on riittävä tieto määrä ja milloin taas tietoa on liikaa. Epäolennaisen tiedon kertominen haittaa oleellisen tiedon löytämistä oppimateriaalista. Asiat olisi siis hyvä kertoa mahdollisimman lyhyesti ja ytimekkäästi, mutta toisaalta taas liika supistaminen

saattaa haitata ymmärrettävyyttä. Teimme tätä varten ratkaisun erottaa toisistaan varsinaiset koneen käyttöön liittyvät osat sekä teoreettinen puoli, josta löytyy selitystä käsitteistä ja muutakin lisätietoa. Tällöin käyttäjä voi tarvittaessa mennä lukemaan näitä tietoja.

Helppous (käytettävyys)

Kriteeri näyttäytyy oppimateriaalissa esteettömyytenä ja helppokäyttöisyytenä. Eri esitystavat tukevat toisiaan ja sitä kautta oppimateriaalin ymmärrettävyyttä (Opetushallitus 2006, 22). Samoja asioita selitetään sekä tekstinä että videolla ja välillä kuvin, jotta asioiden ymmärtäminen helpottuisi. Oppimateriaalissa tulisi olla riittävät kontrastit tekstin ja taustan välillä ja se tulisi olla ymmärrettävissä ilman värinäköä (Opetushallitus 2006, 22). Olemme pyrkineet oppimateriaalia tuottaessamme suunnittelemaan värit siten, että ne selkeyttäisivät, mutta eivät häiritsisi ymmärtämistä. Helppokäyttöisyys näyttäytyy oppimateriaalissa siinä, että tieto on nopeasti löydettävissä. Navigointitoiminnot, keskeiset sisällöt ja paluu päätasolle ovat helposti havaittavissa ja sijaitsevat samassa kohdassa sivua. (Opetushallitus 2006, 19.) Olemme oppimateriaalissa pyrkineet muun muassa koontien ja korostevärien avulla helpottamaan keskeisten sisältöjen hahmottamista. Jouduimme kuitenkin tinkimään navigointitoimintojen sekä päävalikkopainikkeiden sijainnissa tietyissä kohdissa, sillä emme löytäneet näille painikkeille sellaista loogista sijaintia, jossa oleellista sisältöä ei olisi jäänyt niiden taakse.

5.5 Design-tutkimus

Opetuksen ajantasaisuus ja uusiutuminen edellyttää jatkuvaa kehitystä ja innovointia. Siksi design-pohjainen tutkimus on erinomainen vaihtoehto tutkijoille, jotka haluavat oivaltaa uusia asioita ollessaan ilmiön tai kontekstin osasena. Design-pohjainen tutkimus palvelee siten erityisesti sellaisia henkilöitä, jotka voivat olla vaikuttamassa kontekstinsa kehitykseen. Esimerkiksi opettajilla, virkamiehillä ja tutkijoilla on taito soveltaa design-tutkimuksen tuottamaa tietoa sekä valtaa käyttää tätä tuottamaansa tietoa kehityksen kulkuun. (The Design-Based Research Collective 2003, 8.) Design-tutkimuksella on samankaltaisuuksia kuin toimintatutkimuksella. Ne eroavat toisistaan

kuitenkin historian, taustan ja paradigman osalta. Design-tutkimus pohjautuu praktiseen paradigmaan. Pragmaattisessa paradigmassa uskotaan, todellisuuden riippuvan ihmisen toiminnasta. (Juuti & Lavonen 2013, 47-48.) Design-tutkimus ja kehittämistutkimus taas ovat suomen kielessä synonyymejä (Pernaa 2013, 10).

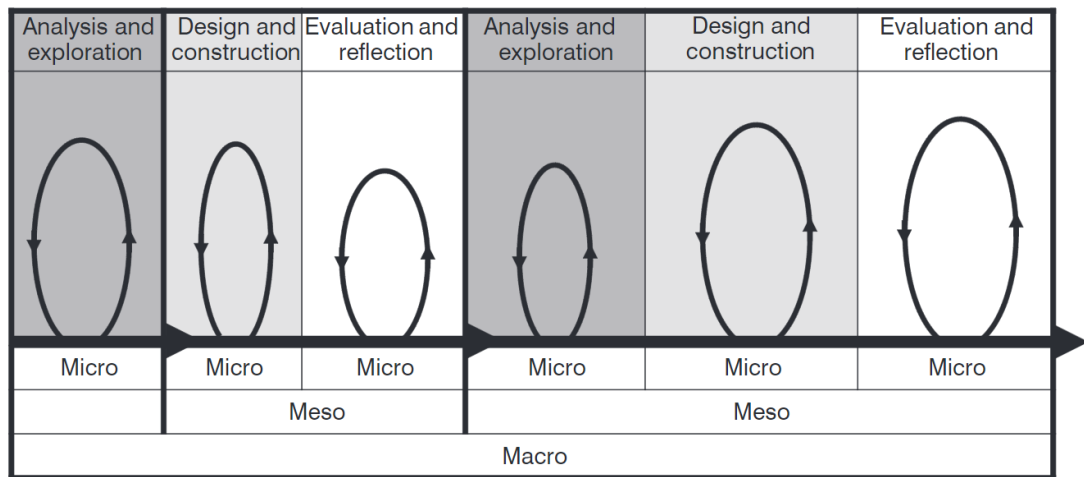
Design-tutkimus pohjautuu suunnitteluun ja suunnittelua hyödynnetään toimivien mallien kehittämiseen. Tärkeitä kysymyksiä design-tutkimusta tehtäessä on, miten ihmiset ajattelevat, tietävät, toimivat ja oppivat. Design-tutkimuksessa keskeistä onkin, että suunnittelu tapahtuu paikallisten tarpeiden tyydyttämiseksi, teoreettisen tiedon lisäämiseksi sekä teoreettisten suhteiden paljastamiseksi, tutkimiseksi ja vahvistamiseksi. (Barab & Squire 2004, 5.) Design-tutkimus onkin näin toimiva menetelmä opetuksen kehittämisessä. Esimerkiksi oppimisympäristöjä tai oppimateriaaleja voidaan kehittää sen avulla. (Juuti & Lavonen 2013, 46.) Siinä keskitytään ymmärtämään reaali maailmassa ilmeneviä käytännön ilmiöitä. Asianyhteydellä on suuri merkitys tällaisessa tutkimustyyppissä, eikä se niin ollen ole vain vähäinen muuttuja. Design-tutkimukseen sisältyy joustava suunnitelmien tarkastaminen, useita riippuvia muuttujia sekä sosiaalista vuorovaikutusta. Lisäksi tutkimushenkilöitä ei nähdä kohteina, vaan heidän asemansa on olla vastaavina osallistujina sekä suunnittelussa että jopa analyysissa. Koska tavoitteena ei ole muuttujien kontrolloiminen vaan tilanteiden luonnehtiminen, voi ratkaisuna olla profiilin tai teorian kehittäminen, joka valaisee suunnittelua käytännössä. (Barab & Squire 2004, 3.)

Design-tutkimuksessa tavoitteena on jatkuva toiminta, jossa toistuvasti suunnitellaan, toimitaan ja tarkastellaan vallitsevaa tilannetta. Tällainen toiminta auttaa tutkijoita näkemään mikä toimii ja mikä taas ei toimi. Asiat kirjataan ylös ja tehdään niistä päätelmiä, jotka taas ohjaavat tutkijoita uusien suunnitelmien ja toimenpiteiden tekemisessä. Tärkeää on myös kirjata, mitkä parannukset ovat onnistuneet ja mitkä eivät, sekä pohtia syitä miksi näin on. (Collins, Joseph ja Bielaczyc 2004, 34.) Design-tutkimuksen tavoitteena on tuottaa intervention avulla ymmärrys tutkittavasta ilmiöstä. Toisin sanoen kyseessä on empiirisesti hankittu ymmärrys ilmiöstä. Tärkeää on, että tätä ymmärrystä voidaan pitää hyödyllisenä myös muille kuin tutkimukseen osallistuneille. Opetukseen liittyvä design-tutkimus voi edistää sellaisten teorioiden kehittymistä, jotka ovat hyödyllisiä jonkin ilmiön kuvaamiseen ja selittämiseen. Näin voidaan saada tietoa

esimerkiksi siitä, miten asioita esitetään oppimisen kannalta parhaiten. (McKenney & Reeves 2012, 19.)

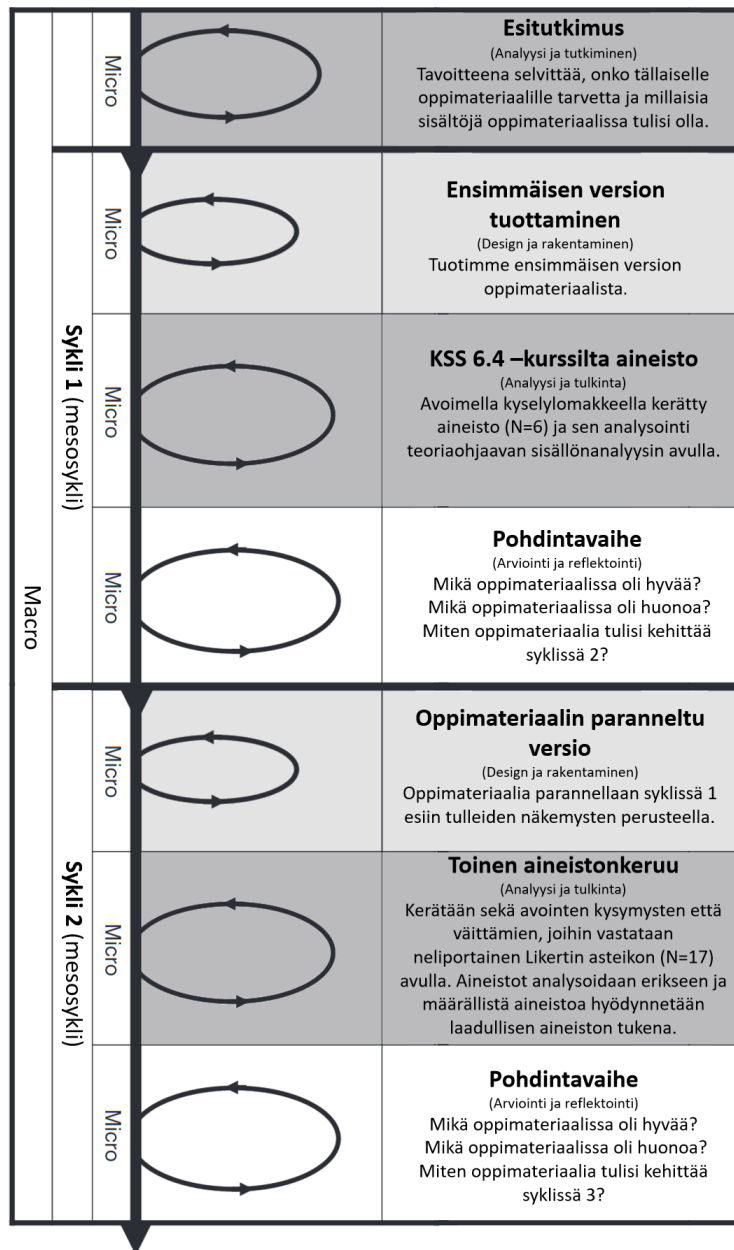
Monia erilaisia ratkaisuja voidaan kehittää ja oppia design-tutkimuksen kautta. Tällaisia ovat esimerkiksi opetukselliset tuotteet, prosessit, ohjelmat tai politiikat. (McKenney & Reeves 2012, 7.) Oppimista tutkineet tutkijat ovatkin todenneet, että heidän on kehitettävä sellaisia teknologisia välineitä, teorioita ja opetussuunnitelmia, jotka auttavat ymmärtämään sitä, miten oppiminen tapahtuu (Barab & Squire 2004, 2). Koska oppimiseen liittyvä design-tutkimus tapahtuu yleensä luokkahuoneissa, verkko-oppimisympäristöissä tai muissa ympäristöissä, joissa oppiminen tapahtuu, ovat tutkimusmenetelmät usein luovia (McKenney & Reeves 2012, 7-8). Design-tutkimuksen avulla on tarkoitus tuottaa uusia teorioita, artefakteja ja käytäntöjä, jotka vaikuttavat tai voivat vaikuttaa opetukseen ja oppimiseen sen luonnollisessa ympäristössä (Barab & Squire 2004, 2). Opetukseen liittyvässä design-tutkimuksessa kehitetään toistuvasti ratkaisuja sekä käytännönläheisiin että monimutkaisiin koulutusongelmiin. Kehittäminen tarjoaa ympäristön empiiriselle tutkimukselle, jolla pyritään tuottamaan teoreettista ymmärrystä ja sitä kautta ymmärtämään jonkun muun työtä. (McKenney & Reeves 2012, 7.)

Design-tutkimusta on kritisoitu siitä, että se ei juuri eroa muodollisesta arvioinnista. Design-tutkimuksen erottaa kuitenkin arvioinnista kolme asiaa, jotka ovat 1) jatkuva pyrkimys yhdistää suunnittelu jo olemassa olevaan teoriaan, 2) design-tutkimus saattaa tuottaa uutta teoretietoa, eikä näin testaa pelkästään olemassa olevia teorioita, 3) joidenkin tutkimuskysymysten kohdalla konteksti on vähäisen ontologian vuoksi mahdollista tutkia riittävästi. Haasteena design-tutkimuksessa on kuitenkin suunnittelun monimuotoisuuden, sotkuisuuden, haurauden ja lopulta lujuuden kuvaaminen ja tehdä se vielä niin, että tutkimus on myös muille arvokas. Vaikka voisi olla tarpeen todistaa paikallisia saavutuksia, jotka saadaan tietyn design-tutkimuksen tuloksena, se ei kuitenkaan riitä. Design-tutkimuksessa täytyy olla muutakin kuin esitys siitä, että jokin malli toimii. Design-tutkimuksessa tuotetaan näyttöön perustuvia väitteitä oppimisesta, jotka käsittelevät nykyisiä teoreettisia kysymyksiä sekä lisäävät teoreettista tietämystä. (Barab & Squire 2004, 5-6.)



KUVIO 2. Design-tutkimuksen mikro-, meso- ja makrosykli (McKenney & Reeves 2012, 78).

Design-tutkimus koostuu mikro-, meso- ja makrosykleistä (Kuvio 2). Näitä määriteltyjä syklejä on tarkoitus reflektoida tutkimuksen aikana. Design-tutkimuksen kolme mikrosykliä, ovat: analyysi ja tutkiminen (Analysis and exploration), design ja rakentaminen (Design and construction) sekä arviointi ja reflektointi (Evaluation and reflection). Aina kun jokin näistä päävaiheista on käynnissä, sen mukainen mikrosykli on myös. Kaikki nämä mikrosyklit sisältävät tiedonkeruuta jossain muodossa. Suunnittelu- ja rakennusvaiheessa ilmoitetaan muiden vaiheiden tuloksista sekä kirjallisuudesta vuorovaikutuksessa käytännön kanssa. Usein mikrosyklejä yhdistetään mesosykleiksi, jotka sisältävät vähintään kahta mikrosykliä. Mesosyklin aikana voidaan esimerkiksi luoda prototyyppi (suunnittelu ja rakentaminen) ja testata sen toimivuutta (arviointi ja reflektointi). Koko suunnitteluprosessi on makrosykli. Makrosykli voi koostua esimerkiksi pelkästään kolmesta mikrosyklistä jolloin mesosykliä ei ole lainkaan. (McKenney & Reeves 2012, 77-78.)



KUVIO 3. Tutkielmassa esiintyvät syklit.

Tässä tutkielmassa on kaksi mesosykliä (kuvio 3), joista käytetään tutkielmassa yksinkertaistetusti nimityksiä sykli 1 ja sykli 2. Sykli 1 koostuu neljästä mikrosyklistä ja sykli 2 kolmesta mikrosyklistä.

6 SYKLI 1

6.1 Lähtökohdat oppimateriaalin tuottamiseen

Kuten kaikki muutkin Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos Rauman työstökoneet, myös CNC-jyrsimen omatoiminen käyttö edellyttää perehdytyksen kyseisen laitteen toimintoihin. Opiskelijoiden perehdytyksestä vastaa aina opettaja, mutta poikkeustapauksissa perehdytyksen voi antaa myös jokin muu henkilökunnan jäsen, jolla on kyseiseen koneeseen riittävä osaaminen. Käsityksemme mukaan kyseiseen koneeseen perehdytystä on antanut opettajan sijaan muu työntekijä, sillä nykyisellä opetushenkilökunnalla ei ole ollut riittävää osaamista kyseisestä koneesta. Rauman kampuksella ei ole ennestään olemassa minkäänlaista perehdytysmateriaalia kyseiseen kokoonpanoon.

Ensiksi tavoitteena oli selvittää, millaiseen tarpeeseen oppimateriaalilla tulisi pystyä vastaamaan, eli mitä ominaisuuksia materiaalissa lähtökohtaisesti pitäisi olla. Asian selvittämiseksi toteutettiin esitutkimus, johon vastasi 15 vapaaehtoista asiasta kiinnostunutta henkilöä.

Tutkimustuloksista selvisi seuraavia asioita:

- Enemmistö vastaajista ei ollut koskaan saanut perehdytystä kyseiseen laitteeseen.
- Osaaminen ja perehdytys oli täysin yhden ihmisen varassa (muu kuin opettaja).
- Tarve peruskäyttöä ohjeistavalle ositetulle oppimateriaalille, jossa kuvaillaan työstön eri vaiheita (piirtäminen, työstöradat, CNC-ohjaus).
- Oppimateriaalissa tulisi olla selkeitä ja havainnollistavia kuvia ja videoita.

6.2 Syklin 1 toteuttaminen

Ensimmäisessä syklissä lähestymistapa on laadullinen. Laadullista tutkimusta voidaan luonnehtia prosessiksi, jossa tutkija osallistuu aineiston keruuseen. Tällöin aineistoon liittyvät näkökulmat ja tulokset saattavat rakentua vähitellen tutkimusprosessin edetessä, jolloin tutkimustoimintaa voidaan pitää eräänlaisena oppimisprosessina. Prosessiluonteisuus näyttäytyy myös siinä, että jälkikäteen tutkimuksen etenemiseen

liittyvät vaiheet eivät välttämättä ole enää jäsennettävissä selkeiksi kokonaisuuksiksi. (Kiviniemi 2015, 74.) Laadullisessa tutkimuksessa pyrkimyksenä ei ole niinkään tilastollinen yleistäminen, vaan tavoitteena on enemmän ilmiöiden, toiminnan tai tapahtumien kuvaaminen tai ymmärtäminen sekä mielekkään tulkinnan muodostaminen ilmiölle. Aineistosta löytyy yleensä useampia mielenkiintoisia asioita, mutta yhden tutkimuksen sisällä kiinnostus on yleensä rajattava yksittäisempään ilmiöön ja muut sisällöt jätettävä myöhempään tutkimuksiin. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 85, 92.)

Keräsimme tietoa oppimateriaalimme kehittämiskohteista avoimen kyselylomakkeen avulla (Liite 1) kurssin KSS6.4 CNC-teknologia taitojen oppimisympäristönä syventävän osion aikana. Kurssi kuuluu osaksi Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos Rauman käsityön aineenopettajan koulutuksen maisteriopintoja ja kuuluu kokonaisuuteen käsityön tutkimus ja kehityshankkeisiin osallistuminen, joka edellyttää opiskelijoilta osallistumista käsityökasvatuksen ajankohtaisiin tutkimus- ja kehittämishankkeisiin. Kokonaisuuteen kuuluu kahdeksan eri opintojaksoa, joista opiskelijat saavat vapaasti valita oman kiinnostuksensa mukaan neljä, johon osallistuvat, mutta yhden valituista kursseista on liityttävä oman Pro gradu -tutkielman aihealueeseen. CNC-teknologia taitojen oppimisympäristönä -kurssille osallistui kolmannen, neljännen ja viidennen vuosikurssin opiskelijoita, jotka saivat vapaasti jakaantua haluamansa CNC-teknologian mukaiseen syventävään osuuteen.

Puupuolen CNC-jyrsinnän syventävään osuuteen osallistui kuusi opiskelijaa, joille kysely lähetettiin sähköpostitse osiosta vastanneen opettajan toimesta. Kyselyä ennen opiskelijoille esiteltiin CNC-laitteisto, siinä käytettävät ohjelmistot ja oppimateriaalin ensimmäinen versio. Syventävän jakson aikana opiskelijoiden oli tuotettava oppimateriaalia hyödyntäen jokin tuote CNC-jyrsimellä, joten kaikki tähän yksittäiseen syventävään osioon osallistuneet opiskelijat käyttivät oppimateriaalia aidossa käyttöympäristössä oman tuottamisen tukena, eli siten, kun oppimateriaalia onkin tarkoitus hyödyntää. Kaikki syventävään jaksoon osallistuneet opiskelijat (N=6) vastasivat kyselyyn CNC-jyrsimelle tarkoitettua oppimateriaalin kehittämisestä.

Aineisto on analysoitu käyttäen sisällönanalyysia. Sisällönanalyysi on eräs laadullisen tutkimuksen perusmenetelmistä. Se lähtee liikkeelle rajatun aineiston litteroinnista ja koodaamisesta. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 91-93.) Tässä tutkielmassa analyysiyksiköksi valikoitui asiakokonaisuus (Eskola 2015, 205), sillä yksittäisen vastauksen sisällä

saatettiin puhua monista oppimateriaalin sisällöistä. Sisällön analyysia hyödynnettäessä on myös päätettävä, haluaako aineiston esimerkiksi luokitella, tyypitellä vai teemoittaa (Tuomi & Sarajärvi 2009, 92-93). Tässä tutkielmassa aineisto on järjestelty hyödyntäen teemoittelua. Teemoittelussa aineistosta poimitaan luokkia ja sitä voidaanakin pitää luokittelun kaltaisena järjestämisen muotona, mutta teemoittelussa lukumäärillä ei ole niinkään merkitystä. Pääpaino teemoittelussa on sillä, mitä kustakin teemasta sanotaan. Päätaavoitteena on aineiston pilkkominen ja ryhmittely eri aihepiirien mukaan, jotta tiettyjen teemojen esiintymistä aineistossa voidaan vertailla. Tällöin vastauksista poimitaan teeman mukaisia kohtia. Aineistosta ei karsita vastauksia, se vain järjestetään uudelleen. (Eskola 2015, 194.)

Sisällön analyysi voidaan jaotella kolmeen tyyppiin, jotka ovat aineistolähtöinen analyysi, teoriaohjaava analyysi sekä teorialähtöinen analyysi (Eskola 2015, 188). Tässä tutkielmassa on hyödynnetty teoriaohjaavaa analyysia. Teoriaohjaavassa analyysissa löytyy teoreettisia kytkentöjä, mutta analyysi ei suoraan perustu teoriaan tai nouse teoriasta (Eskola 2015, 188). Teoriaohjaavassa analyysissa analyysiyksiköt nousevat myöskin aineistosta, mutta aikaisempi tieto toimii analyysin ohjaajana tai apuna. Aikaisempi tieto vaikuttaa analyysin taustalla, mutta tavoitteena ei ole teorian testaus vaan ennemminkin ajatuksena on saada uusia ajatussuuntia. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 96-97.)

Jaoin aineiston hyödyntäen teoriasta nousevia oppimateriaalin kriteerejä (Taulukko 1, s. 42). Sisällönanalyysin yläkategorioiksi muotoutui näin *käytettävyyden näkökulma* sekä *sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma*. Näissä kahdessa kategoriassa on samoja sisältöjä, mutta niitä lähestytään hieman eri näkökulmasta. Nämä kaksi yläkategoriaa jakautuvat kolmeen alakategoriaan, jotka nousivat aineistosta. Alakategoriat ovat *ajatukset*, *toiveet* ja *korjattavat* sen mukaisesti, minkälaisia lähestymistapoja aineistosta löytyi.

TAULUKKO 1. Syklin 1 aineisto.

YLÄKATEGORIA	ALAKATEGORIAT	SISÄLTÖJÄ
KÄYTETTÄVYYDEN NÄKÖKULMA	Ajatukset	<ul style="list-style-type: none">• Navigointi materiaalissa• Tiedon määrä ja laatu
	Toiveet	<ul style="list-style-type: none">• Ideoita työstöharjoitukseen• Sopivimman työstöratatyyppin valinta
	Korjattavat	<ul style="list-style-type: none">• Virheitä materiaalissa• Esimerkiksi kirjoitusvirheet
SISÄLLÖN JA PEDAGOGISEN LAADUN NÄKÖKULMA	Ajatukset	<ul style="list-style-type: none">• Sisältö• Ymmärrettävyys
	Toiveet	<ul style="list-style-type: none">• Ehdotuksia, kuinka materiaalista saisi sisällöltään paremman• Esimerkiksi tärkeimpien kohtien korostaminen oppimateriaalissa
	Korjattavat	<ul style="list-style-type: none">• Ulkoasun yhtenäistäminen

Saatuamme tietoa oppimateriaalimme kehityskohteista CNC-taitojen oppimisympäristönä -kurssilta, kehitimme materiaaliamme eteenpäin. Tulosten selventämiseksi aineistosta on poimittu näytteitä, joilla kuvataan teemoista sanottuja asioita. Esimerkkinä ote aineistosta:

Olisin toivonut enemmän kuvia itse laitteesta, esim työstöalueesta teristä. ym.

6.3 Syklin 1 tulokset

6.3.1 Käytettävyyden näkökulma

Ajatukset

Aineistossa materiaaliamme kuvattiin positiivisilla asioilla, mutta toivottiin vielä korjauksia, jotta siitä tulisi yhä parempi. Materiaalin myös koettiin jo tässä vaiheessa tukevan opiskelijoiden omien töiden tuottamista.

Selkeä ja toimiva järjestelmä, jolla oppi mallintamisen tehokkaasti.

Oppimateriaaliin suunnittelemamme navigointitapa jakoi aineistossa mielipiteitä. Oppimateriaalissa navigointi tapahtuu hiiren avulla klikkailemalla kuvakkeita. Tästä syystä, jos oppimateriaalin käyttäjä ei tiedä yhtään, mistä hänen pitäisi jotakin tietoa etsiä, hän voi joutua availemaan hiirellä useampia kohtia ennen, kun löytää haluamansa kohdan. Kuitenkin tähän löytyi tutkimusaineistosta myös vastakkaisia näkemyksiä.

Navigointi oli toisinaan turhauttavaa, klikkailua piti tehdä aika paljon löytääkseen haluamansa kohdan.

Selkeä navigointi omasta mielestäni.

Myös tiedon määrä jakoi näkemyksiä aineistossa. Tietoa pidettiin hyvänä, mutta toisaalta luettavaa oli paljon. Liika luettava saattaa hukuttaa oleelliset asiat, jolloin olennaisimman tiedon löytäminen on haasteellista.

Itse tieto on yleisesti hyvää. [- -] Aihe on yleisesti hankala jos ihan pystymetsästä lähtee yrittämään pelkkien ohjeiden avulla laitteen käyttämistä, joten ohjeisiin tulee perehtyä hyvin.

Toiveet

Toiveista löytyi sellaisia asioita, joita olimme jo ennen aineistonkeruuta miettineet ja jotka siten jo jollain tavalla näkyivät materiaalissa, kun keräsimme aineistoa. Tällainen asia oli työstöharjoitus. Tämä oli kuitenkin hyvä asia, sillä nyt saimme aineistosta apua siihen, millaisia asioita työstöharjoituksessa olisi hyvä tulla esiin. Työstöharjoitukseen toivottiin yksinkertaisia perusasioita ja vaihe vaiheelta ohjeita. Esimerkiksi toivottiin ohjeistusta johonkin työstöön, joka etenisi suunnittelusta, jyrsinän kautta siihen asti, kun valmis työ irrotetaan CNC-jyrsimen pöydästä. Tällaisen vaihe vaiheelta ohjeistuksen tavoitteena on tukea käyttäjiä heidän kohdatessaan jonkin ongelmatilanteen oman työnsä kanssa. Vaikka opiskelija ei tekisikään tismalleen samaa työtä, voisi työstöharjoituksesta soveltaa tietoa omaan työhön.

Työstöharjoituksen olisi hyvä olla vaihe vaiheelta etenevä kokonaisuus piirtämisen aloittamisesta valmiin työn irroittamiseen jyrsestä. Jos omassa työssä tulee tilanne, ettei tiedä mitä pitäisi seuraavaksi tehdä, voisi harjoitustyöstä katsoa etenemismallia. Hyvä työ voisi olla simppeli työ, johon ajetaan jotain taskua, ehkä kaiverrusta, ja lopuksi vielä irti. Niin että siinä käytetään useampia eri työstöratatyökaluja, mutta muodot ovat simppeleitä. Esimerkkinä [- -] kello voisi olla ihan hyvä esimerkkityö.

Tämän lisäksi toivottiin sellaisia asioita, joita emme olleet vielä ajatelleet, että materiaalissa tulisi olla. Tällaisia olivat esimerkiksi kuvallinen kerronta työstöalueesta ja työkaluista, tietoa syöttötehojen säädöstä jyrsettäessä, ohjeet itse CNC-jyrsimen ja siihen liittyvän BACH-ohjelman käynnistämisestä sekä työstöratojen käytöstä, eli esimerkiksi siitä, mikä työstöratatyyppi kannattaisi missäkin tilanteessa valita.

Materiaalissa olisi hyvä olla ainakin työstöratojen osalta lyhyt selostus, mihin eri toimintoja (esim. pocket ja profile) tulisi käyttää.

Tällä hetkellä materiaalissa on lähinnä työstöratatyökalujen esittely, jolloin tietoa on osattava soveltaa laajasti. Lisäksi ehdotettiin pdf-muotoista kirjallista materiaalia tueksi.

Korjattavat

Korjattavat osio sisälsi sellaisia asioita, jotka materiaalissa olisi tullut olla jo kunnossa, mutta eivät kuitenkaan olleet. Useinkaan tekstiä ja muuta sisältöä tuotettaessa ei huomaa mahdollisia virhe kohtia, kuten kirjoitusvirheitä, niin helposti, jolloin on hyvä, että joku muukin tutustuu välillä tuotokseen.

Kirjoitusvirheet kannattaa vielä tarkistaa, jotta tulos on timanttia. CAM työkalu palkin takana ei ollut mitään.

6.3.2 Sisällön ja pedagogisen laadun näkökulma

Ajatukset

Vastaajat kokivat, että oppimateriaalista löytyi tarvittava tieto tuottamisen tueksi, mutta toisaalta asiat oli selitetty välillä tosi lyhyesti, jolloin voi olla vaikea ymmärtää mitä tarkoitetaan. Toisaalta toivottiin taas, että selityksiä ei pidennettäisikään.

Voi olla, että kaikkea selityksiä ei ymmärrä, koska asia on selitetty niin lyhyesti, mutta ei tässä kannata alkaa selityksiä yhtään pidentämään. Ristiriitainen asia.

Toiveet

Sisältöjen ymmärrettävyyden parantamiseksi toivottiin, että esimerkiksi värien käytöllä tai korostuksilla nostettaisiin olennaisimmat asiat selkeämmin esille, jotta niiden havaitseminen olisi helpompaa.

Voisiko tärkeät kohdat olla hieman lyhyemmin selostettu? Tai esim tärkeät sanat eri värillä tai boldattuna. Joissakin kohdissa oli.

Myös tässä näkökulmassa esiin nousi työstöharjoitus ja sen saaminen käyttöön. Työstöharjoitus selkeyttäisi ja havainnollistaisi paremmin joissakin kohdissa kuin sanallinen kerronta. Muun muassa terän vaihtoa toivottiin työstöharjoituksen osaksi.

Oikean terän valinta ja terän vaihto voisi olla myös yksi osio materiaalissa. Tämä voisi ehkä parhaiten sopia harjoitustyön vaihe vaiheelta etenevään ohjeistukseen.

Korjattavat

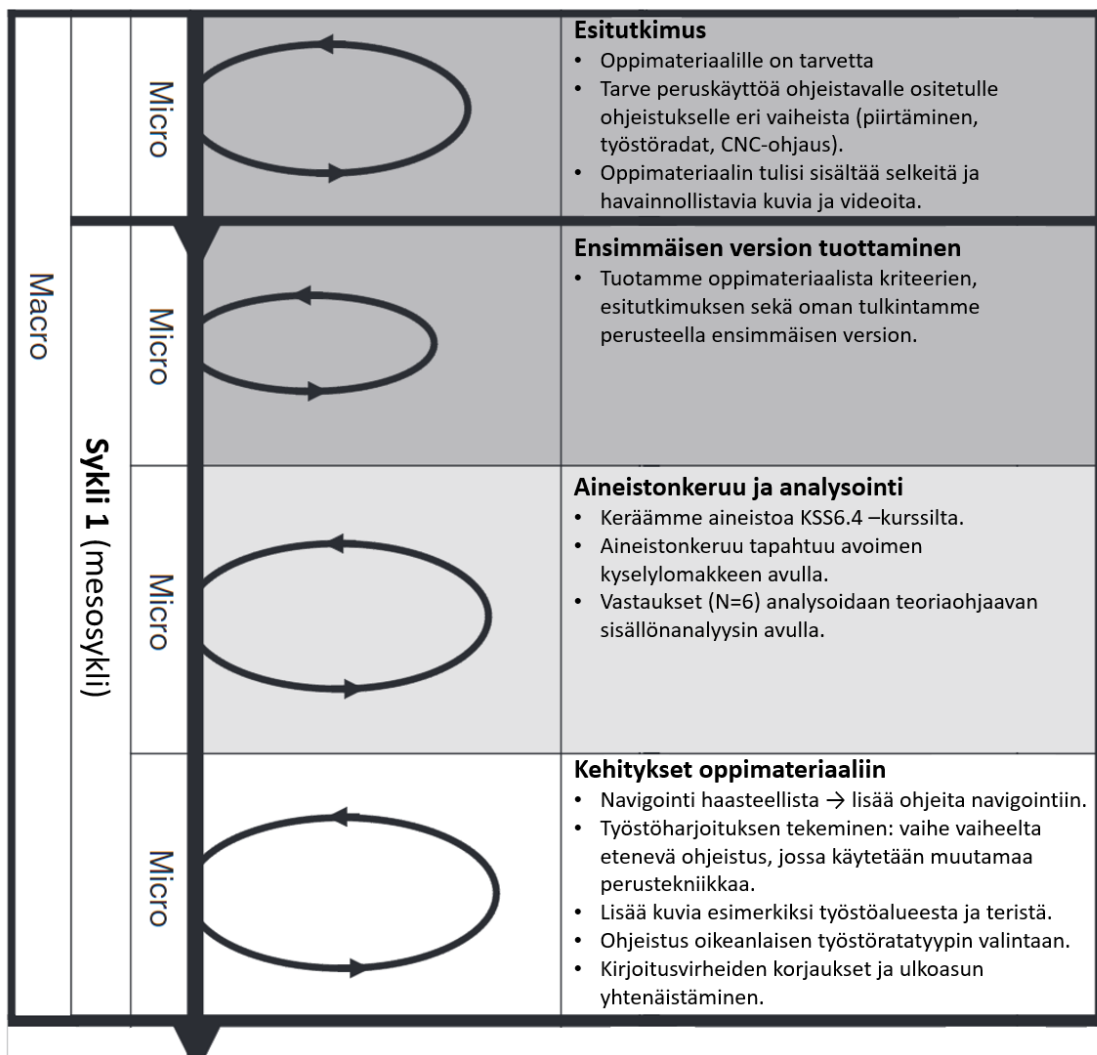
Sisällön ja pedagogisen laadun näkökulmasta korjattaviksi asioiksi ei noussut kuin materiaalin ulkoasun yhtenäistäminen. Kun oppimateriaalissa on yhtenäinen ulkoasu ja kaikissa osioissa on käytetty samoja tapoja merkitä tiettyjä asioita, on käyttäjien helpompi

ymmärtää, kuinka oppimateriaalia on tarkoitus käyttää. Jos merkintätavat eroavat toisistaan, voi huomio asiasisällöstä mennä väärin asioihin.

Yhtenäistäkää fontit tärkeät sanat yms. Joissain kohdissa oli isot kirjaimet joissain punaiset pienet kirjaimet ja joissain kohdissa isot punaiset kirjaimet. Eli pientä ulkoasun viilausta vielä niin on kaikkien helpompaa hahmottaa asiat.

6.4 Syklin 1 johtopäätökset

Syklissä 1 loimme oppimateriaalin ensimmäisen version esitutkimuksen, oppimateriaalille asettamiemme kriteerien sekä näistä tekemiemme tulkintojen perusteella (Kuvio 4).



KUVIO 4. Syklin 1 eteneminen.

Syklin 1 perusteella oppimateriaalissa tapahtuva navigointi jakoi mielipiteitä. Osa vastaajista koki navigoinnin helpoksi, osa taas haasteelliseksi. Navigointia helpottaaksemme aiomme laittaa oppimateriaaliin lisää ohjeita, jotta oppimateriaalin käyttäjät ymmärtäisivät helpommin, kuinka navigoinnin on tarkoitus tapahtua. Lisäksi aineistosta nousi esiin tarve yksinkertaiselle, esimerkiksi videopohjaiselle, vaihe vaiheelta etenevälle työstöharjoitukselle. Sykliin 2 teemmekin videoidun ohjeen jollekin yksinkertaiselle työlle alusta loppuun asti. Tässä harjoitustyössä tullaan käyttämään muutamaa tavallisinta jyräintätapaa. Aiomme myös lisätä kirjallista ohjeistusta työstöratatyyppin valintaan, jotta käyttäjien on helpompi valita kuhunkin tilanteeseen paras työstöratatyyppi. Tarkoituksena on lisätä myös kuvia muun muassa teristä ja työstöalueesta, sillä kuvat tukevat sanallista kerrontaa. Lopuksi käymme koko oppimateriaalin läpi ja korjaamme kirjoitusvirheitä ja yhtenäistämme ulkoasua.

7 SYKLI 2

7.1 Syklin 2 toteuttaminen

Toisessa syklissä lähestymistapa on määrällisen ja laadullisen tutkimuksen yhdistelmä. Tällaista yhdistelmästä käytetään nimitystä mixed methods (Creswell 2014, 215). Sekä kvantitatiivisessa että kvalitatiivisessa tutkimuksessa on omat haasteensa (Metsämuuronen 2001, 7-8). Usein varoitetaan liian vahvasta kahtia jakaantumisesta kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimusotteen välillä (Metsämuuronen 2001, 63). Mixed method -tutkimuksen avulla voidaan välttää kvalitatiivisessa ja kvantitatiivisessa tutkimuksessa yksistään ilmeneviä heikkouksia ja siten saavuttaa vahvempi ymmärrys tutkimuskysymyksestä tai -ongelmasta kuin kummankaan menetelmän avulla yksistään (Creswell 2014, 215). Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen tutkimusotteet eroavat toisistaan kuitenkin melko vahvasti. Tästä syystä on järkevää valita jompikumpi lähestymistavoista pääasialliseksi tavaksi. Tällöin toisella menetelmällä voidaan lihavoittaa ja ryhdittää analyysia. Esimerkiksi tilastollisesta aineistosta on mahdollista etsiä vahvasti aineistosta erottuvia tai tyypillisiä vastaajia ja profiloida tarkemmin heitä laadullisten vastausten avulla. Ja toisaalta valittaessa laadullinen ote varsinaiseksi lähestymistavaksi, voidaan pienellä kvalitatiivisella mittauksella saada lisätietoa jostain kiinnostavasta asiasta. (Metsämuuronen 2001, 64.)

Syklin 2 aineiston keruuta varten loimme kyselylomakkeen (Liite 2), joka sisälsi sekä avoimia kysymyksiä, että monivalintakysymyksiä, jossa on neljäportainen Likertin asteikko. Likertin asteikko on usein käytössä mielipidekysymyksissä. Usein tähän asteikkoon sisältyy vaihtoehto "en osaa sanoa/en tiedä". (Valli 2015, 227-228.) Tämä vaihtoehto kuitenkin on haasteellinen tutkijalle, sillä on vaikea tietää syitä valinnalle (Metsämuuronen 2009, 111). Osa vastaajista valitsee vaihtoehdon, koska ei osaa päättää kumpaa mieltä on tai sitten vastaajalla ei ole asiasta minkäänlaista mielipidettä (Valli 2015, 228). Moniselitteisen keskikohdan voi välttää esimerkiksi valitsemalla nolla-positiivinen -skaalan tai positiivinen- positiivinen -skaalan. Tässä tapauksessa ongelmaksi voi silti muodostua sanamuodot ja niiden yksiselitteinen ymmärtäminen. (Metsämuuronen 2009, 111.) Koska tässä tutkielmassa on edellytyksenä, että tutkittava on käyttänyt tuottamaamme oppimateriaalia, uskomme, että hänellä on johonkin suuntaan kallistuva näkemys väittämistä (samaa mieltä vai eri mieltä). Tästä syystä jätimme

tietoisesti pois monitulkintaisen vaihtoehdon, jossa vastaaja voi olla ilmoittamatta minkäänlaista kantaa suuntaan tai toiseen.

Kyselylomakkeessa olevat väittämät on muodostettu määrittelemiemme oppimateriaalin kriteerien perusteella (Ks. luku 5.3), jotka ohjasivat meitä oppimateriaalimme valmistamisessa sekä syklistä 1 muodostuneiden vastausten perusteella. Määrällisten kysymysten lisäksi kyselylomakkeessa on laadullisia, avoimia kysymyksiä, jokaista kriteeriä käsittelevän osion jälkeen. Näissä avoimissa kysymyksissä vastaajalla on mahdollisuus kertoa enemmän näkemyksistään oppimateriaalia koskien ja tällöin myös tuoda ilmi mahdollinen epävarmuutensa, joka ei ollut määrällisten kysymysten kohdalla mahdollista. Keräsimme aineiston sähköisellä web-kyselyllä, joka toteutettiin internetissä toimivalla Webropol -ohjelmistolla. Jaoimme sekä Webropol -kyselyn että oppimateriaalin linkit, facebook ryhmässä "KS Jelppikerho" (157 jäsentä, 28.2.2018). Lisäksi loimme edellä mainituista linkeistä myös QR-koodin (Liite 3), jonka sijoitimme CNC-koneen läheisyyteen. Näin kaikki koneella työskentelevät tulivat tietoisiksi tuottamastamme oppimateriaalista ja kyselystä. Tavoitteena oli tavoittaa mahdollisimman moni asiasta kiinnostunut, sillä kyselyyn vastaaminen edellytti oppimateriaaliin tutustumista ja sen käyttämistä.

Kyselyyn vastasi 17 vastaajaa (N=17). Vastaajista suurin osa opiskeli käsityönaineenopettajaksi (n=9), jolloin heillä on pääaineenaan käsityökasvatus. Lisäksi osa vastaajista suoritti sivuaineenaan käsityökasvatuksen aineopinnoita (n=4). Kyselyyn vastasi tämän lisäksi kaksi henkilökunnan jäsentä, joista yksi opettaja ja yksi henkilökunnan muu jäsen.

Creswell (2014) erottaa kolme erilaista tyyliä, joilla mixed method -menetelmää voidaan hyödyntää. Ensimmäisessä tavassa (Explanatory sequential mixed methods design) kerätään ensin määrällinen aineisto, analysoidaan se ja valitaan aineiston perusteella laadulliseen osuuteen sellaisia vastaajia, jotka ovat tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaisia. Toisessa tavassa (Exploratory sequential mixed methods design) kerätään ensin laadullinen aineisto ja sen jälkeen hyödynnetään sen tuloksia esimerkiksi kvalitatiivisen aineiston mittarien rakentamisessa. (Creswell 2014, 219-227.) Tässä tutkielmassa hyödynsimme kolmatta lähestymistapaa (Convergent parallel mixed methods design), joka on tyypillisin. Lähestymistavassa kerätään sekä määrällinen että laadullinen aineisto, analysoidaan nämä kerätyt aineistot erillisinä ja vertaillaan näitä

saatuja tuloksia toisiinsa. Pääajatuksena tässä on se, että laadullinen ja määrällinen tutkimus tuottavat keskenään erilaista tietoa, mutta yhdessä niiden pitäisi antaa sama tulos. (Creswell 2014, 219-227.)

Kuten ensimmäisessä syklissä, myös toisessa syklissä laadullinen aineisto on analysoitu hyödyntäen sisällönanalyysia. Aineisto on teemoiteltu, joka tarkoittaa sitä, että aineistosta on pyritty löytämään erilaisia teemoja ja kiinnostus on ollut siinä, mitä kustakin teemasta sanotaan. Sisällönanalyysi on ollut toisessa syklissä teoriaohjaava. Aineiston analyysissä on hyödynnetty määrittelemiämme oppimateriaalin kriteerejä. Lisäksi aineisto on jaoteltu vastaajien CNC-jyrsin käyttökokemuksen perusteella *kokemattomampiin käyttäjiin* (tästä eteenpäin ryhmästä käytetään nimitystä K1) ja *kokeneempiin käyttäjiin* (tästä eteenpäin ryhmästä käytetään nimitystä K2). Ryhmään K1 sisältyy näin yhdeksän vastaajaa (n=9) ja ryhmään K2 kahdeksan vastaajaa (n=8). Tämä käyttökokemus on vastaajan itse määrittelemä, jolloin joku vastaaja saattaa määritellä itsensä kokeneemmaksi, kun joku toinen vastaaja tai toisin päin, vaikka heillä olisi takanaan yhtä monta työtuntia koneen parissa. Aineistosta on poimittu jälleen tulosten selventämiseksi näytteitä, joilla kuvataan teemoista sanottuja asioita. Esimerkkinä ote aineistosta:

Hyvä ohjeistus aloitteleville opiskelijoille perehtymisessä CNC teknologian käyttöön. Tukena myös opetuksessa, joka tapauksessa vaaditaan ohjelmiston ja itse koneen käytössä valvontaa ja ohjeistusta ennen käyttöluvan antamista omatoimiseen työskentelyyn.

Määrällinen aineisto on analysoitu hyödyntäen IBM Statistics 24 SPSS -ohjelmaa. Kyselyn väittämistä saadusta datasta laskettiin tunnusluvut, keskiarvo, mediaani ja keskijajonta. Aineisto jaoteltiin kuten laadullinen aineisto ryhmiin K1 ja K2. Aineiston ollessa näin pieni, tunnuslukuja tarkastelemalla haettiin lähinnä tukea laadulliseen analyysiin ja tämän jälkeen näitä analyysin tuloksia on vertailtu toisiinsa.

7.2 Syklin 2 tulokset

Visuaalisuus

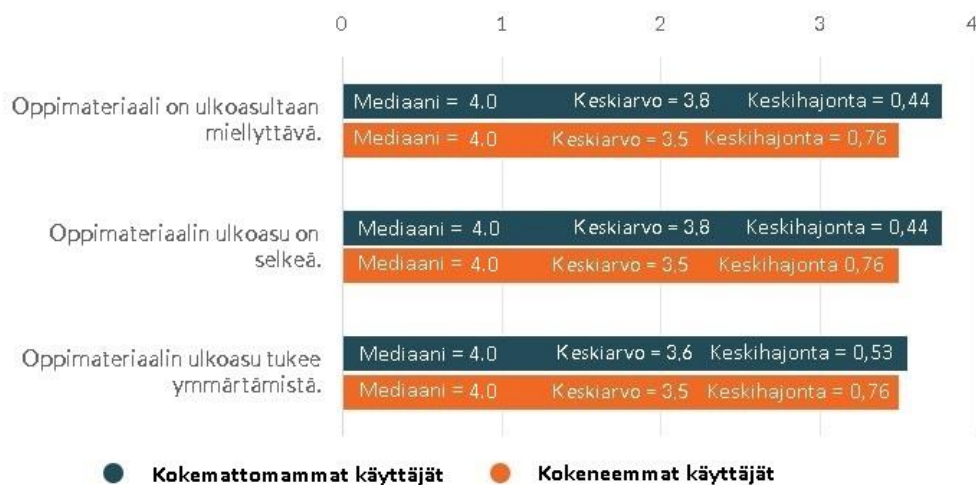
Ryhmässä K1 vastaajat kokivat värikoodien ja erillisiin osioihin jaon selkeyttävän oppimateriaalia. Erillisten osioiden avulla on helpompi valita juuri se kohta

oppimateriaalista, mitä kulloinkin tarvitsee. Selkeyttäviksi asioiksi oppimateriaalissa ryhmässä K1 vastaajat kokivat myös ison fonttikoon, havainnekuvat, tietolaatikot sekä videot. Oppimateriaalin ulkoasu koettiin kuitenkin hieman tylsäksi. Ulkoasusta olisi aineiston perusteella voinut tehdä visuaalisesti kehittyneemmän esimerkiksi korvaamalla tekstejä graafisilla kuvakkeilla. Toisaalta vastauksissa pohdittiin, että nyt ulkoasu ei ainakaan vie huomiota itse sisällöltä.

Värikoodit ja iso fonttikoko auttoi ymmärrettävyyttä

Myös ryhmä K2 koki värikoodauksen ja osioihin jaon lisäävän oppimateriaalin selkeyttä sekä loogisuutta. Lisäksi hyväksi koettiin se, että kuvakkeet ovat suuria ja tekstit selkeitä. Yksi vastaajista mainitsi, että edellisen syklin jälkeen tullut taustakuva lisäsi heti miellyttävyyttä. Lisäksi liikkuminen oppimateriaalissa nähtiin selkeänä ja pidettiin hyvänä, että oppimateriaalissa on ohjeita opastamassa liikkumisessa. Ryhmässä K2 kerrallaan ruudulla olevan tiedon määrä jakoi mielipiteitä. Eräs vastaajista totesi, ettei oppimateriaalissa ole liikaa informaatiota kerralla, kun taas toinen vastaaja näki, että informaatiota on liikaa kerralla ruudulla. Ryhmä K2 olisi toivonut lisää kuvia ja animaatioita korostamaan niitä asioita, joista videoilla puhutaan, jotta huomio olisi helpompi kiinnittää oikeisiin kohtiin videolla. Lisäksi toivottiin lisää miellyttävyyttä ulkoasuun esimerkiksi hillitympien värivalintojen avulla.

Päivityksenä tullut taustakuva toi heti miellyttävyyttä lisää. Selkeyttä lisäävät eriväriset ympyröinnit. Helppo kulkeminen oppimateriaalissa on hyvä!



KUVIO 5. Visuaalisuus

Kaikki vastaajat (N=17) olivat pääsääntöisesti tyytyväisiä oppimateriaalin visuaalisuuteen. Molemmissa ryhmissä suurin osa vastasi kaikkiin väittämiin ”täysin samaa mieltä”. Kahden käyttäjäryhmän välillä ei ollut suuria eroja, vaikkakin keskiarvojen perusteella (kuvio 5, s. 51) näyttäisi, että K1 ryhmä (n=9) olisi K2 ryhmää (n=8) hieman tyytyväisempi oppimateriaalin visuaalisuuteen. Molemmista ryhmistä yli puolet vastaajista oli visuaalisuutta koskevien väittämien kanssa ”täysin samaa mieltä”. Ryhmä K1 on vastannut useammin ”täysin samaa mieltä” väitteeseen oppimateriaalin ulkoasun miellyttävyydestä ja selkeydestä kuin väitteeseen, että oppimateriaalin ulkoasu tukee ymmärtämistä.

Helppous

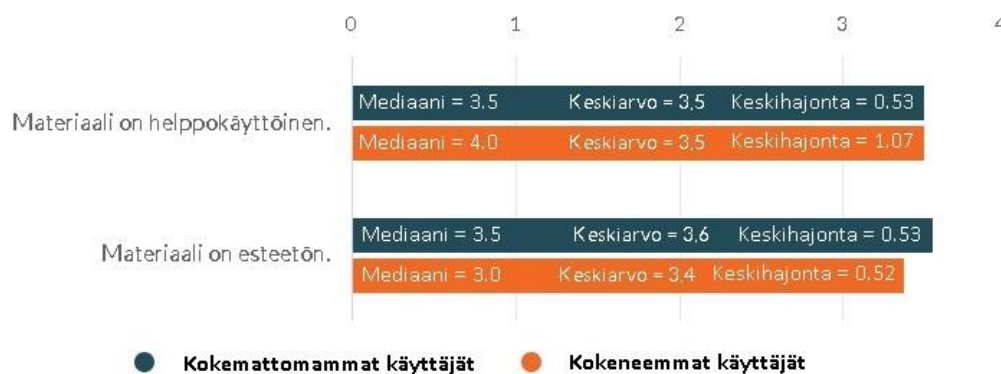
Ryhmässä K1 vastaajat kokivat liikkumisen oppimateriaalissa tekevän siitä helppokäyttöisen. Liikkuminen nähtiin vaivattomana, loogisena ja selkeänä. Tieto löytyi oppimateriaalin rakenteen ansiosta helposti ja sisältö ja toimintalogiikka toimivat yhteen. Ohjeistuksen ja selkeän otsikoinnin nähtiin lisäävän helppokäyttöisyyttä. Ryhmässä K1 vastaajat kokivat videoiden olevan havainnollistavia ja etenevän selkeästi ja rauhallisesti. Videoiden kanssa vastaajilla oli kuitenkin myös hankaluuksia. Opetusvideon aikana tehdyt harhaklikkaukset johdattivat käyttäjän muuhun oppimateriaalin kohtaan ja videoiden aikana valkoisen kursorin liikkeitä oli haasteellista havaita. Lisäksi videon aikana vastaajat olisivat toivoneet mahdollisuutta edistää omaa työtään vaihe vaiheelta. Nyt käyttäjien piti sulkea oppimateriaali, mikäli halusi työpöydälle ja tällöin paikka, missä käyttäjä sillä hetkellä on, katoaa ja se on etsittävä uudelleen. Tästä syystä toivottiin mahdollisuutta katsoa oppimateriaalia esimerkiksi puolella näytöllä. Lisäksi eräs vastaaja toivoi Bach -osioon numeroitua työstövaiheohjetta, josta selviäisi, missä järjestyksessä pitäisi toimia.

Materiaalissa liikkuminen vaivatonta ja loogista. Yksittäisen sujuvaksi tekevän tekijän nimeäminen vaikeaa. Kokonaisuutena oppimateriaalin sisältö ja toimintalogiikka toimivat hyvin yhteen.

Ryhmässä K2 vastaajat kokivat hyväksi sen, että asioista sai lisätietoa niitä klikkaamalla. Lisäksi isot kuvakkeet ja looginen eteneminen lisäsivät oppimateriaalin helppokäyttöisyyttä. Myös ryhmässä K2 vastaajat kokivat selkeät ohjeet ja

oppimateriaalin rakenteen lisäävän helppokäyttöisyyttä. Oppimateriaalin käyttöalustat kuitenkin pohdituttivat vastaajia. Eräs vastaaja koki hyväksi sen, että oppimateriaalin sai ladattua omalle tietokoneelle. Toinen vastaaja taas totesi, että hänellä ei ollut itsellä ongelmia oppimateriaalin käyttämisessä, mutta jos käyttäjällä ei olisi PowerPoint -ohjelmistoa, olisiko oppimateriaalin käyttö mahdollista. Myös vastaajat ryhmässä K2 kokivat ongelmalliseksi harhaklikkaukset sekä sen, että hiiren rullaa pyöräyttämällä oppimateriaalissa päätyy muuhun kohtaan. Lisäksi haasteelliseksi koettiin myös se, jos kesken videon halusi edistää omaa työtään. Tällöin myös vastaajat ryhmässä K2 joutuivat sulkemaan koko oppimateriaalin. Lisäksi videoille toivottiin puheen sijasta tekstitettyä ohjeistusta, sillä meluisassa konesalissa ei ole mahdollista kuulla videolla olevaa puhetta.

Powerpoint -alusta valtasi koko näytön ja välillä harhaklikkauksella video pomppasi aivan outoon kohtaan. Videot olisi tärkeää tekstittää, jotta meluisassa paikassa saisi ohjeista selvää



KUVIO 6. Helppous

Molemmat käyttäjäryhmät olivat hyvin yksimielisiä väitteistä (kuvio 6), jotka koskivat oppimateriaalin käytön helppoutta. Kaikki vastaajat (N=17) olivat molemmista väitteistä vähintäänkin “jokseenkin samaa mieltä”, suurimman osan kuitenkin ollessa “täysin samaa mieltä”. Yleisesti molemmat käyttäjäryhmät vastasivat väitteisiin hyvin yhtenevästi eikä suuria eroja ollut. Kumpikin käyttäjäryhmä arvioi oppimateriaalin kuitenkin hieman enemmän helppokäyttöiseksi kuin esteettömäksi.

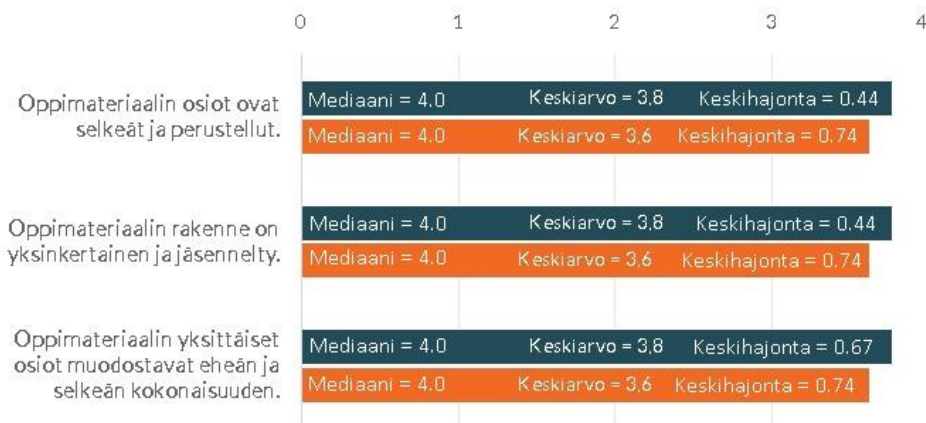
Yksinkertaisuus ja jäsentely

Hyvänä oppimateriaalissa nähtiin ryhmän K1 mukaan se, että eri työvaiheet muodostivat omat osionsa ja ylävalikot johtavat selkeästi alavalikoihin. Eräs vastaaja koki, että sellaiset tilanteet, joissa käyttäjä todennäköisesti tarvitsee apua, oli huomioitu hyvin. Videoita, kuvia ja tekstejä pidettiin informatiivisina ja hyvälaatuisina. Vain yksi vastaaja ryhmässä K1 vastasi kysymykseen siitä, mitkä tekijät parantaisivat jäsentelyä. Vastaaja koki jäsentelyn sekavaksi eteenkin teoriaa ja yleistietoa -osiossa.

Oppimateriaalissa huomioitu hyvin tottumattoman käyttäjän vaatiman tuen tilanteet. Tekstit, kuvat ja videot hyvälaatuisia ja informatiivisia. Näitä tarkkaan seuraamalla ei tarvitse ulkopuolisen apua mikäli jyrsin vain toimii kunnolla.

Ryhmässä K2 vastaajat kokivat yksinkertaisuutta ja jäsentelyä oppimateriaalissa lisäävän osioihin jaottelun sekä värien käytön. Vastaajat kokivat, että oppimateriaali etenee loogisesti ja osioista löytää tarvitsemansa tiedon helposti. Lisäksi videot helpottavat ymmärtämistä. Otsikot jakoivat vastaajien mielipiteitä. Eräs vastaajista toteaa selkeiden väliotsikoiden lisäävän yksinkertaisuutta ja jäsentelyä, mutta toinen vastaaja taas kokee joidenkin otsikoiden olleen outoja. Kyseinen vastaaja toteaa, että kaikki otsikot eivät kuvanneet sitä, mitä niiden takaa löytyi. Lisäksi vastaajat kokivat, että oppimateriaalissa voisi olla vielä enemmän takaisin -näppäimiä ja että pienet kuvakkeet ovat toisinaan kovin lähellä toisiaan, mikä vaikeuttaa klikkailua.

Pienten kuvakkeiden jakaminen "irti toisistaan" voisi helpottaa entisestään klikkailua.



KUVIO 7. Yksinkertaisuus ja jäsentely

Molemmissa ryhmissä oltiin jokaisen väitteen osalta (kuvio 7, s. 54) joko “jokseenkin samaa mieltä” tai “täysin samaa mieltä” (N=17). Suurin osa oli kuitenkin aina “täysin samaa mieltä” kulloinkin esitetystä väitteestä. Väitteiden keskiarvot osoittavat, että K1 ryhmä oli hieman K2 ryhmää tyytyväisempi yksinkertaisuuden ja jäsentelyn toteutumiseen.

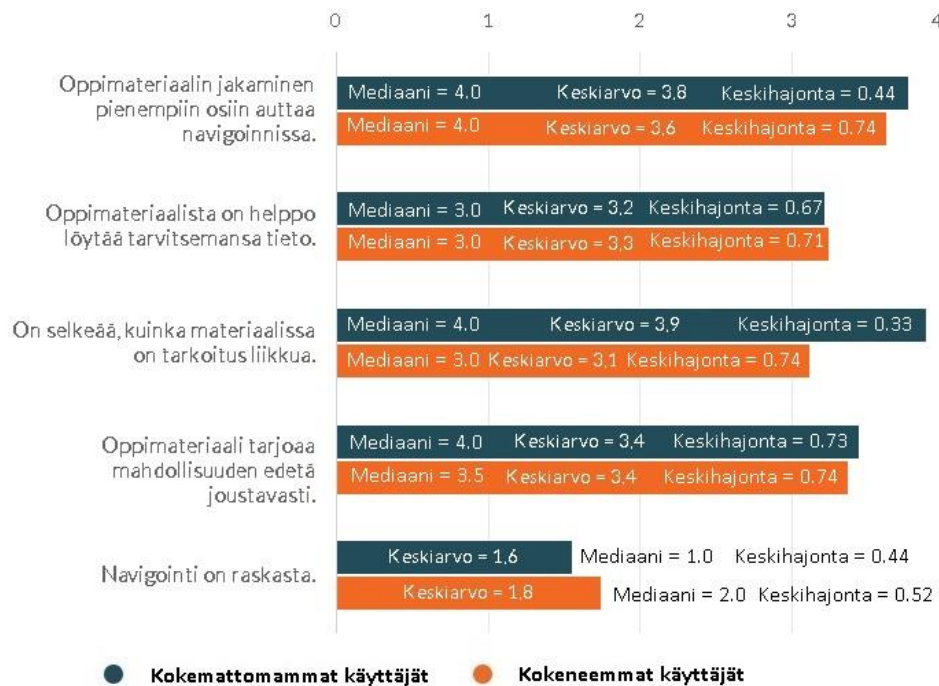
Navigointi

Ryhmässä K1 vastaajat pitivät oppimateriaalissa liikkumista loogisena. Selkeänä pidettiin sitä, että polut oli koottu ohjelmittain, isoja ja selviä painikkeita sekä tietolaatikoita. Eräs vastaajista myös totesi, että videot katsomalla voi ohittaa kokonaan kirjallisen puolen, sillä kummatkin muodot sisältävät samat tiedot yhtä perusteellisesti. Navigointia hankaloittavaksi tekijäksi ryhmässä K1 vastaajat kokivat tiettyjen kohtien löytämisen videoilta sekä sen, että videoilta ei voi suoraan siirtyä seuraavaan. Vastaajat kokivat myös, että tietolaatikoita ja valikoita oli oppimateriaalissa paljon, jolloin käyttäjä saattaa kokea eksyvänsä oppimateriaaliin. Vastaajat kuitenkin kokivat, että tätä ei voi oikein välttää, jos haluaa saada kaiken oleellisen tiedon mahtumaan.

Välillä tuntuu hankalalta päästä eteenpäin tai tuntuu kuin tulisi umpikuja vastaan.

Ryhmässä K2 vastaajat kokivat ohjeiden helpottavan oppimateriaalissa navigointia. Navigointitapa oli kokeilun avulla helposti opittavissa. Lisäksi vastaajat kokivat painikkeiden ulkoasun helposti huomattavaksi, joka helpottaa painikkeiden käyttöä. Otsikot kuvasivat aihepiirejä, jolloin liikkuminen on helpompaa. Lisäksi navigointia helpottavana nähtiin se, että valikoista avautuu uusia avautuvia valikoita. Kuitenkin myös tässä ryhmässä avautuvat valikot koettiin haasteellisena myös siitä syystä, että käyttäjä tunsi hukkuvansa niihin. Lisäksi jotkin takaisin nuolet johtavat oppimateriaalissa vain yhden sivun taaksepäin jotkin taas useamman. Tällaisten asioiden yhtenäistäminen helpottaisi käyttäjää ymmärtämään oppimateriaalin toimintalogiikkaa paremmin. Vastaajat kokivat, että oppimateriaalin sivussa oleva etenemisvaihelista auttaisi käyttäjää hahmottamaan sitä, missä kohtaa oppimateriaalia liikkuu. Navigointia hankaloittivat lisäksi se, että oppimateriaali valtaa koko näytön ja se, että sekä hiiren rullaa pyörittämällä että sivuun klikkaamalla, käyttäjä päätyy oppimateriaalissa eri sivulle.

Selkeät ohjeet alareunassa. ja Seuraava, Takaisin, Päävalikko painikkeiden selkeä helposti huomattava ulkonäkö



KUVIO 8. Navigointi

Kaikki vastaajat (N=17) olivat neljässä ensimmäisessä väitteessä (kuvio 8) joko “jokseenkin samaa mieltä” tai “täysin samaa mieltä”. Väitteeseen “Navigointi on raskasta” kaikki vastaajat vastasivat joko “täysin eri mieltä” tai “jokseenkin eri mieltä”. Ryhmän K1 vastaajat (n=9) olivat hieman K2 ryhmää (n=8) enemmän samaa mieltä väitteistä. Suurin ero näkyy väitteessä “On selkeää, kuinka oppimateriaalissa on tarkoitus liikkua”, jossa K1 ryhmä oli selkeästi K2 ryhmää yksimielisempi ja tyytyväisempi annetun väitteen kanssa.

Haasteelliset sisällöt

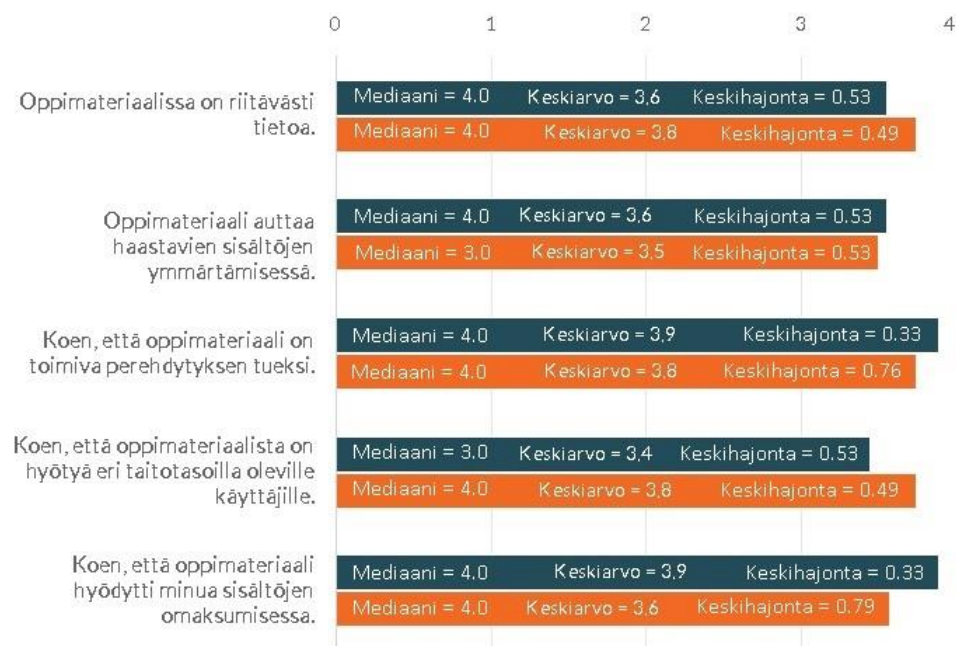
Ryhmässä K1 vastaajat kokivat, että kuvat ja videot auttoivat sisältöjen ymmärtämisessä. Vastaajat kokivat, että tieto oppimateriaalissa on helposti ymmärrettävässä ja yksinkertaisessa muodossa ja että aloitteleva käyttäjä on otettu hyvin huomioon. Teoria ja termien selitykset helpottivat käyttäjää ymmärtämään sisältöjä. Yksi vastaaja jäi

kaipaamaan laajempia selityksiä tukemaan sisältöjen ymmärtämistä. Vastaajat jäivät lisäksi kaipaamaan tueksi listaa jyrsimen sekä piirto-ohjelman pakollisista asetuksista. Yksi vastaaja ei kokenut ymmärtäneensä materiaalin perusteella, miten työstö aloitetaan.

Selkeät kuvat ja videot. Tieto on helposti ymmärrettävää ja yksinkertaista

Ryhmässä K2 vastaajat totesivat oppimateriaalin kokonaisuutena tukevan sisältöjen ymmärtämisessä. Hyvänä pidettiin sitä, että käyttäjä näkee itse työstämisen alusta loppuun sekä sitä, että jokainen toiminto on avattu erikseen selkeästi ja ymmärrettävästi. Lisäksi kuvien ja videoiden koettiin auttavan sisältöjen ymmärtämisessä. Ryhmässä K2 vastaajat saattoivat kokea videot kuitenkin myös hidastempoisina ja toivoivatkin yksinkertaista muistilistaa vaiheista sellaisia käyttäjiä varten, joilla on jo kokemusta. Lisäksi videoihin toivottiin tekstityksiä. Vastaajat kokivat, että oppimateriaalin avulla onnistuu tekemään jyrsinän alusta loppuun, kunhan seuraa ohjeita tarkasti. Oppimateriaali ei kuitenkaan anna ohjeita virhetilanteiden varalle, jolloin käyttäjän on itse palattava oppimateriaalissa taaksepäin ja löydettävä kohta, jossa teki virheen.

Syy-yhteyksien kirjaaminen. Mutta toisaalta yhdistelmiä on kohtalaisen loputon määrä, joten vastaavan materiaalin tuottaminen on hyvin työlästä ja toisaalta ei tarkoituksenmukaista.



KUVIO 9. Haasteelliset sisällöt

Yleisesti molempien ryhmien kaikki vastaajat olivat haasteellisiin sisältöihin liittyvistä väitteistä hyvin yksimielisiä (kuvio 9 s. 57). Kaikki vastaajat (N=17) olivat joko “jokseenkin samaa mieltä” tai “täysin samaa mieltä”. K1 ryhmässä (n=9) oltiin lähes täysin yksimielisiä väitteistä “Koen, että oppimateriaali on toimiva perehdytyksen tueksi” ja “Koen, että oppimateriaali hyödytti minua sisältöjen omaksumisessa”. Ryhmän K2 vastaajat (n=8) olivat enemmän sitä mieltä, että oppimateriaalissa oli riittävästi tietoa ja että oppimateriaali hyödyttää eritasoisia käyttäjiä kuin vastaajat ryhmässä K1.

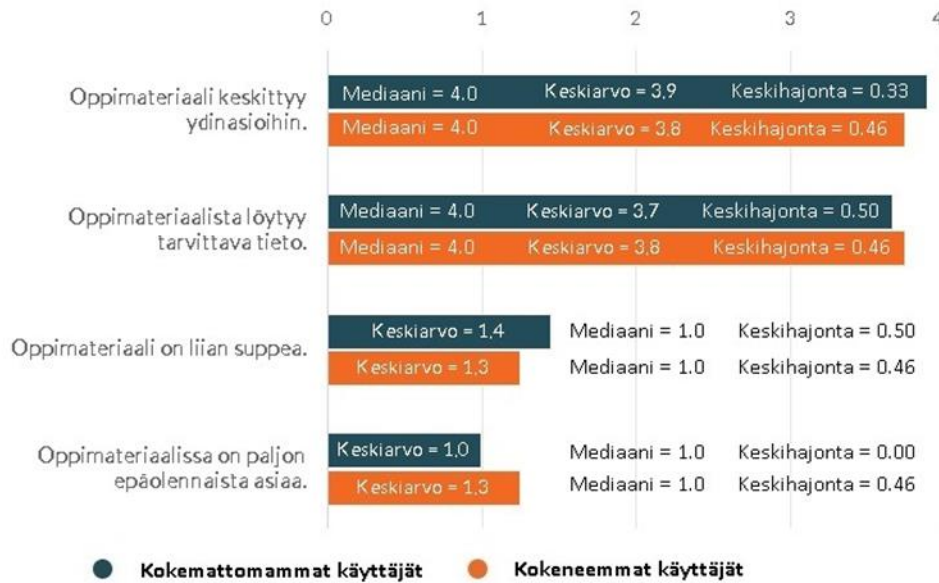
Selkeys

Ryhmässä K1 vastaajat olisivat toivoneet vielä lisää tietoa haastavampien kuvioiden piirtämiseen VCarvePro -ohjelmalla. Lisäksi toivottiin vielä lisää tietoa nollakohdan määrittelystä jyrsimellä sekä siitä, miten keskeytetään jyrshintä, mikäli tapahtuu jokin virhe, jonka takia jyrshintä täytyy keskeyttää.

olisin toivonut haastavempien kuvioiden piirtämisen avaamista piito-ohjelmalla

Ryhmässä K2 vastaajat olivat tyytyväisiä jo nyt oppimateriaalista löytyvään tiedon määrään. Vastauksissa todettiin, että kaikkea voi aina kehittää loputtomiin ja jos nyt vielä jostain lisätietoa voisi olla, niin toimintaohjeita mahdollisten virhetilanteiden varalle. Tällä tarkoitettiin skenaarioita, joissa todetaan, että jos kone tekee jonkin tietyn virheen, missä vika voisi mahdollisesti olla ja kuinka vian voi korjata. Lisäksi eräs vastaaja toivoi lisää tietoa kärkiterällä jyrsimisestä.

Mahdollisia virhetilanteita esimerkkeinä. Eli jos kone tekee näin ja näin, vika saattaa olla tässä -tyyppisiä skenaarioita.



KUVIO 10. Selkeys

Oppimateriaalin selkeyttä käsitteleviin väittämiin annettujen vastausten perusteella (kuvio 10) näyttäisi siltä, että oppimateriaalissa tieto löytyy helposti ja että sitä on sopivasti. Ryhmien välillä tai niiden sisällä ei ollut suurta vaihtelua. Ryhmässä K1 kaikki vastaajat (n=9) olivat täysin yksimielisiä väitteestä “Oppimateriaalissa on paljon epäolennaisia asioita” valitsemalla vaihtoehdon “täysin eri mieltä”. Ryhmässä K1 vastaajat ovat hieman tyytyväisempiä oppimateriaalissa olevaan tietomäärään kuin vastaajat ryhmässä K2. Ryhmässä K2 vastaajat kokivat ryhmää K1 enemmän oppimateriaalissa olevan epäolennaisia asioita.

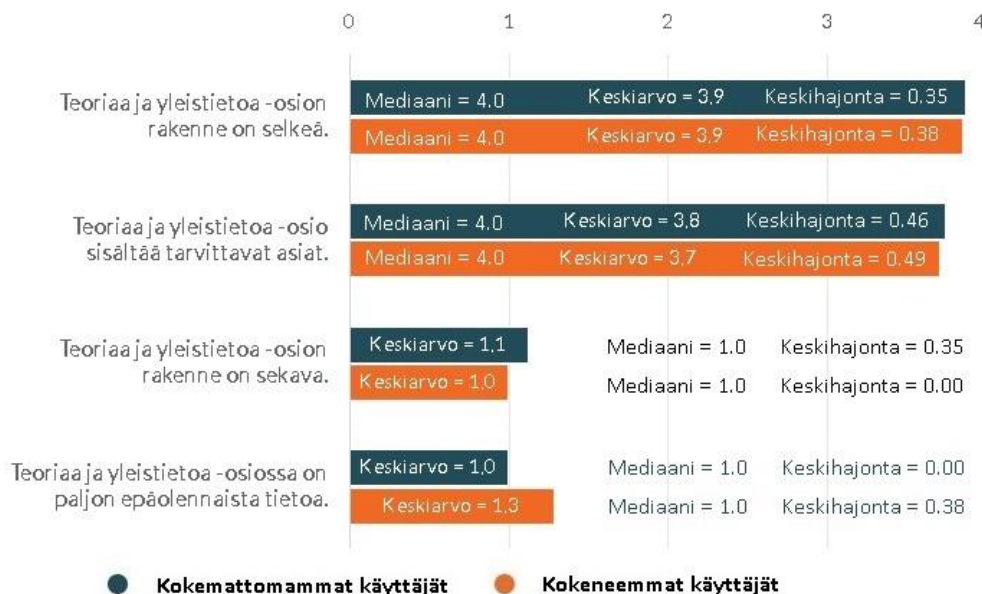
Teoriaa ja yleistietoa -osio

Ryhmässä K1 vastaajat kokivat, että teoriaa ja yleistietoa -osio sisältää paljon hyvää tietoa. Nämä tiedot auttavat käyttäjää ymmärtämään koneen käyttöä ja kokeneempi käyttäjä voi kyseisen osion ohittaa, jos kokee, ettei tarvitse tietoja. Vastaajat kokivat hyödylliseksi termien selitykset, jotka osiosta löytyvät. Vain yksi vastaaja vastasi kysymykseen siitä, mitkä asiat kyseisessä osiossa olivat epäolennaisia tai huonoja. Vastaaja toivoi enemmän tietoa CNC-jyrsimestä sekä koneen turvallisesta käytöstä.

Aloittelijan kannalta kaikki ko. osion tiedot hyödyllisiä. Kokeneempi käyttäjä voi hypätä osion yli.

Ryhmän K2 vastaajat kokivat, että eivät itse niinkään tarvitse kyseistä oppimateriaalin osiota. He kuitenkin ajattelivat, ettei mikään osion tiedoista ollut turhaa. Käsitteiden määrittely alkuvaiheessa koettiin tärkeäksi, jotta ymmärtää myöhempää ohjeistusta, jossa käytetään CNC-jyrsintään liittyvää käsitteistöä. Tällöin käyttäjä ymmärtää paremmin yleisiä lainalaisuuksia ja peruseriaatteita, joita CNC-jyrsintään liittyy. Ryhmästä K2 yksikään ei kokenut osion tietoja huonoiksi tai epäolennaisiksi.

En itse tarvinnut niitä, koska minulla oli aikaisempaa kokemusta CNC-tekniologiasta ja laitteen käytöstä. Mutta mielestäni mikään niistä ei ole turhaa.



KUVIO 11. Teoriaa ja yleistietoa -osio

Kaikki vastaajat (n=15) olivat selkeästi sitä mieltä (kuvio 11), että oppimateriaalin rakenne oli selkeä ja se sisälsi tarvittavat tiedot. Vastauksissa erot ryhmien välillä olivat hyvin pieniä ja myös ryhmien sisäinen hajonta erittäin vähäistä. Erityisenä huomiona K2 ryhmän täysi yksimielisyys väitteessä “Teoriaa ja yleistietoa-osion rakenne on sekava” ja K1 ryhmän täysi yksimielisyys väitteessä “Teoriaa ja yleistietoa-osiossa on paljon epäolennaista tietoa”.

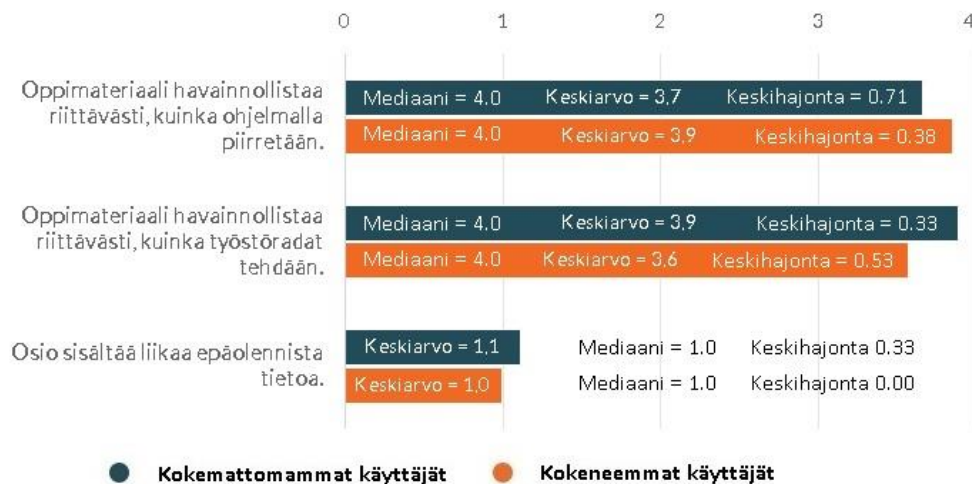
VCarvePro -osio

Ryhmän K1 vastaajat kokivat hyvät kuvat ja tietolaatikat hyödyllisiksi VCarvePro -osiossa. Vastaajat kokivat, että piirtämisosion työkalujen esittelyt oli tehty hyvin ja ne auttavat näin paljon ohjelman käyttämisessä. Vain yksi vastaaja oli vastannut kysymykseen, jossa kysyttiin tekijöitä, jotka havainnollistaisivat vielä lisää piirtämistä ja työstöratojen tekemistä. Tämä vastaaja toivoi, että piirtotyökaluja olisi käyty läpi enemmän.

Perusteellinen ja selkeä ohjeistus. Tämän pohjalta ohjelmaa kerran useita kuukausia sitten käyttänyt henkilö kykeni piirtämään työstettävän kappaleen ja tekemään työstöradat.

Ryhmässä K2 videot koettiin havainnollistavina piirtämisen ja työstöratojen tekemisen tukena. Hyvänä tukena piirtämisessä ja työstöratojen tekemisessä pidettiin myös eri työkalujen avaamista osiossa. Vastaajat olisivat toivoneet vielä lisää tietoa erilaisilla terillä työstämisestä sekä sitä, että työkalujen kuvakkeet olisi liitetty kuvana työkalun kerronnan yhteyteen, jolloin käyttäjän on helpompi hahmottaa mistä työkalusta on kerronnan yhteydessä kyse. Lisäksi vastaajat olisivat toivoneet useampien kappaleiden työstämiseen ohjeita. Oppimateriaalissamme oli ainoastaan yhden kappaleen työstäminen ohjeistettu alusta loppuun. Vastauksissa pohdittiin kuitenkin myös sitä, ettei oppimateriaalin tarkoitus välttämättä olekaan olla tyhjentävä, vaan sellainen, joka auttaa.

Useiden erilaisten kappaleiden piirtämisvideot. Mutta taas, mahdollisia vaihtoehtoja on loputon määrä ja tämänkaltaisen toiminnan mielekkyys voidaan kyseenalaistaa. Oppimateriaalin perimmäinen tarkoitus ymmärtääkseni ei kuitenkaan ole olla tyhjentävä, vaan auttaa itseopiskelussa ja annetulle perehdytykselle.



KUVIO 12. VCarvePro -osio

VCarvePro -osiota käsittelevien väittämien vastausten perusteella (n=16) (kuvio 12) on havaittavissa, kuinka hyvin oppimateriaali havainnollisti sitä, miten ohjelmalla piirretään ja luodaan työstöradat. Pääsääntöisesti kaikki olivat väittämien vastausten perusteella tyytyväisiä tähän osioon, vaikkakin ryhmien välillä on havaittavissa pieniä eroja. K2 ryhmä (n=7) oli hieman tyytyväisempi piirtämisosioon kuin osioon, jossa opastettiin työstöratujen tekemistä. Kun taas ryhmässä K1 vastaajat olivat tyytyväisempiä osioon, jossa opastettiin työstöratujen tekoja ja tyytymättömpiä osioon, jossa opastettiin piirtämistä.

Bach CNC-jyrsimen ohjaus -osio

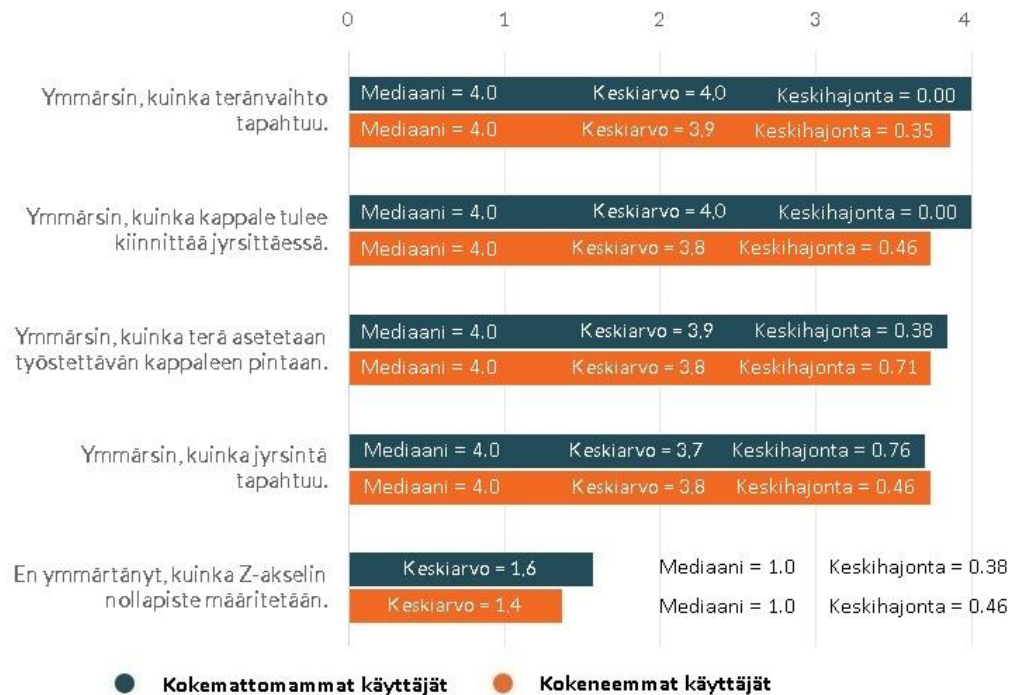
Ryhmässä K1 vastaajat pohtivat, että oppimateriaalin käsittelemä aihe on haastava ja kone monimutkainen, jolloin sisältöjen ymmärtäminen on haasteellista. Yksi vastajista toivoi edelleen nollapisteen määrittämisestä sekä työn aloittamisesta perusteellisempia ohjeita.

Työstön aloittamisesta ja nollapisteen määrittämisestä olisi kaivannut vielä perusteellisemmat ohjeet.

Ryhmässä K2 vastaajat kokivat, että ymmärtämistä haittasi se, että videolla kappale kiinnitettiin keskelle työstöpöytää sekä se, että eri osioissa neuvottiin esimerkiksi nollapisteen asettamisesta eri tavalla, jolloin kokemattomampi käyttäjä voi mennä

sekaisin. Lisäksi toivottiin edelleen tekstitystä videoille, sillä videon puheäännet kuuluvat heikosti, jollei käytä kuulokkeita.

Äänen heikko kuuluvuus videoilla. Tekstitys voisi parantaa tätä ongelmaa. Mutta tämäkin asia korjaantuu, jos videoita kuuntelee kuulokkeilla.



KUVIO 13. Bach CNC-jyrsimen ohjaus -osio

CNC-jyrsimen ohjausta käsittelevän osion (kuvio 13) väittämien vastauksista (N=17) nähdään, että vastaajat kokivat oppimateriaalin auttavan käyttäjiä ymmärtämään kuinka itse CNC-jyrsintä ja sen Bach ohjausohjelmistoa tulee käyttää. K1 ryhmässä (n=9) kaikki vastaajat ovat valinneet vastausvaihtoehdon “täysin samaa mieltä” väitteisiin “Ymmärsin, kuinka teränvaihto tapahtuu” ja “Ymmärsin, kuinka kappale tulee kiinnittää jyrsittäessä”. Kumpikin ryhmä jäi kaipaamaan lisää ohjeistusta terän asettamiseen kappaleen pintaan ja siihen, kuinka itse työstö tapahtuu.

Vapaa sana

Ryhmässä K1 vastaajat pohtivat, että oppimateriaalin avulla on hyvä lähteä opettelemaan koneen käyttöä ja olivat onnistuneet tuottamaan sen avulla omia töitään. Lisäksi vastaajat uskovat hyödyntävänsä oppimateriaalia varmasti omassa käytössään jatkossakin. Ryhmässä K1 vastaajat uskovat, että myös kokeneemmat käyttäjät saavat oppimateriaalista ainakin tukea. Vastaajat kokivat, että oppimateriaalin on kaiken kaikkiaan selkeä ja siitä näkee, että sen tekemiseen on käytetty aikaa ja vaivaa.

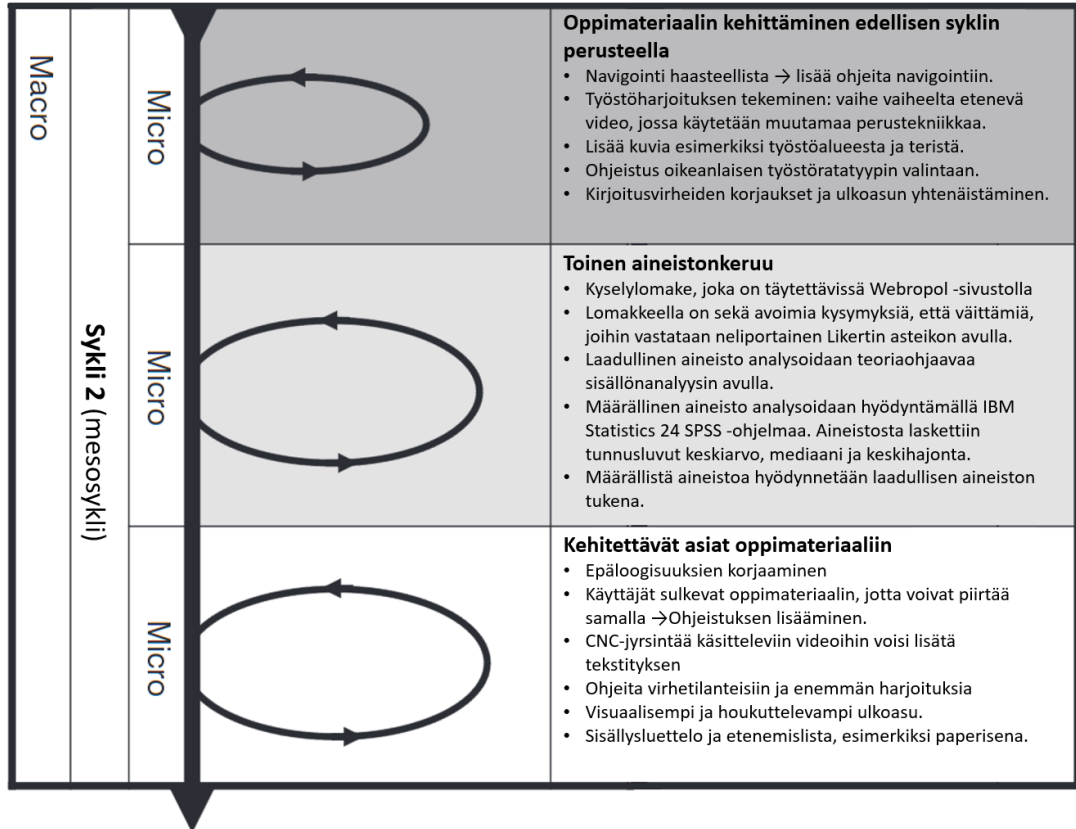
Aloittelijalla ja harvakseltaan CNC-jyrsimellä työskentelevällä kattava ja selkeä oppimateriaali. Tämän avulla voi ottaa jyrsimen peruskäytön haltuun omatoimisesti pakollisen perehdytyksen jälkeen. Lisäksi materiaalista on helppoa löytää tarvitsemansa tieto. Näin selkeän ja kattavan oppimateriaalin kanssa ei mielestäni kukaan voi väittää, että CNC-työstön opetteleminen olisi mahdoton tehtävä!

Ryhmässä K2 vastaajat uskovat, että jos oppimateriaalin ottaa käyttöön heti perehdytyksen alusta lähtien, siitä on mahdollisimman paljon hyötyä. Oppimateriaalista katsottiin olevan ehkä enemmän hyötyä juurikin CNC-teknoologiaan perehtymässä oleville kokemattomammille käyttäjille. Vastaajat olivat tyytyväisiä materiaaliin, vaikka löysivätkin vielä kehitettäviä asioita.

Vaikka materiaalissa onkin hiottavaa, on silti nostettava hattua moisesta työstä! Näin suuren materiaalin tekeminen ei ole helppo ja yksioikoinen työ. Materiaalista oli tukea, vaikka työstövideoita erilaisilla terillä voisi tehdä

7.3 Syklin 2 johtopäätökset

Syklissä 2 kehitimme oppimateriaalia eteenpäin syklistä 1 saatujen vastausten perusteella (Kuvio 14 s. 65).



KUVIO 14. Syklin 2 eteneminen.

Kolmatta sykliä ajatellen oppimateriaalista olisi tärkeä korjata vielä sellaiset kohdat, jotka eivät olleet loogisia. Näitä ovat esimerkiksi siirtymät hiiren rullaa pyöryttämällä tai videon aikana painamalla sekä takaisin -nuolet, jotka johtavat eri määrän sivuja takaisin. Oppimateriaaliin tulisi lisätä enemmän ohjeistuksia käyttäjille, jotta käyttäjät osaisivat käyttää samanaikaisesti CNC-jyrsintään liittyviä ohjelmistoja sekä oppimateriaalia, sillä se on mahdollista tälläkin hetkellä. Käyttäjät toivoivat mahdollisuutta katsoa CNC-jyrsintää käsitteleviä videoita myös meluisassa konesalissa, jolloin tekstityksien lisääminen videoihin olisi tärkeää. Oppimateriaaliin voisi lisätä ohjeita virhetilanteiden varalle ja useampia erilaisia harjoituksia. Oppimateriaalin ulkoasun päivittäminen visuaalisemmaksi ja miellyttävämmäksi olisi kolmatta sykliä ajatellen tärkeää. Lisäksi oppimateriaaliin olisi hyvä tehdä sisällysluettelo sekä oheen lista esimerkiksi paperisena, josta käyttäjä voi ennen jyrsintää tarkistaa onko tarvittavat valmistelut tehty.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

8.1 Parannuksia oppimateriaaliin sekä eritasoisten käyttäjäryhmien kokemukset oppimateriaalista

Sekä syklissä 1 että syklissä 2 vastauksista nousi esiin työstöharjoitukset. Ensimmäisessä syklissä työstöharjoituksia ei ollut ollenkaan ja oppimateriaali keskittyi lähinnä työkalujen esittelyyn. Saimme kuitenkin vastauksista tietoa siitä, millaisia asioita vastaajat toivovat työstöharjoituksissa olevan. Toiseen sykliin kehitystyön tuloksena mukaan tulleet videot, joilla työstämistä ohjeistettiin vaihe vaiheelta niin, että yhden työn työstäminen nähtiin alusta loppuun, koettiin havainnollistavina ja selkeinä. Videoita kuvattiin rauhallisesti eteneviksi. Kritiikkiä kuitenkin tuli videoihin liittyen siitä, että videoiden puheäännet eivät olleet kovinkaan kuuluvia etenäkään meluisassa konesalissa, jolloin puheella tapahtuvasta ohjeistuksesta ei ollut niin paljon hyötyä sekä siitä, ettei pienen valkoisen kursorin liikkeitä erottanut kunnolla videoilta.

Kursorin havaittavuutta voisi parantaa korostamalla sitä esimerkiksi erilaisin efektein. Toisaalta efektien ja animaatioiden käytöstä videoilla myös varoitellaan ja muun muassa Merisalo, Sutinen ja Tarhio (2000) toteavat, että niitä tulisi käyttää mieluummin liian vähän kuin liikaa (Merisalo, Sutinen & Tarhio 2000, 119). Ratkaisuksi videoiden kuuluvuusongelmaan vastaajat toivoivat, että videoille saataisiin jatkossa tekstitykset, jotta käyttö olisi helpompaa myös tilassa, jossa on taustamelua. Toisaalta myös kuulokkeiden käyttö nähtiin mahdollisena tapana ratkaista asia. Tästä voidaan päätellä, että CNC-jyrsin-oppimateriaalissa olisi hyvä olla videoita tai tekstillä kerrottuja ohjeistuksia töiden vaihe vaiheelta toteuttamiseen. Mielellään tietysti mahdollisimman monia erilaisia videoita, joissa käytettäisiin erilaisia muotoja ja työkaluja, jotta mahdollisimman monet tilanteet tulevat läpikäytyä. Toisaalta voidaan ajatella, että hyvän oppimateriaalin tulisi haastaa ja aktivoida käyttäjiä prosessoimaan tietoa itse (Opetushallitus 2006, 16).

Sähköisen oppimateriaalin yhtenä suurimpana haasteena on saavuttaa sama taso luettavuuden ja käytettävyyden osalta kuin perinteisillä paperisilla oppimateriaaleilla (Ekonoja 2014, 66). Jonkinlaisen paperisen tai sähköisen vaihelistan lisääminen sähköisen oppimateriaalin rinnalle nousikin esille niin esitutkimuksessa, syklissä 1 kuin syklissä 2. Tällaisesta vaihelistasta saisi tarkistettua ennen jyrsintää, onko käyttäjä

varmasti toteuttanut kaikki vaiheet, jotka ennen jyrskintää on välttämätöntä tehdä. Erityisesti syklissä 2 vastaajat ryhmässä K2 kokivat, että olisivat hyötynneet tällaisesta listasta, sillä he kokivat videot kohdallaan turhan hidastempoisina ja materiaalin mahdollisesti liian yksityiskohtaisena peruskäytön ollessa jo hallussa. Samansuuntaisia tuloksia ovat omassa tutkielmassaan saaneet myös Isohanni ja Koski (2018). He toteavat eri tasoisten käyttäjäryhmien hyödyntävän oppimateriaalia eri tavoilla. Kokeneemmilla oppimateriaali toimi muistin tukena ja kokemattomammalla taas paikkana, josta saa ideoita omaan työskentelyyn. (Isohanni & Koski 2018, 62-83.) Lisäksi tällaisen listan tai vaihtoehtoisesti sisällysluettelon ajateltiin helpottavan navigointia. Nyt osa käyttäjistä koki oppimateriaalin rakenteen ollessa tällainen, josta valikoiden jälkeen avautuu lisää valikoita, että he "hukkuvat" sinne. Tämä ei tietenkään ole hyvä asia, sillä oppimateriaalin käytettävyyttä ei voi olla hyvä, mikäli käyttäjää turhauttaa sen parissa työskentely (Opetushallitus 2006, 18). Digitaalisen oppimateriaalin olisikin tärkeää sisältää sellaisia mekanismeja, jotka tukevat sen hahmottamista, missä kohtaa oppimateriaalia käyttäjä kulloinkin liikkuu (Meisalo, Sutinen & Tarhio 2000, 116). Navigointi jakoi ensimmäisessä syklissä vahvasti käyttäjien mielipiteitä. Osa käyttäjistä koki, että navigointi on selkeää, toiset taas, että se on turhauttavaa. Ensimmäisen ja toisen syklin välillä tapahtuneessa kehitystyössä olimme lisänneet ohjeita navigointiin, mikä vastausten perusteella vaikutti auttaneen käyttäjiä navigoinnissa. Tästä voidaan päätellä, että tärkeää on siis ohjeistaa selkeästi käyttäjää oppimateriaalin käyttöön. Toisessa syklissä navigointia kuvattiin pääasiassa loogiseksi. Verkko-oppimateriaalin pedagogisen laadun kannalta onkin tärkeää, että ohjeet oppimateriaalin oikeaoppiseen käyttöön ovat riittävän selkeät ja helposti saatavilla (Opetushallitus 2006, 15).

Ryhmään K1 kuuluvat vastaajat olivat lähes yksimielisiä siitä, että on selkeää, kuinka oppimateriaalissa on tarkoitus liikkua. Ryhmään K2 kuuluvat vastaajat taas eivät olleet yksimielisiä. Ryhmässä K2 vastaajat kuvasivat, että oppimateriaalissa painikkeet olivat selkeitä ja että Syklin 1 jälkeen lisätyt ohjeet selkeyttivät navigointia. Sitä, että navigointia pidettiin toisessa syklissä selkeämpänä kuin ensimmäisessä voi selittää se, että vastaajista osa oli samoja syklissä 1 ja syklissä 2, jolloin oppimateriaalin toimintalogiikka oli jo näille käyttäjille entuudestaan tuttu. Käyttäjät kuitenkin tarvitsevat käyttöliittymän, joka on vakiintunut ainakin jossain määrin (Kröger 2003, 254).

Vastaajat kuvailivat värikoodauksen, kuvakkeiden suuren koon ja sen, että oppimateriaali jakautuu osioihin sisältöjen mukaan auttavan navigoinnissa. Käyttäjät olisivat kuitenkin toivoneet erilaisia värivalintoja ja nykyaikaistamista tai joidenkin tekstien korvaamista esimerkiksi painikkeiden kuvilla, jotta ulkoasusta olisi saanut miellyttävämmän. Vaikka onkin tärkeää, että oppimateriaali on ulkoasultaan innostava, on tärkeää myös se, että ulkoasu on tarkoituksenmukainen ja tukee ymmärtämistä. (Opetushallitus 2006, 20.) Väittämien perusteella ryhmässä K1 vastaajat kokivat oppimateriaalin ulkoasun miellyttäväksi ja selkeäksi, mutta eivät niinkään kokeneet, että ulkoasu olisi tukenut ymmärtämistä. Värikoodauksen ja osioihin jaon kuitenkin nähtiin lisäävän oppimateriaalin ymmärrettävyyttä.

Vastaajat kokivat turhauttavana sen, että oppimateriaali on jaettu pelkästään PowerPoint-esityksenä. Käyttäjät halusivat käyttää oppimateriaalia siten, että edistävät oppimateriaalin avulla yksi vaihe kerrallaan omaa työtään. Tällöin käyttäjät siis haluavat käyttää vuorotellen CNC-jyrsintään tarvittavia ohjelmistoja ja oppimateriaalia. Käyttäjät kertoivat, että jos ohjelmistoja haluaa käyttää vuorotellen, on oppimateriaali aina pakko sulkea ja oman työn edistämisen jälkeen taas avata uudelleen ja alusta alkaen etsittävä se paikka, jossa aiemmin oli. Se että käyttäjä turhautuu oppimateriaalin parissa, on todella huono asia, joten tälle asialle olisi tärkeä tehdä korjauksia. Wiio (2004) toteaa, että nykyaikana voidaan pitää oletuksena, että uutta sovellusta käyttävä osaa tietokoneen käytön yleistaitoja. Käyttäjä osaa mm. avalla ikkunoita, sulkea niitä ja vaihtaa näkymää hiirellä. Käyttäjä myös osaa käyttää ja tunnistaa painikkeita, sekä muita yleisimpiä tietokoneiden toimintoja. (Wiio 2004, 2.) Tässä tapauksessa tekemämme oletus tietokoneen peruskäytöstä oli kuitenkin väärä ja ongelman korjaamiseen voisi riittää jälleen lisäohjeistus. PowerPoint esityksen aikana on mahdollista avata tietokoneen tehtävapalkki ja sitä kautta tietokoneen muita ohjelmistoja oppimateriaalin päälle. Ilmeisesti tämä ominaisuus ei kuitenkaan ollut käyttäjien tietoisuudessa. Tämä voisi siis olla hyvä ohjeistaa käyttäjille. Teknologiaa hyödynnetään yhteiskunnassa yhä enenevässä määrin ja sen käytön kasvu kouluissa on tulevaisuudessa väistämätöntä. (Tossavainen 2015, 196.) Jo tästä syystä opettajaopiskelijoiden olisi hyvä oppia käyttämään tietotekniikkaa joustavasti hyödykseen.

Toinen ratkaisuvaihtoehto voisi olla esimerkiksi käyttäjien kannustaminen hyödyntämään mahdollisuutta käyttää oppimateriaalia toisella laitteella. Osa käyttäjistä

koki hyväksi sen, että oppimateriaalin saa ladattua omalle laitteelle sen PowerPoint - pohjaisuuden ansiosta. Omaa laitetta, esimerkiksi älypuhelin tai tietokonetta, voi tällöin hyödyntää oppimateriaalin käyttöön ja varsinaisia ohjelmistoja käyttää Rauman kampuksen tietokoneilla, joihin tarvittavat ohjelmistot on asennettu. Tällöin tarvittavat ohjelmistot ja oppimateriaali eivät olisi samassa laitteessa. Oppimateriaalin Powerpoint - pohjaisuus pohditutti vastaajia myös siitä syystä, että oppimateriaalin käyttö edellyttää kyseisten ohjelmistojen asentamista laitteelle, jossa haluaa oppimateriaalia käyttää. Tällöin siis PowerPoint -ohjelman puute voi muodostaa esteen oppimateriaalin käytölle. Tätä näkemystä tukee se, että molemmat käyttäjäryhmät arvioivat oppimateriaalin olevan enemmän helppokäyttöinen kuin esteetön.

Lisäksi oppimateriaalista käyttäjät löysivät erikoisia toimintalogiikoita sekä sellaisia kohtia, jotka eivät ole johdonmukaisia, ja jotka näin hämmentävät käyttäjää ja siten vaikeuttavat oppimateriaalin käyttöä. Esimerkiksi mahdolliset harhaklikkaukset videoiden aikana johtavat seuraavaan videoon sekä hiiren rullan pyöryttäminen aiheutti oppimateriaalissa siirtymän toiselle sivulle. Lisäksi jotkin "takaisin" nuolet johtavat taaksepäin vain yhden sivun ja toiset useamman sivun. Tällaisessa multimediaoppimateriaalissa "arkkitehtuurin" selkeä suunnittelu on erittäin tärkeää, jotta käyttäjä pysyy selvillä siitä, missä hän liikkuu (Meisalo, Sutinen & Tarhio 2000, 119). Korjaukseksi käyttäjät ehdottivat, että paluuseen tarkoitettuja nuolia olisi enemmän. Tällöin käyttäjä pääsisi yhdestä osion alkuun ja toisesta edelliselle sivulle.

Sopivan tiedon määrä pohditutti vastaajia syklissä 1. Myös syklissä 2 osa käyttäjistä koki, että tietoa oli sopivasti samalla, kun osa käyttäjistä taas jäi kaipaamaan vielä lisää tietoa joistakin asioista. Pääasiassa käyttäjät kuitenkin kokivat, että tieto on ymmärrettävässä muodossa. Lienee haasteellista tuottaa oppimateriaalia, jossa on sopivasti tietoa kaikkien käyttäjien tarpeille. Käyttäjät kuitenkin kokivat vastausten perusteella hyväksi ratkaisuksi erottaa Teoriaa ja yleistietoa -osio erilleen muista osioista. Kokeneemmat käyttäjät kokivat, etteivät niinkään tarvitse osiota itse, mutta näkivät sen hyödylliseksi niille, jotka eivät olleet vielä tutustuneet kovinkaan syvästi esimerkiksi CNC-jyrsintään liittyvään termistöön. Digitaalisten oppimateriaalien yksi suurimmista hyödyistä on yksilöllistäminen. Jokaisen oppilaan huomioonottaminen on sähköisten oppimateriaalien avulla mahdollista ilman, että käytössä oleva tuotevalikoima muuttuu hallitsemattoman

suureksi. Tarvitaan erilaisia versioita samasta tehtävästä, jotta kyseinen oppimateriaali soveltuu mahdollisimman monelle oppijalle. (Sankila 2015, 27.)

Laadullisen analyysin perusteella eri taitotasoisten käyttäjien kokemukset oppimateriaalista eivät eronneet juurikaan toisistaan. Oppimateriaalin nähtiin sopivan ehkä paremmin kokemattomammille käyttäjille, kuin kokeneemmille käyttäjille, sillä se keskittyy enimmäkseen perusteiden hallintaan. Väittämässä ryhmään K1 kuuluvat vastaajat arvioivat oppimateriaalin soveltuvan perehdytyksen tueksi ja kokivat hyötyneensä oppimateriaalista enemmän kuin vastaajat ryhmässä K2. Kokeneet käyttäjät taas todennäköisesti hallitsevat nämä perusteet jo. Ryhmän K2 käyttäjät kuitenkin uskoivat ryhmää K1 enemmän oppimateriaalista olevan hyötyä eri tasoille käyttäjille. Oppimateriaalin laadulla on yhteys siihen, kuinka hyödylliseksi oppimateriaali koetaan. Mikäli käyttäjä kokee oppimateriaalin olevan laadukas, hän kokee oppivansa sen avulla paremmin. (Ekonoja 2014, 183.)

Ryhmässä K2 vastaajat jäivät vielä kaipaamaan oppimateriaalista vihjeitä mahdollisten virhetilanteiden varalle. Tällä tarkoitetaan erilaisia skenaarioita, joissa ohjeistetaan, mikä asetuksista mahdollisesti olisi pielessä, jos kone tekee jonkin liikkeen, mitä käyttäjä ei ole tavoitellut. Tämä kuulostaa luonnolliselta, sillä kokeneempien käyttäjien kuvattiin turvautuvan oppimateriaaliin lähinnä muistin virkistykseksi, joidenkin sisältöjen tarkastamiseen, sillä he ovat toteuttaneet koneella jo useampia jyräntöjä ja tietävät näin, miten sillä tulee työskennellä.

Ryhmään K1 kuuluvat vastaajat olivat tyytyväisempiä syklin 2 kummankin aineiston perusteella oppimateriaalin yksinkertaisuuteen ja jäsentelyyn sekä oppimateriaalista löytyvään tietomäärään kuin vastaajat ryhmässä K2. Ryhmässä K2 vastaajat kuvasivat, että oppimateriaalista löytyy epäolennaista tietoa. Ryhmässä K2 vastaajat kokivat ymmärtäneensä paremmin oppimateriaalin perusteella, kuinka piirtäminen tapahtuu kuin sen, kuinka työstöradat tehdään. Ryhmässä K1 käyttäjät tätä vastoin kokivat ymmärtäneensä paremmin, kuinka työstöradat tehdään kuin sen, kuinka piirtäminen tapahtuu. Ryhmässä K1 tätä selittänee pienessä aineistossa yksittäisen vastaajan tyytymättömyys, mikä näkyy muun muassa muuhun aineistoon nähden poikkeuksellisen korkeana keskihajontana (0,71). Lisäksi ainoastaan yksi vastaaja ryhmästä K1 esitti parannusehdotuksia VCarvePro -osioon ja toivoi piirtotyökalujen laajempaa läpikäyntiä. Se, että ryhmä K2 koki, että ei niinkään ymmärtänyt, kuinka työstöradat tehdään voisi

selittyä sillä, että ryhmässä K2 käyttäjät jäivät kaipaamaan opastusta useampien erilaisten töiden työstämisestä ja työstöstä erilaisilla terillä. Lisäksi ryhmässä K1 kaikki käyttäjät vastasivat, että ymmärsivät, kuinka teränvaihto tapahtuu ja kuinka kappale tulee kiinnittää jysittäessä. Ryhmässä K2 kaikki käyttäjät eivät kokeneet näitä oppimateriaalin perusteella ymmärtäneensä. Näiden asioiden ymmärtämistä kokeneemmilla käyttäjillä oli haitannut se, että esimerkkivideossa kappale kiinnitettiin työstöpöydän keskelle sekä se, että puheääniä oli haasteellista kuulla ilman kuulokkeita. Kummatkin käyttäjäryhmät jäivät kaipaamaan lisää ohjeistusta siihen, miten terä asetetaan kappaleen pintaan sekä siihen, miten itse työstö tapahtuu.

8.2 Yhteenveto johtopäätöksistä

Tässä tutkielmassa etsittiin kahden alatutkimuskysymyksen avulla vastausta siihen, millainen CNC-jyrsin-oppimateriaali tukee käyttäjää sisältöjen omaksumisessa. Vastausten perusteella voidaan pitää tärkeänä, että oppimateriaalissa on edes jonkinlaiset vaihe vaiheelta ohjeet jonkin työn toteuttamiseen. Erilaisia töitä olisi hyvä olla mahdollisimman monia erilaisia, jotta käyttäjät saisivat suuremmin vinkkiä useampien omien töidensä kohdalla. Lisäksi tärkeää on ottaa huomioon, millaisessa ympäristössä oppimateriaalia on tarkoitus käyttää. Ympäristö määrittää sitä, mikä on havainnollistava esitystapa, sillä esimerkiksi puheäänit saattavat peittyä meluisassa tilassa.

Tärkeää on ohjeistaa käyttäjää riittävästi oppimateriaalin käyttöön. Pelkkä oppimateriaalin sisällöllinen laatu ei riitä, on myös varmistettava, että käyttäjä osaa myös käyttää oppimateriaalia siten, kun se on tarkoitettu, väärällä tavalla käytettynä oppimateriaali saattaa turhauttaa käyttäjää. Lisäksi pelkkä selkeys ei riitä oppimateriaalin visuaalisuuden tavoitteeksi. Oppimateriaalin olisi hyvä olla ulkoasultaan myös miellyttävä ja houkutteleva. Tärkeää olisi myös korjata oppimateriaalista kaikki epäloogisuudet, jotta se olisi mahdollisimman yhtenäinen, eikä johdattaisi käyttäjää virheellisiin paikkoihin tai eri tavoin eri kohdissa, sillä poikkeukset toimintalogiikassa sekoittavat käyttäjää.

Sellaisen oppimateriaalin, josta hyötyvät eri tasoiset käyttäjät, on oltava todella laaja. Käyttäjillä on oltava mahdollisuus edetä joustavasti, jotta kokemattomat käyttäjät saavat tuekseen riittävästi tietoa ja kokeneemmat käyttäjät taas eivät joudu kahlaamaan läpi

sellaista tietoa, jonka he jo hallitsevat. Toisaalta taas sellainen oppimateriaali, jossa on mahdollista edetä todella joustavasti voi olla ongelmallinen, sillä käyttäjät voivat myös ohittaa sellaisia vaihteita, jotka heidän olisi tärkeää läpikäydä.

9 POHDINTA



9.1 Tutkimuksen luotettavuustarkastelu

Design-tutkimuksen luotettavuutta kritisoidaan usein (Pernaa 2013, 18). Design-tutkimuksen luotettavuuden vahvistamisessa on hyödynnetty triangulaatiota, joka voi olla esimerkiksi metodinen tai aineistollinen. Metodisessa triangulaatiossa aineiston analysointiin käytetään samanaikaisesti sekä määrällisiä, että laadullisia menetelmiä. Aineistollisessa triangulaatiossa erilaisia aineistoja hyödynnetään saman asian tutkimiseen. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 143-145.) Lisäksi luotettavuutta parantavat useammat syklit ja testaamiset sekä standardoidut mittarit (Pernaa 2013, 21-22). Tämän tutkimuksen rakenne koostuukin kahdesta syklistä, joista jälkimmäisessä käytettiin sekä laadullista että määrällistä tutkimusmenetelmää.

Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelussa on yleensä käytössä käsitteet reliabiliteetti ja validiteetti. Nämä käsitteet ovat syntyneet alun perin määrällisen tutkimuksen tarpeisiin. Tämän takia niiden käyttöä on kritisoitu laadullisen tutkimuksen piirissä. Reliabiliteetilla tarkoitetaan luotettavuutta ja toistettavuutta. Validiteetti taas tarkoittaa pätevyyttä. Pätevyydellä tarkoitetaan sitä, että tutkimus kohdistuu siihen, mitä on tarkoitus tutkia. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 136-137.) Laadullisen tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta ei kannata tarkastella täysin määrällisen tutkimusotteen tapaisesti. Laadullisen tutkimuksen luotettavuus tarkastelussa ongelmia aiheuttavat perinteiset käsitteet, jotka on tarkoitettu määrällisen tutkimuksen tarpeisiin. (Eskola & Suoranta 1998, 212.) Laadullisen tutkimuksen yhteydessä voidaankin vaihtoehtoisesti käyttää **uskottavuus** (trustworthiness) käsitettä, luotettavuuden sijaan (Lincoln & Guba 1985, 290).

Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimusotteen luotettavuuden tarkastelun eroavaisuutta on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2. s. 74). Laadullisen tutkimusotteen luotettavuuden tai tässä tapauksessa uskottavuuden käsitteet eivät ole suoraan verrannollisia perinteisiin käsitteisiin, joita käytetään määrällisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa, vaan ne on mukautettu vastaamaan laadullisen tutkimuksen tarpeita. (Eskola & Suoranta 1998, 212.)

TAULUKKO 2. Luotettavuuden tarkastelu kahden tutkimusotteen välillä.

Kvantitatiivinen tutkimus (määrällinen)	Kvalitatiivinen tutkimus (laadullinen)
<p style="text-align: center;">  </p>	<p style="text-align: center;">  </p>
<p style="text-align: center;">SISÄINEN VALIDITEETTI</p>	<p style="text-align: center;">VASTAAVUUS</p>
<p style="text-align: center;">ULKOINEN VALIDITEETTI</p>	<p style="text-align: center;">SIIRRETTÄVYYS</p>
<p style="text-align: center;">RELIABILITEETTI</p>	<p style="text-align: center;">LUOTETTAVUUS</p>
<p style="text-align: center;">OBJEKTIIVISUUS</p>	<p style="text-align: center;">VAHVISTETTAVUUS</p>

Laadullisen tutkimuksen uskottavuutta tarkastellaan neljän käsitteen avulla. Sisäisen validiteetin sijaan käytetään käsitettä **vastaavuus**, joka kuvaa sitä, kuinka hyvin tutkimustilanne vastaa todellista tutkittavaa tilannetta tai ilmiötä. (Lincoln & Guba 1985, 301-309.) Tutkimuksessa luotu oppimateriaali on tarkoitettu juuri siihen ympäristöön, jossa sitä myös tutkittiin ja se on edelleen vapaassa käytössä. Tutkimustilanne vastaa siis hyvin oikeaa tilannetta, jossa oppimateriaalia käytetään oman tuottamistoiminnan apuna ja tukena.

Syklin 1 aineisto (N=6) kerättiin KSS6.4 CNC-teknologia taitojen oppimisympäristönä -kurssin opiskelijoilta ja kurssin tarkoituksena olikin antaa tukea erilaisten uusien oppimateriaalien kehittämiseksi. Kurssilla kehiteltiin myös muita oppimateriaaleja, ja opiskelijat saivat valita itse mihin kehittämishankkeeseen kukin osallistuu. Tutkielman tekijät olivat myös itse mukana kurssilla, esittelemässä oppimateriaalia ja keräämässä aineistoa osallistuvilta opiskelijoilta. Esittelimme opiskelijoille sekä kehitteillä olevan oppimateriaalin ensimmäisen version että oppimateriaaliin liittyvän CNC-laitteiston. Oppimateriaalin ja laitteiston tutustuminen ja testaus tapahtui kahdessa vaiheessa. Ensin opiskelijat tutustutettiin CNC-laitteiston käyttöön. Tutustumista seurasi vaihe, jossa opiskelijoille esiteltiin tuotettu oppimateriaali, jonka jälkeen he saivat oppimateriaalin käyttöönsä. Kurssin kuluessa opiskelijoiden tehtävänä oli käyttää oppimateriaalia oman

tuottamistoimintansa tukena eli hankkia kokemusta oppimateriaalin toimivuudesta. Opiskelijat tuottivatkin erilaisia tuotoksia kuten nimikyltin ja seinäkellon sekä v-terällä kaiverrettuja käyntikortteja. Ensimmäisen syklin luotettavuutta pohtiessa on mainittava, että vaikka vastaajat toimivat koneella pääasiassa itsenäisesti oppimateriaalia hyödyntäen, niin myös perehdytyksen antanut opettaja ja tutkijat itse antoivat tietoutta asiasta muun muassa alun esittelyvaiheessa. On siis todennäköistä, että jotkin asiat on omaksuttu muualta kuin käytössä olevasta oppimateriaalista. On myös todettava, että koska opiskelijat saivat tuottaa jyrsimellä vapaasti erilaisia tuotoksia, niin melko varmasti he myös kokivat keskenään erilaisia asioita ja tämä saattoi vaikuttaa heidän vastauksiinsa. Laadullisessa tutkimuksessa onkin hyväksyttävä se, että aineistonkeruuseen liittyy usein vaihtelua ja tämä on syytä tiedostaa ja hallita (Lincoln & Guba 1985, 300).

Toisaalta tämä saattoi kurssin rakenteen takia toimia myös toisin päin. Me tutkielman tekijöinä osallistuimme perehdytystilaisuuteen ja olimme opastamassa koneen käyttöä muulloinkin, jolloin myös me olemme saattaneet saada sellaista tietoa oppimateriaalin laadusta, joka ei näy vastauksista, mutta joka on ohjannut ajatteluamme esimerkiksi analyysivaiheessa. Toisaalta design-tutkimuksessa tutkijoiden on mahdollisuus olla monessa erilaisessa roolissa (Ekonoja 2014, 196). Lisäksi ensimmäisessä syklissä vastaukset jäivät todella ohuiksi, mikä saattaa vaikuttaa ensimmäisen syklin luotettavuuteen. Kuitenkin design-tutkimuksessa eri syklit lisäävät tutkimuksen luotettavuutta (Ekonoja 2014, 194). Syklistä 1 ei tullut sellaisia tuloksia, joita ei olisi tullut myöhemmin syklissä 2 ilmi, jolloin syklin 2 tulokset vahvistavat syklin 1 tuloksien luotettavuutta.

Siirrettävyys taas korvaa määrällisessä tutkimuksessa käytetyn ulkoisen validiteetin, joka tarkoittaa tutkimustulosten siirrettävyyttä toiseen kontekstiin (Lincoln & Guba 1985, 316). Tutkimuksen siirrettävyys toiseen käyttöympäristöön on tietyin ehdoin täysin mahdollista. Tutkimus voidaan sellaisenaan toistaa missä tahansa käyttöympäristössä, jossa on tässä tutkielmassa hyödynnetyt CNC-jyrsin ja ohjelmistot.

Laadullisen tutkimuksen tapauskohtaisuus ja prosessiluonteisuus ei tue reliaabeliuden tarkastelua ja tästä syystä onkin järkevää käyttää reliaabeliuden sijaan käsitettä **luotettavuus** (Lincoln & Guba 1985, 316-318). Syklissä 2 (N=17) käytettiin laadullisten ja määrällisten tutkimusmenetelmien yhdistelmää. Pääpaino oli kuitenkin laadullisen tutkimuksen puolella. Toisen syklin aineisto kerättiin sähköisellä kyselylomakkeella,

joka koostui sekä valmiista väittämistä ja avoimista kysymyksistä. Oppimateriaali oli koko aineistonkeruun ajan helposti käytettävissä samalla tietokoneella, jolla itse CNC-jyrsintä ohjattiin. Oppimateriaali oli myös helposti ladattavissa CNC-jyrsimeen kiinnitetyn QR-koodin avulla omaan laitteeseen, kuten puhelimeen.

Syklissä 2 vastaajille ei annettu mahdollisuutta vastata Likertin asteikollisia väittämiä sisältävässä osuudessa, että he “eivät tiedä/eivät osaa sanoa”, jolloin voidaan ajatella, että osa vastaajista on pakotettu vastaamaan johonkin suuntaan, vaikka heillä ei olisi muodostunut asiasta mielipidettä. Kuitenkin voidaan olettaa, että käytettyään oppimateriaalia vastaajalle muodostuisi sen käytöstä jonkinlainen käyttäjäkokemus, jonka perusteella hän pystyisi arvioimaan väittämät johonkin suuntaan. Lisäksi Likertin asteikollisten väittämien jälkeen löytyi aina avoimia kysymyksiä, joihin vastaajalla on mahdollisuus perustella mielipiteensä tai kertoa enemmän näkemyksistään. Tällöin vastaajalle avautui mahdollisuus tuoda ilmi, jos ei ollut vastauksestaan täysin varma. Kyselyn väittämät ja kysymykset oli ositettu oppimateriaalin kriteerien mukaisesti omiin osioihinsa, joka selkeytti vastaamista. Vastaamista helpotti varmasti myös se, että jokaisessa kysytyssä osioista ensin esitettiin väittämät, jota seurasi samasta aiheesta olevat avoimet kysymykset. Toisaalta on tiedostettava, että väittämät saattoivat myös ohjata vastaajien näkemyksiä avoimiin kysymyksiin antaen vastaamiseen tiettyjä näkökulmia.

Vastaajista muodostettiin vastausten perusteella kaksi eri ryhmää (K1 ja K2). Ryhmät määräytyivät vastaajilta kysytyn kysymyksen ”Onko sinulla aikaisempaa kokemusta tai tietoa CNC-tekniikasta?” mukaan. Vastauksessa ilmoitettu kokemustaso oli siis vastaajan itsensä määrittelemä, jolloin on mahdollisuus erilaisiin tulkinta virheisiin. Joku vastaaja voi esimerkiksi määritellä itsensä kokeneemmaksi kuin joku toinen, vaikka vastaajilla olisikin yhtä paljon käyttökokemusta taustalla. Tulokset kuitenkin osoittivat, että sekä ryhmässä K1 että ryhmässä K2 ryhmien sisäiset vastaukset olivat todella yhteneviä. Molemmissa ryhmissä oli myös monipuolisesti eri vuosikurssien vastauksia sekä kokeneempien käyttäjien (K2) ryhmässä muutama henkilökunnan edustaja, jotka ovat vastanneet koneelle tapahtuvasta perehdytyksestä. Tätä voidaan pitää hyvänä asiana pohtiessa aineiston edustavuutta.

Vastaajat olivat myös selkeästi kiinnostuneita osallistumaan kyselyyn, sillä kysymyksiä oli paljon ja vastaaminen vaati paljon keskittymistä ja aikaa. Eräs vastaaja totesikin

kyselyn olevan todella pitkä. Aineiston tarkastelussa havaittiin pienoa väsymistä, sillä vastausprosentti laski hieman kyselyn loppupäässä. Muutamaa vastaajaa lukuun ottamatta vastaukset pysyivät kuitenkin kyselyn loppuun asti erittäin laadukkaina ja informatiivisina. Oletettavasti pitkä kysely johti myös keskeytyksiin, sillä kyselyn keskeytti yhteensä 35 vastaajaa. Ei ole kuitenkaan varmaa johtuivatko keskeytykset pelkästään pitkästä kyselystä, sillä keskeytyneiden vastauksien joukossa saattaa hyvin olla vain kokeiluja avata kysely vailla todellista halua vastata siihen. On myös mahdollista, että keskeytyksen on aiheuttanut joku muu kyselystä riippumaton syy. Osa keskeyttäneistä on myös saattanut palata myöhemmin vastaamaan, esimerkiksi paremmalla ajalla.

Objektiivisuuden käsitteen korvaa **vahvistettavuus**, jolla todennetaan totuusarvo ja sovellettavuus. (Lincoln & Guba 1985, 318-319.) Syklissä 2 molemmat aineistot antoivat samansuuntaisia tuloksia ja määrällisen aineiston tulokset tukivat avoimiin kysymyksiin annettuja vastauksia. Kaikki vastaajat olivat myös vastanneet kaikkiin kysymyksiin ajatuksella ja tämä näkyi laadukkaina vastauksina. Vastaajien keskittymistä vahvistaa kysymysten joukkoon lisätyt käännetty kysymykset, jotka ilmentävät onko kysymys luettu ja ymmärretty oikein.

Aiempien tutkimusten tulosten samansuuntaisuus lisää tutkimuksen **vahvistuvuutta** (Eskola & Suoranta 1998, 213). Lasertyöstöasemalle tuotettua e-oppimateriaalia käsittelevässä Pro gradu -tutkielmassa saatiin muun muassa selville, että videot ja kuvat lisäävät ymmärrettävyyttä ja, että on tärkeää huomioida käyttäjien lähtötaso. Lisäksi havaittiin, että on haasteellista tuottaa oppimateriaali, joka palvelee sekä kokeneita että kokemattomampia käyttäjäryhmiä. (Mattila & Syrjälä 2017, 55-61.) Vähemmän kokemusta omaavat hyötyivät oppimateriaalista enemmän, vaikka kaikki hyötyivätkin oppimateriaalista jossain määrin (Suvikas 2016, 56).

9.2 Tutkimusetiikka

Viimeisten vuosikymmenien aikana tiedemiehet, maallikot ja poliitikot ovat tulleet yhä tietoisemmaksi etiikan merkityksestä tieteellisessä tutkimuksessa (Resnik, 1998, 1). Eskola ja Suoranta (1998) muun muassa toteavat, että jos tutkija kohtaa tutkimusta tehdessään eettisiä ongelmia, on hän tekemässä todennäköisesti myös eettisesti asiallista

tutkimusta. (Eskola & Suoranta 1998, 52.) Ammattimainen tieteellinen käytäntö edellyttääkin tiedeyhteisön määrittämien toimintatapojen noudattamista. Tuloksia käsitellessä, esitettäessä, ja arvioitaessa tulee olla rehellinen, tarkka, huolellinen ja perusteellinen. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.) Tutkimuksemme eri vaiheet onkin pyritty kuvaamaan lukijalle mahdollisimman tarkasti ja selkeästi. Raportoinnissa on pyritty pohtimaan mahdollisimman avoimesti myös niitä tapahtumia, jotka ovat saattaneet olla muokkaamassa tutkimuksessa mukana olevien mielipiteitä ja kyselyjen vastauksia. Tässä tutkielmassa ei tutkita varsinaisesti ihmistä vaan oppimateriaalia, jota ihminen käyttää työvälineenään. Tutkielmamme ei olisi kuitenkaan mahdollinen ilman siinä mukana olevia ihmisiä. Mahdollistaaksemme mahdollisimman eettisen tutkielman teon, tässä tutkielmassa on noudatettu tutkimuseettisen neuvottelukunnan laatimia ohjeita.

Tutkimusetiikkaa voidaan pitää tutkijoiden ammattietiikkana, johon kuuluvat eettiset periaatteet, normit, arvot ja hyveet. Tutkimuksessa yhtenä tärkeimpänä normina voidaan pitää vapaaehtoisuutta, joka lähtee ihmisarvon ja ihmisen autonomian kunnioittamisesta. Tällöin esimerkiksi tutkimuksessa mukana olevat voivat perua halutessaan osallistumisensa myös kesken tutkimuksen. Tämän kaltaisessa tapauksessa aineistosta on poistettava kyseistä henkilöä koskevat tiedot, vaikkei tiedot olisi mitenkään tunnistettavissa. (Kuula 2014, 22-23).

Tässä tutkielmassa aineistot kerättiin kahdessa eri vaiheessa (sykli 1 ja sykli 2). Syklissä 1 aineistomme (N=6) kerättiin kyselylomakkeella, joka lähetettiin sähköpostilla kurssin opettajalle, joka välitti kyselyn osallistuneille. Syklissä 1 kehoitimme kyseiselle CNC-jyrsintää käsittelevälle opintojaksolle osallistuneita opiskelijoita osallistumaan myös tutkielmaamme, jotta saisimme pienestä osallistujamäärästä mahdollisimman kattavan aineiston. Kaikki syventävään osioon osallistuneet opiskelijat vastasivatkin kyselyyn. Osallistuminen oli kuitenkin vapaaehtoisesta. Vastaukset saimme suoraan sähköposteihimme. Koska tässä kohtaa vastaukset olivat tunnistettavissa lähettäjien sähköpostiosoitteen perusteella, kopioimme ja liitimme vastaukset yhdeksi erilliseksi aineistoksi, jossa ei ole tunnisteita, jolloin emme tienneet enää kuka vastaajista oli vastannut mitään. Tällöin vastausten anonymiteetti säilyi ja pystyimme välttämään sen, että joidenkin vastaajien tuttuus olisi vaikuttanut analyysiimme. Aineisto on ainoastaan tutkielman tekijöiden hallussa, ja se on helposti hävitettävissä.

Syklissä 2 taas kurssin KSS.6.4 vastuopettajan toimesta kyselymme määrättiin pakolliseksi osaksi kurssin suoritusta. Tällaista menettelyä, jossa tutkimukseen vastaaminen on pakollinen osa opintojakson suoritusta, voidaan pitää kyseenalaisena tutkimuksen vapaaehtoisuuden ja eettisten periaatteiden nojalla (Eskola & Suoranta 1998, 40–41). Tällaisen menettelyn kyseenalaisuuden lisäksi voidaan vaan pohtia, kuinka tämä menettely vaikutti vastausten laatuun. Tätä kyseenalaista menettelyä kuitenkin hieman onneksi pehmittää se, että osa vastaajista vastasi kyselyyn ennen kuin siihen vastaaminen määriteltiin pakolliseksi osaksi kurssin suoritusta sekä se, että osa vastaajista oli muualta kuin kurssille osallistuneiden joukosta, jolloin heitä voi pitää täysin vapaaehtoisina osallistujina. Lisäksi kurssille KSS 6.4 CNC-teknologia taitojen oppimisympäristönä osallistui kaiken kaikkiaan 31 opiskelijaa ja kyselymme vastasi ainoastaan 15 opiskelijaa ja 2 henkilökunnan jäsentä. Tästä voidaan päätellä, että vaikka kysely oli pakollinen osa kurssin suoritusta kaikki eivät kuitenkaan vastanneet kyselyyn ja vapaaehtoisuus säilyi ainakin jossain määrin. Syklissä 2 saadut vastaukset olivat informatiivisia ja laadukkaita huolimatta siitä, että kysely oli todella pitkä. Tätä voidaan pitää aidon kiinnostuksen osoituksena oppimateriaaliamme ja kyselyämme kohtaan. Voisi ainakin kuvitella, että vastaajat eivät olisi vaivautuneet tekemään kovinkaan kattavia vastauksia, jos olisivat kokeneet kyselyn vain pakolliseksi osaksi kurssin suoritusta.

Sekä syklissä 1 että syklissä 2 suurin osa vastaajista oli vapaaehtoisesti tullut kurssille CNC-teknologia taitojenoppimisympäristönä tai oli muuten vaan tutustumassa CNC-jyrsimen käyttöön. Tästä voidaan päätellä, että osallistuneet olivat hyvin kiinnostuneita perehtymään CNC-jyrsimen toimintoihin ja sen käyttöön tarvittaviin ohjelmistoihin, joka saattoi myös houkutella joitakin vastaamaan tähän kyselyyn. Toisaalta he saattoivat kokea velvollisuutta osallistua tutkimukseen, koska saivat samalla tietoutta tutkittavasta aiheesta. Osa joukosta varmasti halusikin vain oppia käyttämään CNC-jyrsintä, mutta eivät olleet kiinnostuneet tutkimuksesta tai oppimateriaalista. Toinen eettistä pohdintaa herättänyt kysymys vapaaehtoisuuden lisäksi oli se, että vastaajien joukossa oli sellaisia henkilöitä, jotka olivat mukana myös samassa Pro gradu ryhmässä ja näin osallistuivat myös tämän Pro gradu -tutkielman kehittämiseen.

Syklissä 2 aineisto kerättiin internetissä toimivan kyselytutkimustyökalun avulla. Webropol niminen työkalu on yksinkertainen ja helppo sekä vastaajalle, että tutkijalle.

Tutkimuseettisesta näkökulmasta Webropolin tärkein ominaisuus on tietoturva. Webropol sivustolla kerrotaankin tietoturvakäytänteistä seuraavaa: ”Webropol on sitoutunut käyttämään alan parhaita teknisiä käytänteitä turvatakseen tietosi Webropol Kysely- ja Analyysipalveluissa. Näillä menetelmillä ja prosesseilla varmistamme, että tietosi luottamuksellisuus on turvattu eikä luvaton käyttö ole mahdollista. Webropol noudattaa ISO27001-tietoturvastandardin ja suomalaisen Katakri III -standardin määrittelemiä käytänteitä kaikessa toiminnassaan, mukaan lukien kaikessa tuotekehityksessä sekä Webropol SaaS-palvelun tuottamisessa.” (Tietoturvakuvaus Webropol-kyselypalvelut 2017, 1-2.)

9.3 Jatkotutkimusehdotukset ja korjaukset

Mahdollista kolmatta sykliä ajatellen oppimateriaalista tulisi korjata siellä vielä toisen syklin jälkeen olevat epäloogisuudet. Lisäksi oppimateriaaliin tulisi lisätä ohjeistuksia käyttäjille, jotta he osaisivat käyttää samanaikaisesti CNC-jyrsintään liittyviä ohjelmistoja sekä oppimateriaalia. Eteenkin itse CNC-jyrsintää käsitteleviin videoihin voisi lisätä tekstityksen, sillä CAD ja CAM suunnittelu on mahdollista tehdä jossakin muualla, kuin meluisassa konesalissa. Oppimateriaaliin tulisi lisätä ohjeita virhetilanteiden varalle ja erilaisia harjoituksia, sillä tällä hetkellä oppimateriaalissa on vain yksi vaihe vaiheelta etenevä ohjeistus, jossa tehdään perusmuotoja sisältävä työ alusta loppuun. Tällä hetkellä käyttäjän on osattava soveltaa vahvasti oppimateriaalissa olevia tietoja, jotta sen avustuksella on mahdollista tuottaa omia töitä. Oppimateriaalin ulkoasuun olisi myös hyvä kiinnittää huomiota kolmannessa syklissä, sillä tällä hetkellä oppimateriaali ei ole ulkoasultaan kovinkaan visuaalinen ja houkutteleva. Lisäksi oppimateriaaliin olisi hyvä tehdä jonkinlainen sisällysluettelo, jotta käyttäjän olisi helpompaa seurata omaa etenemistään materiaalissa sekä lista, josta käyttäjät voivat ennen jyrsintää tarkistaa ovatko tehneet kaikki tarvittavat vaiheet.

Suurimpana ja melkein tärkeimpänä kehittämiskohteena oppimateriaalissa on kuitenkin didaktisen osuuden lisääminen. Tällä hetkellä olemme jättäneet didaktiikan kokonaan käsittelemättä oppimateriaalissa, koska oppimateriaali keskittyy opiskelijoiden omaan taidon oppimiseen, sillä taidon opettaminen eteenpäin vaatii taidon syvällistä hallitsemista (Koehler & Mishra 2008, 13). Didaktiikka on kuitenkin erittäin oleellinen

osa opettajankoulutusta. Didaktisen osuuden avulla opettajaksi opiskelevat pääsisivät käsittelemään sitä, kuinka opettaisivat näitä asioita tulevaisuudessa oppilaille.

Määrittelimme tutkimuksessa oppimateriaalin tuottamiselle kriteerit. Koemme, että näihin kriteereihin tulisi lisätä vielä ainakin se, että käyttäjää on tärkeä ohjeistaa oppimateriaalin oikeaoppiseen käyttöön, jotta oppimateriaalin käyttö olisi mahdollisimman sujuvaa. Toisena lisättävänä kriteerinä voisi olla oppimateriaalin muokattavuus. Myös esimerkiksi Mattila ja Syrjälä (2017) havaitsivat Pro gradu -tutkielmassaan, jossa tuottivat lasertyöstöasemalle e-oppimateriaalin, että e-oppimateriaalin hyvä puoli on sen päivitettävyyttä (Mattila & Syrjälä 2017, 22, 55-61). Se, että oppimateriaalia on helppo muokata, on erittäin tärkeää etenkin tällaisessa oppimateriaalin kehitystyössä, jossa oppimateriaalia kehitetään vuorotellen sen laadun arvioinnin kanssa. PowerPoint pohjaisena tätä oppimateriaalia on melko helppo muokata, kuitenkin jotkin ominaisuudet, kuten jonkin osion tunnusvärin vaihtaminen, vaatii melko paljon työtä. On tärkeää, että oppimateriaalia on mahdollista päivittää ja muokata helposti, jotta se pysyy ajan tasalla esimerkiksi jonkin ohjelman päivityksen myötä. Koemme, että asiantuntius tekee opettajasta erittäin hyvän oppimateriaalin kehittäjän ja muokkaajan. Opettaja tuntee kontekstin ja ympäristön, johon oppimateriaali tullaan kehittämään. Hedelmällisintä olisi, jos myös oppilaat saisivat ajantasaistaa ja parantaa oppimateriaalia. Oppimateriaalia kehittäessään oppilaat pääsisivät syventymään aiheeseen tarkemmin ja oppisivat näin enemmän asiasisällöstä sekä kehittäisivät teknologisia taitojaan. (Meisalo, Sutinen & Tarhio 2000, 112.) Digitaaliset oppimateriaalit tulee päivittää asiasisällöltään samaan tapaan kuin perinteiset oppimateriaalit, kuten kirjat. Digitaalinen oppimateriaali tarvitsee kuitenkin lisäksi teknistä päivitystä. Pääajatuksena on se, että oppimateriaali kehittyy ja pysyy toimintakuntoisena. Digitaaliset oppimateriaalit tulee päivittää asiasisällöltään samaan tapaan kuin perinteiset oppimateriaalit, kuten kirjat. Digitaalinen oppimateriaali tarvitsee kuitenkin lisäksi teknistä päivitystä. Pääajatuksena on se, että oppimateriaali kehittyy ja pysyy toimintakuntoisena.

Mielenkiintoisena jatkotutkimusaiheena näkisimme tietysti tämän oppimateriaalin syklin 3, jossa olisi tehty tarvittavat edellä mainitut parannukset oppimateriaaliin. Sen jälkeen olisi mielenkiintoista testata oppimateriaalin toimivuutta koe ja kontrolliryhmän avulla, jolloin toinen ryhmä perehtyisi ohjelmistojen toimintaan ja koneen käyttöön ilman

oppimateriaalia ja toinen ryhmä oppimateriaalin kanssa. Tällöin saataisiin lisää tietoa siitä, miten oppimateriaali todella toimii perehdytyksen tukena. Toisena mielenkiintoisena jatkotutkimusaiheena näkisimme sen, kuinka tämä oppimateriaali soveltuu peruskoulukäyttöön, ammatilliselle puolelle tai oikeastaan mihin tahansa muualle, jossa on käytössä sama laitekokoonpano. Käytössä oleva ohjelmisto on melko yksinkertainen ja soveltuu sen puolesta käytettäväksi koulumaailmaan. CNC-jyrsimiä tällä samalla kokoonpanolla löytyykin esimerkiksi peruskouluista. Olisiko tuottamamme oppimateriaali tällaisenaan käytettävissä esimerkiksi peruskoulussa vai tarvitseeko siihen tehdä jotain muutoksia, jotta se soveltuisi kyseiseen kontekstiin. Minkä ikäisille oppimateriaali olisi sopiva ja edellyttääkö tämän oppimateriaalin käyttö käyttäjältä jonkinlaista aiempaa kokemusta jostain. Teimme oppimateriaalin kanssa ratkaisun, että emme pakottaneet käyttäjää käymään läpi teoriaa ja yleistietoa -osiota tai muutenkaan käyttämään oppimateriaalia etenemällä järjestelmällisesti koko oppimateriaalin läpi. Kuitenkin peruskoulussa varmasti suurin osa oppilaista on ensikertalaisia CNC-jyrsinnän parissa, jolloin järjestelmällisen etenemisen pakottaminen voisi olla perusteltua.

Tämän oppimateriaalin vieminen peruskoulumaailmaan tällaisenaan kysyisi varmasti oppilailta melko paljon itseohjautuvuutta, ja oppilaat lisäksi tarvitsisivat varmasti opettajan ohjausta materiaalin parissa. Esimerkiksi peruskoululaisten taito soveltaa oppimateriaalista löytyvää tietoa omaan työhön ei ole varmastikaan niin vahva kuin yliopisto-opiskelijoilla. Lisäksi uskoisimme, että peruskoululaisille suunnattuna oppimateriaalissa olisi syytä panostaa enemmän motivointiin esimerkiksi osatavoitteiden ja oppimateriaalissa olevien kannusteiden kautta. Tällä hetkellä ajatus oppimateriaalin motivoivuudesta perustuu samaistettuun säätelyyn (identified regulation), jossa toiminta perustuu henkilön omaan valintaan. Toiminta koetaan merkitykselliseksi, koska toiminnan päämäärä on arvokas. (Toivola, Peura & Humaloja 2017, 34.) Tällä tarkoitetaan sitä, että CNC-jyrsintä taidon itsensä oppiminen motivoi opiskelijoita työskentelemään oppimateriaalin parissa ja yksinkertaisuuden ja helppokäyttöisyyden kautta on pyritty siihen, että opiskelijalle syntynyt motivaatio oppia kyseinen taito ei kuole tämän oppimateriaalin parissa. Sähköinen oppimateriaali sellaisenaan ei kuitenkaan ole kovinkaan hyvä motivaation kohottaja oppilaille, vaikka opettajilla saattaakin olla sellainen käsitys (Ekonoja 2014, 183).

Riittävä palaute ja kontrolli ovat tärkeitä asioita opiskelussa, ja palautteen annolla onkin suurempi merkitys, kun luulemmekaan (Mäkitalo & Wallinheimo 2012, 86). Siksi, jos tämä oppimateriaali vietäisiin peruskoulumaailmaan ja se muokattaisiin sellaiseksi, että siinä edetään järjestelmällisesti, olisi tärkeää, että oppimateriaali antaisi käyttäjälleen jonkinlaista palautetta sen käytön aikana. Palauteen annon välttämättömyys nousee esille monissa eri oppimateriaalien luomista käsittelevissä teoksissa. Muun muassa Sankila (2015) mainitsee hyväksi palautteenantomenetelmäksi, esimerkiksi etenemistä osoittavat mittarit ja etenemiseen kannustavat lausahdukset. Saatu palaute tehtävän aikana ylläpitää motivaatiota. (Sankila 2015, 26.)

Digitaaliset sovellukset ja välineet voivat toimia ratkaisun osana, kun pohditaan eriyttämistä ja toisaalta resurssipulaa, joka estää eriyttämistä sekä tavoitellaan oppilaan itseohjautuvuuden tukemista (Toivola, Peura & Humaloja 2017, 97). Digitaalisten välineiden käytön ei kuitenkaan tulisi olla itseisarvo. Yulianto, Prabowo ja Kosala (2016) vertailivat eri menetelmillä opiskelevien ryhmien kehittymistä ja tulivat siihen tulokseen, ettei digitaalista itseopiskelumetelmää hyödyntänyt ryhmä kehittynyt yhtä hyvin kuin ryhmä, joka sai perinteistä kasvokkain tapahtuvaa opetusta (Yulianto, Prabowo & Kosala 2016, 102). Perinteinen kasvokkain tapahtuva opetus siis ehdottomasti edelleen lunastaa paikkansa. Kuitenkin oppimista tapahtui myös digitaalisen itseopiskelumateriaalin parissa ja tällaisille materiaaleille on ehdottomasti omat tilanteensa, joissa ne ovat erittäin hyödyllisiä. Lisäksi digitaalisia sovelluksia hyödynnettäessä opettajan tuki on tärkeää, vaikka oppimista tapahtuu ja itseohjautuvuus kehittyikin tällaisten sovellusten parissa ilman opettajan välitöntä läsnäoloa. Digitalisaatio tulisikin nähdä tehostavana ja rikastuttavana oppimis- ja opetusprosessin tekijänä. (Toivola, Peura & Humaloja 2017, 97-98.)

LÄHTEET

- Alarova, R., Autio, A., Niemi, P., Repo, T. & Yli-Viikari, P. 2007. Yleistekniikka. Helsinki: Otava. (101)
- Barab, S. & Squire, K. 2004. Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. The journal of the learning sciences, 13(1). Saatavilla verkossa: <http://www.jstor.org.ezproxy.utu.fi/stable/pdf/1466930.pdf?refreqid=excelsior%3Ab47aa0c569deab863398b50ed41487bd> (Viitattu 7.3. 2018) (2-6)
- Chikasanda, V. K. M., Otrell-Cass, K., Williams, J. & Jones, A. (2012). Enhancing teachers' technological pedagogical knowledge and practices: a professional development model for technology teachers in Malawi. International Journal of Technology and Design Education 23. (597–617)
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. 2004. Design Research: Theoretical and Methodological Issue. The journal of the learning sciences, 13(1). Saatavilla verkossa: <http://www.jstor.org/stable/pdf/1466931.pdf?refreqid=excelsior:1082bb4245b2549da97511605eadacfe> (Viitattu 8.11.2017.) (15-42)
- Creswell, J. W. 2014. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Thousand Oaks: SAGE Publications. (215-227)
- Dugger, W. E. 2007. The Status of Technology Education in the United States A Triennial Report of the Findings from the States. The Technology Teacher (9)2007. Saatavilla verkossa: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=39104> (Viitattu 16.2.2018.) (14-21)
- Ekonoja, A. 2014. Oppimateriaalien kehittäminen, hyödyntäminen ja rooli tieto- ja viestintätekniiikan opetuksessa. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä studies in computing 193. Saatavilla verkossa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/44175> (Viitattu 23.4.2018) (66-196)
- Eskola, J. 2015. Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat. Laadullisen tutkimuksen analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa R. Valli & J. Aaltola (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. (185-206)

- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino. (40-41, 52, 212-213).
- Fox-Turnbull, W. 2012. Learning in technology. Teoksessa: P.J. Williams (toim.) Technology Education for Teachers. Boston: SensePublishers. Saatavilla verkossa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kutu/reader.action?docID=3034819> (luettu: 10.5.2019) (55-92)
- Hast, M. (2011). Konstruktio käsityön teknologiasta. Analyysi- ja tulkintaprosessi teknologiasta yleissivistävän käsityöoppiaineen osana. Lapin yliopisto. Acta Universitatis Lapponiensis 208. (25-161)
- Hilmola, A. 2011. Kokonainen käsityöprosessi kouluopetuksen kontekstissa. Teoksessa S. Laitinen & A. Hilmola (toim.) Taito- ja taideaineiden oppimistulokset - asiantuntijoiden arviointia. Tampere: Juvenes print – Tampereen Yliopistopaino. Saatavilla verkossa: http://www.utbildningsstyrelsen.fi/download/131643_Taito-ja_taideaineiden_oppimistulokset_-_asiantuntijoiden_arviointia.pdf#page=143 (Viitattu 19.4.2017) (142-161).
- Hunt, A. 2008. Pragmatic Thinking and Learning. Printed in the United States of America. Saatavilla verkossa: https://www.e-reading.club/bookreader.php/137202/Pragmatic_Thinking_and_Learning_-_Refactor_Your_Wetware.pdf (Viitattu: 20.4.2018) (196)
- Isohanni, A. & Koski, S. 2018. CNC- opetusmateriaalin laatutavoiteteoreeman tuottaminen ja testaaminen. Turun yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Pro gradu - tutkielma (1-83)
- Juuti, K. & Lavonen, J. 2013. Design-tutkimukseen osallistuvien opettajien rooli tutkimuksen eri vaiheissa. Teoksessa: J. Perna (toim.) Kehittämistutkimus opetuslalla. Juva: Bookwell (45-48).
- Kananoja, T. 2002. Technology education in general education in Finland. Teoksessa J. Kantola & T. Kananoja (toim.) Looking at the future: technical work in the context of technology education. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino. (51-83).

- Kananoja, T. 2009. Technology education in general education in Finland. Saatavilla verkossa:
https://www.researchgate.net/publication/37504814_TECHNOLOGY_EDUCATION_IN_GENERAL_EDUCATION_IN_FINLAND (Viitattu 16.2.2018) (17-42)
- Kankaanranta, M. 2015. Digitaaliset oppimateriaalit – suuntana oppimisen adaptiivisuus ja vuorovaikutteisuus. Teoksessa M. Kaisla, T. Kutvonen-Lappi & M. Kankaanranta (toim.) Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino. (11-12)
- Karppinen, S. 2005. ”Mitä taide tekee käsityöstä?” Käsityötaiteen perusopetuksen käsitteellinen analyysi. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 263. Saatavilla verkossa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kay/sovel/vk/karppinen/mitataid.pdf> (Viitattu 12.3.2018.) (21-84)
- Keinänen, T. & Kärkinen, P. 2011. Konetekniikan perusteet. Helsinki: WSOYPro. (51-189)
- Keränen, V. & Penttinen, J. 2007. Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas. Porvoo: WS Bookwell (148-149)
- Kettunen, L. 2010. Kyllä vai ei. Peruskoulun sukupuolikasvatuksen oppimateriaalin kehittämistyö ja arviointi. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä studies in education, psychology and social research 380. Saatavilla verkossa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/22737> (Viitattu 23.4.2018) (56-59, 97-101)
- Kiviniemi, K. 2015. Laadullinen tutkimus prosessina. Teoksessa R. Valli & J. Aaltola (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: PS-kustannus. (74-88)
- Koehler, M & Mishra, P. 2008. Introducing TPC. Teoksessa: Handbook of Technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators. AACT Committee on innovation and technology. New York: Routledge. (3-29)

- Korhonen, J. & Rintala, J. 2017. Kehittämistutkimus piirto-ohjelmien käytön taidon oppimiseen. Turun yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Pro gradu -tutkielma (16-22, 39-55)
- Korhonen, M., Sokratous, H. & Tamminen, M. 2015. Maailma muuttuu, muuttuuko oppiminen? Kustantajien rooli tulevaisuuden koulussa. Teoksessa M. Kaisla, T. Kutvonen-Lappi & M. Kankaanranta (toim.) Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino. (31-35)
- Kröger, T. 2003. Käsitön verkko-oppimateriaalien moninaisuus "Käspaikka"-verkkosivustossa. Joensuu: Joensuun yliopisto. Saatavilla verkossa: http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_952-458-316-X/urn_isbn_952-458-316-X.pdf (Viitattu 13.3.2018.) (91-93, 199-212, 254)
- Kuula, A. 2011. Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Tampere: Vastapaino. (22-23)
- Lepistö, J. 2004. Käsitö kasvatuksen välineenä. Seurantatutkimus opiskelijoiden käsityötä koskevien käsitysten jäsentyneisyydestä ennen luokanopettajakoulutuksen käsityön peruskurssin opintoja ja niiden jälkeen. Turun yliopisto. *Annales Universitatis Turkuensis* 219. (39)
- Levonen, J., Joutsenvirta, T. & Parikka, R. 2009. Blended learning – katsaus sulauttavaan yliopisto-opetukseen. Teoksessa T. Joutsenvirta & A. Kukkonen (toim.) Sulautuva opetus – uusi tapa opiskella ja opettaa. Tampere: Juvenes Print. (15-23)
- Lincoln, Y. & Guba, E. 1985. *Naturalistic inquiry*. California: Sage Publications. (290-319)
- Lindfors, E. 2012. Käsitön ainedidaktisen tutkimuksen haasteet 2000-luvulla. Teoksessa A. Kallioniemi & A. Virta (toim.) *Ainedidaktiikka tutkimuskohteena ja tiedonalana*. Jyväskylä: Suomen kasvatustieteellinen seura. (360-388)
- Lindh, M. 2006. Teknologiseen yleissivistykseen kasvattamisesta - teknologian oppimisen struktuuri ja sen soveltaminen. Oulun yliopisto. *Acta Universitatis Ouluensis* E83. Saatavilla verkossa: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514281802.pdf> (Viitattu 22.2.2018) (33, 46-47, 76-81)

- Liu, C.C & Jou, M. 2008. An Interactive Web-based Learning System for Assisting Machining Technology Education. International Journal of Online Engineering (iJOE). Vol 4, No 2 (2008). Saatavilla verkossa: <https://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/484/418> (luettu: 10.5.2019) (43)
- Loveland, T. 2012. Educational technology and technology education. Teoksessa: P.J. Williams (toim.) Technology Education for Teachers. Boston: SensePublishers. Saatavilla verkossa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kutu/reader.action?docID=3034819> (luettu: 10.5.2019) (115-136)
- Mattila, J. & Syrjälä, J. 2017. Lasertyöstöasemalle tuotetun e-oppimateriaalin käytettävyydestä tutkimus. Turun yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Pro gradu - tutkielma. (25, 55-61)
- McKenney, S. & Reeves, T. 2012. Conducting Educational Design Research. London: Routledge. Saatavilla verkossa: <https://www-taylorfrancis-com.ezproxy.utu.fi/books/9781136734380> (Viitattu 7.3.2018) (7-8, 19, 77-78)
- Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. 2000. Modernit oppimisympäristöt. Tietotekniikan käyttö opiskelun ja oppimisen tukena. Juva: Bookwell. (112-119)
- Mercer, T. 2000. CAD/CAM selection for small manufacturing companies. University of Wisconsin. Tutkielma. Saatavilla verkossa: <http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2000/2000mercercert.pdf> (Viitattu 20.4.2017) (10-13)
- Metsämuuronen, J. 2001. Laadullisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: International Methelp. (7-8, 63-64)
- Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino. (111)
- Metsärinne, M. 2007. Käsityön oppimisen innovointi. Teoksessa M. Metsärinne & J. Peltonen (toim.) Katosiko tekninen työ Turun yliopistosta? & Käsityön oppimisen innovointi. TECHNE SERIES Research in sloyd education and craft science A: 11/2007 (81-186)

- Migounov, V. & Petryakov, P. 2002. The experience of technology education reforming in the Novgorod region. Teoksessa J. Kantola & T. Kananoja (toim.) Looking at the future: technical work in the context of technology education. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino. (153-162).
- Mäkitalo, E. & Wallinheimo, K. 2012. Virtuaaliset oppimisympäristöt. Innostava oppiminen, tehokas koulutus. Helsinki: Talentum. (37, 86)
- Opetushallitus. 2006. Verkko-oppimateriaalien laatukriteerit. Saatavilla verkossa: http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatukriteerit.pdf (luettu: 18.4.2017) (3-26)
- Opetushallitus. 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Helsinki: Opetushallitus. (22, 271)
- Packard, N. & Race, P. 2003. Käytännön vinkkejä opetustyöhön. Suom. L. Oittila. Hamina: Solver Kotkaset. (36-38)
- Peltonen, J. 2007. Katosiko tekninen työ Turun yliopistosta? - tiede pieni, koulutuspolitiikka suuri. Teoksessa M. Metsärinne & J. Peltonen (toim.) Katosiko tekninen työ Turun yliopistosta? & Käsityön oppimisen innovointi. TECHNE SERIES Research in Sloyd Education and Crafts Science A: 11/2007 (17-80)
- Peltonen, J. 2009. The Technology as the value construction and its implication to the Sloyd/Technology education. Teoksessa M. Metsärinne (toim.) Käsityökasvatus tieteenalana 20v. TECHNE SERIES Research in Sloyd Education and Crafts Science A:15/2009 (11-38)
- Pernaa, J. 2013. Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (toim.) Kehittämistutkimus opetuslalla. Juva: Bookwell. (9-26)
- Pikkarainen, E. & Mustonen, M. 2010. Numeerisesti ohjatut työstökoneet. Tampere: Juvenesprint (110-117)
- Pöllänen, S. 2005. Kohti kokonaista käsityötä erityisopetuksessa. Teoksessa A-L. Huttunen & A.M. Kokkonen (toim.) Koulutuksen kulttuurit ja hyvinvoinnin politiikat. Saatavilla verkossa:

<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/18898/isbn9513923843.pdf>
(Viitattu 18.4.2017) (136 - 146)

Pöllänen, S. & Kröger, T. 2004. Näkökulmia kokonaiseen käsityöhön. Teoksessa J. Enkenberg, E. Savolainen & P. Väisänen (toim.) Tutkiva opettajankoulutus - taitava opettaja. Joensuun yliopisto. Savonlinnan opettajankoulutuslaitos. Saatavilla verkossa: <http://sokl.uef.fi/verkkojulkaisut/tutkivaope/> (Viitattu 18.4.2017) (160–172)

Resnik, D. B. 1998. The ethics of science. An Introduction. London: Routledge. (1)

Räsänen, M. 2009. Taide, taito, tieto – ei kahta ilman kolmatta. Teoksessa A. Aro, M. Hartikainen, M. Hollo, H. Järnefelt, E. Kauppinen, H. Ketonen, M. Manninen, M. Pietilä & P. Sinko (toim.) 2009. Taide ja taito – kiinni elämässä! Helsinki: Opetushallitus. Saatavilla verkossa: http://www.oph.fi/download/49220_taide_ja_taito.pdf (luettu 5.3.2018.) (28–39)

Sakomaa, V. 2015. Digitaaliset oppimateriaalit yläkoulussa – haasteita ja mahdollisuuksia. Teoksessa M. Kaisla, T. Kutvonen-Lappi & M. Kankaanranta (toim.) Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino. (111-117)

Sankila, T. 2015. Näkökulmia oppimisen digitalisoitumiseen. Teoksessa M. Kaisla, T. Kutvonen-Lappi & M. Kankaanranta (toim.) Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino. (25-29)

Suvikas, V. 2016. Mobiili oppimateriaali ja QR- koodit käsityön opetuksessa ja konekohtaisessa perehdytyksessä. Turun yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Pro gradu -tutkielma. (56-58)

Sääski, J., Salonen, T. & Paro, J. 2007. STEP-NC:n hyödyntämisen vaikutukset verkostomaiseen tuotantoon. Saatavilla verkossa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2007/W75.pdf> (Viitattu: 20.4.2017) (8)

The Design-Based Research Collective. 2003. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. Educational Researcher, Vol. 32, No. I, (5–8)

- Saatavilla verkossa: <http://www.gerrystahl.net/teaching/winter12/reading3c.pdf>
(luettu: 10.5.2019)
- Tietoturvakuvaus Webropol-kyselypalvelut. 2017. Saatavilla verkossa:
https://storage.googleapis.com/seamk-production/2017/09/webropol_tietoturvakuvaus_whitepaper_2017toukokuu_20170516.pdf (Viitattu 9.3.2019) (1-3)
- Toivola, M. Peura, P. & Humaloja, M. 2017. Flipped learning. Käänteinen oppiminen. Helsinki: Edita. (34, 97-98)
- Tossavainen, T. 2015. Tulevaisuuden oppimateriaalit. Teoksessa H. Ruuska, M. Löytönen & A. Rutanen (toim.) Laatus! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä. Porvoo: Bookwell. (187-198)
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Saatavilla verkossa:
https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf (Viitattu: 4.5.2019) (6)
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino. (85-97, 136-145)
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2007. Didaktiikan perusteet. Helsinki: WSOY (140-174)
- Valli, R. 2015. Numeroiden kautta kuvataan todellisuutta. Teoksessa: R. Valli & J. Aaltola (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: PS-kustannus. (226-238)
- Vesämäki, H. 2014. Lastuavan työstön NC-ohjelmointi. Helsinki: Teknologiainfo Teknova. (66)
- Wiio, A. 2004. Käyttäjystävällisen sovelluksen suunnittelu. IT PRESS. Saatavilla verkossa: <http://www.technologos.fi/Luku-09.pdf> (Viitattu: 7.5.2019) (2)
- Yulianto, B., Prabowo, H. & Kosala R.R. (2016) Comparing the effectiveness of digital contents for improving learning outcomes in computer programming for autodidact

students. Journal of e-Learning and Knowledge Society. 12(1), (93-105). Saatavilla verkossa: <https://www.learntechlib.org/p/171429/> (Viitattu: 14.3.2019) (102)

LIITTEET

LIITE 1 Syklin 1 kyselylomake

Pro gradu kyselylomake
CNC-jyrsin perehdytysmateriaali
Leea Jantonen & Jussi Kalli

TAUSTATIEDOT:

- Ikä: _____
- Sukupuoli: _____
- Vuosikurssi ja pääaine tai muu toimenkuva: _____

- Onko sinulla aikaisempaa kokemusta tai tietoa CNC-tekniikasta? (Ei pelkästään puupuolen CNC-jyrsin, vaan yleisesti.) Rasti sopivin vaihtoehto.
 - Olen kuullut asiasta, mutta minulla ei ole aikaisempaa kokemusta CNC-koneiden käyttämisestä
 - Olen kuullut asiasta ja tehnyt kokeiluja
 - Hallitsen CNC-teknologiaa jonkin verran ja osaan toimia itsenäisesti koneella
 - Hallitsen CNC-teknologiaa hyvin
 - Koen olevani aiheessa asiantuntija

Vastaa tähän kysymykseen, jos sinulla on aikaisempaa kokemusta CNC-jyrsinnästä. Miten olet oppinut kyseisen CNC-jyrsimen ja siihen tarvittavien ohjelmistojen käytön? (Kerro tässä myös, jos sinulla on aikaisempaa aiheeseen liittyvää muualta tullutta tietotaitoa, työhistoriaa tai harrastuneisuutta.)

- Millä laitteella/käyttöalustalla käytit oppimateriaalia?
 - Puhelin
 - Android
 - Ios
 - Joku muu, mikä? _____
 - Tietokone
 - Windows
 - Ios
 - Joku muu, mikä? _____
 - Tablet
 - Android
 - Ios
 - Joku muu, mikä? _____

Luomamme oppimateriaali pohjautuu tiettyihin kriteereihin, jotka olemme määritelleet (liite). Materiaalin selkeyden vuoksi olemme jakaneet materiaalimme kolmeen osioon, jotta oikean tiedon löytäminen olisi mahdollisimman nopeaa ja helppoa.

Teoriaa ja yleistietoa osiossa on nimensä mukaisesti yleistietoa käytettävistä ohjelmista, jyrsinnästä sekä turvallisuudesta.

VCarvePro osiossa opastetaan ohjelmiston sisältöä ja käyttöä. Tämä osio on edelleen jaettu kahteen pienempään osioon, jotka ovat piirtäminen ja työstöratojen luonti.

Bach CNC-jyrsimen ohjaus osio keskittyy jyrsimen käyttöön ja ohjaukseen, eli itse työstöön.

Tehtävänanto: Tutustu luomiimme kriteereihin (liite) sekä itse oppimateriaaliin. Kirjaa parannusehdotukset kohtiin 1-4.

1. Teoriaa ja yleistietoa:

Parannusehdotukset käytettävyyden näkökulmasta?

Parannusehdotukset sisällön ja pedagogisen laadun näkökulmasta?

2. VCarvePro:

Parannusehdotukset käytettävyyden näkökulmasta?

Parannusehdotukset sisällön ja pedagogisen laadun näkökulmasta?

3. BACH CNC-Jyrsimen ohjaus:

Parannusehdotukset käytettävyyden näkökulmasta?

Parannusehdotukset sisällön ja pedagogisen laadun näkökulmasta?

4. Muuta huomioitavaa:

Parannusehdotukset käytettävyyden näkökulmasta?

Parannusehdotukset sisällön ja pedagogisen laadun näkökulmasta?

OPPIMATERIAALI KRITEETIT

KÄYTETTÄVYYDEN NÄKÖKULMA

Visuaalisuus

Materiaali on ulkoasultaan tarkoituksenmukainen, selkeälukuinen ja miellyttävä. Kaikki sisältö, värit, asettelu, tyylit, tekstit ja kuvat ovat selkeälukuisia ja helppotajuisia.

Helppous

Materiaalia on esteetön ja helppokäyttöinen.

Yksinkertaisuus ja jäsentely

Materiaali on yksinkertainen ja jäsenneilty kokonaisuus, jossa sisällöt on jaettu selkeisiin helposti ymmärrettäviin osioihinsa.

Navigointi

Materiaalissa on selkeä ositettu rakenne, jossa on helppo navigoida. Materiaalista on helppo löytää juuri se tieto, jota käyttäjä kulloinkin tarvitsee. On selkeää, kuinka materiaalissa on tarkoitus liikkua.

Tekniset ympäristöt

Materiaali toimii hyvin eri alustoilla (esim. puhelin, tablet) ja eri käyttöjärjestelmillä (android, ios)

SISÄLLÖN JA PEDAGOGISEN LAADUN NÄKÖKULMA

Navigointi

Materiaalissa on selkeä ositettu rakenne, jossa on helppo navigoida. Materiaalista on helppo löytää juuri se tieto, jota käyttäjä kulloinkin tarvitsee. Materiaali tarjoaa mahdollisuuden edetä joustavasti käyttäjän haluamalla tavalla.

Haasteelliset sisällöt

Eri lähtötason omaavien käyttäjien on mahdollista oppia materiaalista haastavatkin sisällöt.

Käyttäjälähtöisyys

Materiaali on suunniteltu tietyille käyttäjäryhmälle oppimisen tueksi, perehdytyksen jälkeiseen käyttöön.

Selkeys

Keskittyy ydinasioihin, olematta kuitenkaan liian suppea.

Sykli 2 valmis

1. Taustatietoja

Ikä	_____
Vuosikurssi ja pääaine tai muu toimenkuva.	_____

2. Sukupuoli

- Mies
- Nainen
- Joku muu/ En halua kertoa

3. Onko sinulla aiempaa kokemusta tai tietoa CNC-tekniikasta? (Ei pelkästään Teknikan puupuolen CNC-jyrsin vaan yleisesti)

- Olen kuullut asiasta, mutta minulla ei ole aikaisempaa kokemusta.
- Olen kuullut asiasta ja tehnyt kokeiluja.
- Hallitsen CNC-tekniikkaa jonkin verran.
- Hallitsen CNC-tekniikkaa hyvin.
- Koen olevani aiheessa asiantuntija.

4. Kuka on perehdyttänyt sinut kyseisen CNC-jyrsimen käyttöön?

(Kerro tässä myös, jos sinulla on aikaisempaa aiheeseen liittyvää muualta tullutta tietotaitoa, työhistoriaa tai harrastuneisuutta.)

5. Millä laitteella/käyttöalustalla käytit oppimateriaalia?

	Mikä käyttöjärjestelmä oli käytössä?				Jos vastasit joku muu, niin mikä?
	Windows	Android	IOS	Joku muu	
Tietokone	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Puhelin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tablet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Seuraavat kysymykset liittyvät CNC-jyrsinoppimateriaaliin, jota tuotamme osana ProGradu työtämme. Ota rinnalle tuottamamme oppimateriaali ja vastaa kysymyksiin.

Valitse kyselyn valintakysymyksissä mielestäsi sopivin vaihtoehto väliltä 1-4.

- 1 Täysin eri mieltä.
- 2 Jokseenkin eri mieltä.
- 3 Jokseenkin samaa mieltä.
- 4 Täysin samaa mieltä.

6. Visuaalisuus

	1	2	3	4
Oppimateriaali on ulkoasultaan miellyttävä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaalin ulkoasu on selkeä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaalin ulkoasu tukee ymmärtämistä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Mitkä asiat lisäsivät ulkoasun selkeyttä, miellyttävyyttä ja ymmärrettävyyttä?

8. Mitkä tekijät parantaisivat ulkoasua?

9. Helppous

	1	2	3	4
Materiaali on helppokäyttöinen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali on esteetön.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Mitkä asiat tekivät materiaalista esteettömän ja helppokäyttöisen?

11. Mitkä asiat tekivät materiaalin käytöstä hankalaa?

12. Yksinkertaisuus ja jäsentely

	1	2	3	4
Oppimateriaalin osiot ovat selkeät ja perustellut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaalin rakenne on yksinkertainen ja jäsenneily.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaalin yksittäiset osiot muodostavat eheän ja selkeän kokonaisuuden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Mitkä asiat tekivät oppimateriaalista selkeän ja jäsenneilyn?

14. Mitkä tekijät parantaisivat jäsentelyä?

15. Navigointi: Oppimateriaalissa liikkuminen

	1	2	3	4
Oppimateriaalin jakaminen pienempiin osiin auttaa navigoinnissa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaalista on helppo löytää tarvitsemansa tieto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
On selkeää, kuinka materiaalissa on tarkoitus liikkua.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaali tarjoaa mahdollisuuden edetä joustavasti.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Navigointi on raskasta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Mitkä tekijät sujuvoittivat navigointia?

17. Mitkä tekijät hankaloittivat navigointia?

18. Haastavat sisällöt

	1	2	3	4
Oppimateriaalissa on riittävästi tietoa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaali auttaa haastavien sisältöjen ymmärtämisessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koen, että oppimateriaali on toimiva perehdytyksen tueksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koen, että oppimateriaalista on hyötyä eri taitotasolla oleville käyttäjille.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koen, että oppimateriaali hyödytti minua sisältöjen omaksumisessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Mitkä tekijät tukivat sisältöjen ymmärtämistä?

20. Mitkä tekijät olisivat tukeneet ymmärtämistä paremmin?

21. Selkeys

	1	2	3	4
Oppimateriaali keskittyy ydinasioihin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaalista löytyy tarvittava tieto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaali on liian suppea.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaalissa on paljon epäolennaista asiaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Mistä asioista olisit toivonut vielä lisää tietoa?

Tämä osio käsittelee oppimateriaalissa olevia ositettuja sisältöjä (Teoriaa ja yleistietoa, VCarvePro sekä Bach ja CNC-jyrsin).

Valitse kyselyn valintakysymyksissä mielestäsi sopivin vaihtoehto väliä 1-4.

- 1 Täysin eri mieltä.
- 2 Jokseenkin eri mieltä.
- 3 Jokseenkin samaa mieltä.
- 4 Täysin samaa mieltä.

23. Teoriaa ja yleistietoa -osio

	1	2	3	4
Teoriaa ja yleistietoa -osion rakenne on selkeä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teoriaa ja yleistietoa -osio sisältää tarvittavat asiat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teoriaa ja yleistietoa -osion rakenne on sekava.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teoriaa ja yleistietoa -osiossa on paljon epäolennaista tietoa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Mitkä asiat koit teoriaa ja yleistietoa -osiossa hyödyllisiksi?

25. Mitkä asiat koit teoriaa ja yleistietoa -osiossa epäolennaisiksi/huonoiksi?

26. VCarvePro -osio

	1	2	3	4
Oppimateriaali havainnollistaa riittävästi, kuinka ohjelmalla piirretään.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaali havainnollistaa riittävästi, kuinka työstöradat tehdään.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Osio sisältää liikaa epäolennista tietoa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Mitkä tekijät oppimateriaalissa tukevat piirtämistä ja työstöratojen tekemistä?

28. Mitkä tekijät havainnollistaisivat vielä lisää piirtämistä ja työstöratojen tekemistä?

29. CNC-Jyrsin ja Bach-ohjelma

	1	2	3	4
Ymmärsin, kuinka teränvaihto tapahtuu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ymmärsin, kuinka kappale tulee kiinnittää jyrsittäessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ymmärsin, kuinka terä asetetaan työstettävän kappaleen pintaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ymmärsin, kuinka jyrsintä tapahtuu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En ymmärtänyt, kuinka Z-akselin nolapiste määritetään.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Mitkä tekijät haittasivat näiden sisältöjen ymmärtämistä?

31. Vapaa sana!

LIITE 3: Linkki oppimateriaaliin



<https://seafile.utu.fi/f/90e88310159b445f8ad0/?dl=1>